



XIX Congreso Nacional de Ciencia y Tecnología
APANAC 2023
Panamá, Hub de las Ciencias

ACTA DE ARTÍCULOS

Panamá, 26 al 29 de septiembre de 2023



Congreso Nacional de Ciencia y Tecnología – APANAC : Acta de artículos 2023

Editores: Luisa Morales Maure
 Bruno Zachrisson Salamina
 Javier Sánchez Galá
 Mairim Solis

Publicado por: Asociación Panameña para el Avance de la Ciencia (APANAC)

Publicado en: Portal de Revistas de la Universidad Tecnológica de Panamá (UTP)
 Repositorio Institucional de acceso abierto de la UTP - Ridda

E-ISSN: 2805-1807

DOI: <https://doi.org/10.33412/apanac.2023.3966>

Obra bajo Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

Descargo de responsabilidad

La responsabilidad de las opiniones expresadas en los artículos y otras contribuciones en esta publicación recae únicamente en sus autores, esta publicación no constituye un respaldo por parte del XIX Congreso Nacional de Ciencia y Tecnología - APANAC 2023 de las opiniones expresadas en ellos.

Tabla de Contenido

| | |
|---|-------------|
| APANAC 2023: XIX Congreso Nacional de Ciencia y Tecnología de Panamá..... | VI |
| Comité Organizador del Congreso..... | VII |
| Comité Científico Asesor por Área | VIII |
| Palabras de Bienvenida del Presidente de APANAC | IX |
| Palabras de Bienvenida de la presidenta del Congreso APANAC 2023..... | X |
| Miembros de la Junta Directiva de APANAC..... | XIII |
| Expositores / Conferencias | XIV |
| Patrocinadores | XIX |
| Listado Comunicaciones Orales..... | 21 |
| Listado Posters..... | 33 |
| Listado de Mesas Redondas | 55 |
| Listado de Simposios | 56 |
| Trabajos completosComunicaciones orales / Posters..... | 57 |
| Propiedades de los suelos cafetaleros en zonas productivas de Colon y Panamá Oeste | 58 |
| APRENDIZAJE ESTUDIANTIL RELATIVO A LA GENERACIÓN DE ENERGÍAS LIMPIAS-RENOVABLES EN LA UNIVERSIDAD PÚBLICA MEXICANA | 65 |
| EL IMPACTO DE LA DIGITALIZACIÓN EN EL MARKETING Y COMO AFECTA EL COMPORTAMIENTO DEL CONSUMIDOR | 72 |
| Comportamiento anual de la calidad del agua y caudal sólido de la microcuenca La Zanguenga | 79 |
| USO DE CS PARA ESTABLECER LA TASA DE EROSIÓN DENTRO DE LA MICROCUENCA LA ZANGUENGA | 86 |
| Gestión sostenible para la competitividad del sector de la agroindustria no alimentaria y artesanal en las MIPYMES en Panamá | 94 |
| Análisis numérico de la capacidad de cimientos profundos en suelos estratificados | 101 |
| Explorando las diferencias entre el café Geisha verde y tostado: Identificación de ácidos fenólicos y actividad antioxidante | 108 |
| ABORDANDO EL DESEQUILIBRIO DE DATOS EN CLASIFICACIÓN DE ATAQUES DE DENEGACIÓN DE SERVICIO DISTRIBUIDO (DDOS)..... | 117 |

| | |
|---|------------|
| Caracterización del suelo y su relación con el proceso de infiltración | 127 |
| Pensamiento Computacional: Estrategia clave para la Inclusión Digital de las Personas Mayores: Caso Betania..... | 133 |
| Propuestas de Nuevas Capacidades de Medición y Calibración en Tiempo y Frecuencia..... | 141 |
| Competencias del docente-UMECIT en NTIC's y sus efectos en la enseñanza a nivel superior | 148 |
| SOSTENIBILIDAD HÍDRICA: CASO DE ESTUDIO PROVINCIA DE PANAMÁ..... | 154 |
| Evaluación de la Estabilidad de Taludes Naturales en los Alveos, provincia de Coclé, Panamá | 161 |
| Uso del Sap flow system (EMS81) en ecosistemas de manglar de la Bahía de Panamá..... | 169 |
| Rol de la Precipitación en la Cuenca del Río Guararé (Costa Pacífica de Panamá), 1981 – 2020. | 175 |
| APLICACIÓN DE HEC-HMS PARA LA PREDICCIÓN DE INUNDACIONES EN LA CUENCA DEL RÍO LA VILLA..... | 183 |
| Aplicación de isótopos ambientales para determinar zonas de recarga en el complejo sistema acuífero de la subcuenca del río Zaratí..... | 190 |
| Caracterización hidroquímica de las aguas subterráneas en la subcuenca del río Zaratí..... | 196 |
| Estudio Sísmico de Zonas Portuarias de David Mediante las Técnicas de Razón Espectral H/V (HVSr) y Refracción de Microtremores (ReMi) | 202 |
| Calidad del agua y flujo de CO2 en el estuario del Río Salado, Bahía de Chame, Pacífico de Panamá..... | 210 |
| Análisis Geotécnico del Desempeño de tuberías soterradas en Terrenos Inclinados | 218 |
| Visibilidad de los Repositorios institucionales de acceso abierto en Panamá integrados en OpenDoar y el repositorio Nacional PRICILA..... | 233 |
| Evaluación de la condición de consanguinidad de la cepa de ratones C57BL/6 producida en INDICASAT AIP | 241 |
| Prevalencia del Cáncer Cervicouterino, Mujeres de 20 a 40 años, Instituto Oncológico Nacional, Panamá, 2019-2020 | 247 |
| INFLUENCIA DEL GÉNERO EN EL USO DE REDES SOCIALES VIRTUALES EN ESTUDIANTES UNIVERSITARIOS..... | 253 |
| Python y bolómetro en la calibración automatizada de sensores de potencia de radiofrecuencia en Panamá..... | 259 |
| ALCHORNEA CORDIFOLIA: ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE Y TOXICIDAD..... | 266 |
| INFLUENCIA DE ENERGÍAS (SPT) EN LA RESPUESTA DE ANÁLISIS DE FRECUENCIA DEL SUELO: TÉCNICA NAKAMURA | 274 |

| | |
|--|------------|
| Aislamiento, e identificación de Amebas de Vida Libre de unidades dentales y aires acondicionados de una Clínica Odontológica. Fase II..... | 281 |
| Requerimientos mínimos para el diseño de una máquina de Pesos Muertos en El CENAMEP AIP | 289 |
| AVANCES EN EL NUEVO SISTEMA PARA DISEMINAR EL UTC(CNMP) POR VOZ EN PANAMÁ..... | 296 |
| Investigación del mercado de la Metrología en Panamá: énfasis en el área de magnitudes mecánicas | 302 |
| IMPACTO DEL PROGRAMA DE HABILIDADES EN LA NUBE PARA PANAMÁ-ESTUDIO POSTEST ... | 308 |
| Calibración de receptores GNSS multicanal | 313 |
| Consumo de agua, energía y CO ₂ del hormigón según datos de empresas activas en Panamá . | 319 |
| Estado Fitosanitario de 5 Especies Arbóreas, en Relación al Nivel de Contaminación por Tráfico Vehicular | 326 |
| Caracterización Morfométrica e Histológica de 5 Especies de Árboles en Vías de Alto Trafico .. | 334 |
| DESARROLLO DEL PATRON NACIONAL DE HUMEDAD RELATIVA EN EL CENTRO NACIONAL DE METROLOGÍA DE PANAMA..... | 342 |
| Potenciando la Agricultura Regenerativa a Través de la Enseñanza-Aprendizaje sobre Calidad de Suelos en IPTs de Educación Media en Panamá | 349 |
| Estructuración de un sistema de información geoespacial para el análisis de datos de seguridad alimentaria, intervenciones nutricionales y de salud humana en Panamá | 356 |
| Análisis del efecto de la agricultura regenerativa en la Infiltración del suelo | 363 |
| ESTIMACIÓN REMOTA DE CAUDAL EN UN RÍO UTILIZANDO METODOLOGÍA PIV CASO DE ESTUDIO RÍO LA VILLA..... | 369 |
| Evaluación de la calidad del agua para consumo humano por medio de un laboratorio móvil.. | 377 |
| TRABAJOS COMPLETOS MESAS REDONDAS / SIMPOSIOS | 385 |
| Recolección y uso ético de muestras y datos para investigaciones futuras..... | 386 |
| Cultura investigativa en las universidades panameñas: realidad o ficción..... | 392 |
| ANÁLISIS DE FUNDACIONES PROFUNDAS BAJO CARGAS LATERALES EN ARENAS UTILIZANDO EL MÉTODO DE DIFERENCIAS FINITAS | 400 |
| ESTADÍSTICAS DE VISITAS Y CITAS DE LAS PUBLICACIONES DEL CONGRESO APANAC 2021 | 406 |

APANAC 2023: XIX Congreso Nacional de Ciencia y Tecnología de Panamá

La Asociación Panameña para el Avance de la Ciencia (APANAC) se complace en anunciar su XIX Congreso Nacional de Ciencia y Tecnología que se llevará a cabo del 26 al 29 de septiembre de 2023; y tiene como idea central “Panamá, Hub de las Ciencias”. Este lema proyecta la visión de país que aspiramos a través del desarrollo de la ciencia y nuestra capacidad instalada para la transferencia de conocimiento. Para ello vamos a promover nuevos canales a nivel internacional, nacional, regional, provincial y municipal que nos permitan determinar las demandas reales de nuestra sociedad y de la región.

Damos la bienvenida a todos los participantes y los invitamos a ser actores dinámicos en los procesos de cambio que tanto requiere nuestro ecosistema, pensado en construir alianzas de cooperación y trabajo de Investigación + Desarrollo + Innovación (I+D+i), así como conocimientos tecnológicos utilizados a nivel mundial.

El objetivo de este Congreso es intercambiar experiencias nacionales e internacionales, estableciendo alianzas de cooperación y trabajo de Investigación + Desarrollo + innovación (I+D+i), así como, conocimientos tecnológicos utilizados a nivel mundial. En años anteriores, hemos reunido a la sociedad, el gobierno, la industria y la academia para este evento en el contexto más amplio del desarrollo sostenible, y para esta ocasión, tenemos el propósito de continuar con la convergencia de estos actores para la discusión en torno a los complejos escenarios que nos presenta el periodo post pandemia.

El Congreso, habrá de enfatizar la aportación de conocimiento en áreas de alto impacto social como lo son: la salud, el medio ambiente y las ciencias básicas. La versión XIX del Congreso Nacional de Ciencia y Tecnología, hará énfasis en los retos que enfrenta la comunidad científica panameña para lograr que el país se convierta en un “Hub” de investigación científica. De igual forma, se espera que los debates que surjan durante el congreso aporten conocimiento para asegurar el cumplimiento con los Objetivos de Desarrollo Sostenible de la ONU y el PNUD. Se prevé que estos habrán de fomentar el pensamiento crítico y una perspectiva más objetiva de las realidades de nuestra sociedad.

Dra. Luisa Morales Maure - Presidente del Congreso
Dr. Bruno Zachrisson Salamina - Vicepresidente del Congreso



Comité Organizador del Congreso

Presidente

Dra. Luisa Morales Maure, Universidad de Panamá

Vicepresidente

Dr. Bruno Zachrisson, IDIAP

Secretario

Dr. Juan Jaén, Universidad de Panamá

Dir. Comité Científico Asesor

Dra. Mairim Solís, Universidad Tecnológica de Panamá

Dr. Bruno Zachrisson, IDIAP

Dir. Comité Financiero

Dr. Humberto Álvarez, Universidad Tecnológica de Panamá

Dir. Comité de Comunicaciones

Rella Rosenshain, SENACYT

Msc. María Gabriela Alvarado, Save the Children International

Dir. Comité de Gestión y Logística

Marisa Talavera, ITSE

Luis Wong, Universidad de Panamá

Dir. Comité Redes Sociales

Dra. Yessica Sáez, Universidad Tecnológica de Panamá

Dir. Comité de Patrocinio

Liza Pinzón, Colegio de Diplomáticos de Panamá

Janzel Villalaz, Universidad de Panamá

Dir. Comité de Premiación

Javier Sánchez Galán, Universidad Tecnológica de Panamá

Elida de Obaldía Villarreal, Universidad Tecnológica de Panamá

Comité Científico Asesor por Área

Ariel Grey

Ambiente y Cambio Climático

Javier Sánchez Galán

Biodiversidad y Recursos Naturales

Mairim Solís

Biotecnología

Bruno Zachrisson

Ciencias Agropecuarias

Ariel Magallón

Ciencias Básicas

Argentina Ying

Ciencias de la Salud

Giselle Guerra

Ciencias de la Tierra

Luis Carlos Herrera

Ciencias Sociales

Nadia de León

Educación

Elida de Obaldía

Ingenierías

José Rangel

Innovación y Emprendimiento -TIC



Palabras de Bienvenida del Presidente de APANAC

La Asociación Panameña para el Avance de la Ciencias (APANAC) fue fundada en 1985, con el fin de promover un espacio de comunicación y crecimiento para la comunidad científica en Panamá. De allí que, desde su fundación, APANAC ha mantenido un trabajo constante de fomento del desarrollo de la Ciencia y Tecnología en nuestro país. Entre los principales logros que ha tenido nuestra asociación desde su fundación podemos destacar: 1) la generación y promulgación de la Ley No. 13 del 15 de abril de 1997 con la que se crea la Secretaría Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (SENACYT), y 2) la consolidación del Congreso de Ciencia y Tecnología de APANAC, el cual se celebra cada dos años, siendo una ventana no sólo para investigadores nacionales e internacionales de trayectoria, sino también para muchos estudiantes que inician su carrera en el maravilloso mundo de la ciencia.

Igualmente, APANAC mantiene una activa participación con redes internacionales como lo son la Interamerican Network of Academy of Science (IANAS), The World Academy of Sciences for the Advancement of Science in Developing Countries (TWAS), el Global Water Partnership (GWP), La Asociación INTERCIENCIAS, la IFAAST- Federación Internacional para el Avance de la Ciencia y Tecnología.

Para el futuro, la nueva Junta Directiva que tengo el honor de presidir continuará reforzando el dinamismo y compromiso con la ciencia que, desde nuestra fundación, nos ha distinguido. De allí, que esperamos continuar con la promoción y desarrollo tanto de nuestros programas existentes (Agua, Energía, Seguridad alimentaria, Educación, y Género), así como la creación de nuevos programas que permitan una participación más activa de nuestra membresía. De igual forma, se busca continuar con el desarrollo de actividades en el interior de nuestro país, el reforzamiento de alianzas con instituciones académicas, institutos de investigación y en general otras organizaciones que busquen un genuino desarrollo de nuestro país en materia científica como pilar de nuestro desarrollo.

José R. Fábrega Duque, PhD.
Presidente de APANAC



Palabras de Bienvenida de la presidenta del Congreso APANAC 2023

El primer pensamiento que emana desde mi corazón es el agradecimiento por su participación en este evento, ya que sin ustedes, esto, no sería posible. Un saludo de reconocimiento también para quienes me han precedido en el rol que hoy tengo. Dijo Newton: “Si he podido ver más allá es porque me encaramé a hombros de gigantes”.

Durante los últimos meses como presidenta del Congreso de APANAC, he tenido el honor de compartir esta responsabilidad con el destacado investigador del Instituto de Innovación Agropecuaria de Panamá, IDIAP, el Dr. Bruno Zachrisson. Juntos, hemos trabajado en la organización de la XIX (decimonovena) edición del Congreso Nacional de Ciencia y Tecnología, el cual representa un referente en el campo científico en nuestro país y Centroamérica. Con la ayuda de la Junta Directiva y Comité Organizador de APANAC, hemos establecido una hoja de ruta con un marco estratégico para promover y respaldar el desarrollo de las vocaciones científicas en nuestra sociedad panameña, fomentando un espacio inclusivo e igualitario en el desafiante campo de la ciencia. Mi compromiso con la igualdad de género es sólido y firme, y me enorgullece ser la cuarta mujer en presidir esta organización, agradezco a la Junta directiva por tal distinción. Además, estoy comprometida con el desarrollo del modelo pedagógico que agrupa las cinco áreas disciplinares STEAM (ciencias, tecnología, ingeniería, arte y matemáticas) como herramientas fundamentales para lograr el progreso nacional con inclusión y calidad.

En el examen documental realizado por esta servidora fue factible identificar temáticas e instituciones representadas según se reseña en el análisis de datos realizado para estructurar el logo y el lema (gracias, Dra. Elida De Obaldía). Reconocemos la importancia histórica de esta información que por años no fue considerada y gracias a los doctores Juan Jaén, Sánchez Galán y Carmenza Spadafora tienen ubicación. Ante esta realidad, bajo el liderazgo que ejerzo en este Congreso, nos comprometemos a iniciar una base de datos que permita desarrollar un perfil de la población impactada que sirva de comparativa para futuras actividades y nos permita ir mejorando siempre y potenciar esta cultura científica que se genera desde APANAC.

Tradicionalmente, el Congreso cuenta con el respaldo financiero e institucional de la SENACYT y de otros organismos e instituciones que promueven e incentivan el progreso científico a nivel nacional. Además, se ha distinguido por la participación masiva de científicos, investigadores, estudiantes, profesores e interesados en los temas de ciencia, tanto nacionales como internacionales. Es el evento científico más importante del país, que en esta ocasión tiene la visión que busca posicionar a Panamá como Hub de la Ciencia.

Este año, el Congreso Nacional de Ciencia y Tecnología APANAC 2023 busca promover la diversidad disciplinaria y crear espacios para que investigadores de diversos campos compartan sus investigaciones e ideas, lo que conducirá a avances significativos en ciencia con impacto social. y las innovaciones resultantes pueden responder a problemas y desafíos nacionales en los campos de la sostenibilidad ambiental, la salud pública, la tecnología, la educación, la economía, la agronomía, las ciencias sociales y la ingeniería. Por ello, la interacción y colaboración entre expertos de distintas disciplinas puede generar conocimientos e innovaciones valiosas para enfrentar los desafíos más apremiantes de nuestra sociedad, y así, contribuir a un futuro más próspero y sostenible para todos los panameños.

Esta edición pone especial énfasis en la participación de los jóvenes, ya que representan el futuro de la investigación y la innovación. Convencidos de su rol transformador, el Gobierno Nacional a través del Consejo de Gabinete elaboró un Plan Estratégico Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación: “HACIA LA TRANSFORMACIÓN DE PANAMÁ” el cual se enmarcó en las metas y objetivos. Este Plan 2019-2024 comprende una estrategia económica y social integrada por cinco pilares estratégicos, el que estamos desarrollando en esta actividad. Por lo que hemos unificado los logos 2018 y 2021 continuando con la convergencia de actores para la discusión en torno a los complejos escenarios que nos presenta el periodo postpandemia para proyectar al país a la quíntuple hélice representando una interacción colectiva, un intercambio de conocimiento científico que incluye cinco subsistemas o hélices: (1) Sistema Educativo; (2) Sistema Económico; (3) Entorno Natural; (4) el Público basado en los medios de comunicación y en la cultura y/o sociedad civil y (5) el sistema político.

Cuento con el compromiso, la capacidad y el apoyo de un equipo de científicos con los que converjo en propósitos y metas, no tengo duda, de que acometeremos esta asociación con el profesionalismo y determinación que amerita esta noble tarea. No quisiera acabar sin referirme antes al Comité Científico que bajo el liderato de la Dra. Mairim Solís coordinadora del proceso de evaluación que garantiza la calidad e innovación de los resúmenes presentados y permite a los investigadores recibir comentarios por parte de sus pares académicos, lo cual contribuye a la mejora continua de la investigación. Este es un proceso fundamental para asegurar que los proyectos presentados cumplan con los altos estándares de calidad e innovación que buscamos promover en nuestro evento.

Finalmente quiero agradecer muy especialmente al ITSE, CIDES y Ciudad del Saber por su esfuerzo y trabajo continuo. El filósofo alemán Kant, pensaba que la naturaleza humana se perfeccionaría cada vez más a través del pensamiento científico, pues decía y decía con sabiduría que “no todo lo real es susceptible de ser conocido, pues conocer significa, en vigor, conocimiento científico”.

Estamos seguros de que en esta actividad obtendremos elementos que nos permitirán formar individuos capaces de enfrentar con éxito el futuro y de esta forma lograr el bien de Panamá. Deseo éxito en los trabajos y espero que estos nos permitan cumplir con el compromiso que acabo de formular.

Luisa Morales Maure, PhD
Presidenta del Congreso APANAC 2023

Miembros de la Junta Directiva de APANAC



Presidente

Dr. José Fábrega
Universidad Tecnológica de Panamá



Vicepresidente

Dra. Argentina Ying
Universidad de Panamá



Tesorero

Dr. Humberto Álvarez
Universidad Tecnológica de Panamá



Secretaria

Dra. Jeanette Shakalli
FUNDAPROMAT



Directora de Programas

Dra. Mairim Solís
ICGES



Director de Admisión

Dr. Ariel Grey
Universidad Tecnológica de Panamá



Directora de Divulgación

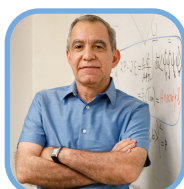
Dra. Yessica Sáez
Universidad Tecnológica de Panamá

EXPOSITORES / CONFERENCIAS



La igualdad de género en las instituciones de ciencia y tecnología. No se trata de sumar mujeres sino transformar las políticas y culturas institucionales

Dra. Gloria Bonder



Caminante, no hay Camino, se hace el Camino al andar..." (Antonio Machado, poeta español): La breve historia de mis caminos paralelos en la física y como promotor de la física en las comunidades Latinas en Estados Unidos y América Latina.

Dr. Carlos Ordoñez



Confianza en la ciencia y sus instituciones: El papel de los diplomáticos científicos

Dr. Franklin Carrero Martínez



Taking the pulse of nature - How robotics and sensors assist in ecosystem management.

Prof. Dr. Jörg Matschullat



Revamping ETNA VALLEY - Strategies and actions in the micro and nano technologies under the shadow of the Volcano

Dr. Salvatore Baglio



Respect knowledge Collaborative innovation PVP Development in China

Dra. Gao Ling's



China National Center for Bioinformation Promotes Open Science

Dr. Yiming Bao

EXPOSITORES / CONFERENCIAS



Centro Nacional del Futuro de la Biodiversidad: retos y oportunidades
Dra. Francesca D'Esposito



La respuesta a la pandemia en Italia y las perspectivas para la salud pública: Italia la perspectiva del Instituto Italiano de Salud.
Dra. Flavia Riccardo



Earth Observation and Artificial intelligence For Natural and Cultural Heritage Contexts: from scientific investigations to operational applications
Dra. Rosa Lasaponara



Rector Universidad Messina (en Sicilia)
Prof. Salvatore Cuzzocrea



Evolución experimental y resistencia a antibióticos en bacterias; modelos y datos
Dra. Ayari Fuentes Hernández



Tendencias actuales sobre la enseñanza de las matemáticas. su impacto en la formación de profesores en Panamá
Dr. Vicenç Font Moll



El futuro de la Educación: Pensamiento Complejo y soluciones para la sociedad
Dra. María Soledad Ramírez Montoya

EXPOSITORES / CONFERENCIAS



El modelo español de Diplomacia Científica, Tecnológica y de Innovación impulsado desde la AECID: pluralidad de actores, convergencia de objetivos

Dr. Santiago Sierra



Atlas iberoamericano de la ciencia y la tecnología: Una aproximación métrica

Dr. Félix de Moya-Anegón



Agua, biodiversidad y comunidades, Consejo Nacional de Investigación de Italia

Dr. Gian Marco Luna



Las grandes explosiones cósmicas en el origen de la vida en la tierra

Dr. Massimo Della Valle



Determinación de parámetros de campo de ligandos de alto orden en SMM a través de una nueva técnica magneto-espectroscópica para transformar las políticas y culturas institucionales

Eufemio Moreno Pineda



Ciencia y Tecnología al servicio de la salud

Lilia Muñoz



Ciencia: “Del Pensamiento Crítico al Conocimiento Aplicado”. Lecciones de una pandemia

Xavier Sáez Llorens

EXPOSITORES / CONFERENCIAS



Avances en el desarrollo de una vacuna contra el paludismo por Plasmodium vivax
Nicanor Obaldía III



DESAFÍOS DESDE LAS INSTITUCIONES DE EDUCACIÓN SUPERIOR CON MIRAS HACIA UN DESARROLLO SOSTENIBLE “Impacto de los ODS en las IES de Panamá: Esfuerzos y limitaciones”
Dafni Mora



Las comunidades de insectos que habitan los fragmentos de bosque urbanos próximos a la ciudad de Panamá
Enrique Medianero



La utilización de bioinsumos como alternativa para la sustentabilidad agroalimentaria, en Panamá: desafíos e impacto potencial de la inversión para la producción de bioproductos
Bruno Zachrisson Salamina



Ciencia y tecnología para el manejo y control de la tuberculosis de Panamá
Amador Goodridge



Habilidades y competencias para la competitividad de Panamá: Agenda RS3
Milena Gómez Cedeño

EXPOSITORES / CONFERENCIAS



Vigilancia ecoepidemiológica de la enfermedad por hantavirus: dos décadas de experiencia en Panamá.

Blas Armién



From Industry 4.0 to Smart Cyber Physical Systems: new challenges

Philippe Aniorde



Desarrollo de nuevas formas de pensamiento en etapas educativas tempranas.

Yen Caballero



Descubriendo el Futuro: Centros de Investigación para un Desarrollo Global y Local Sostenible.

Emilia Giorgetti

PATROCINADORES





LISTADO COMUNICACIONES ORALES

XIX Congreso Nacional de Ciencia y Tecnología de Panamá

Listado Comunicaciones Orales

| ID | Autor(es) | Título |
|----|---|--|
| 4 | Conrado García-González, José Luis Arcos-Vega, Marja Johana López-Quintero and Ana María Vázquez-Espinoza | EL APRENDIZAJE ESTUDIANTIL EN AMBIENTES DE GENERACIÓN DE ENERGÍAS LIMPIAS-RENOVABLES EN LA UNIVERSIDAD PÚBLICA MEXICANA |
| 9 | Erick Concepcion and Mauricio Hooper | APLICACIÓN DE HEC-HMS PARA LA PREDICCIÓN DE INUNDACIONES EN LA CUENCA DEL RÍO LA VILLA |
| 10 | Gina Flórez, Maythe Murillo and Claudia Pérez | AVANCES DEL PROYECTO “EVALUACIÓN DEL POTENCIAL DE BIORREMEDIACIÓN DE LAS ALGAS ROJAS DEL PACÍFICO PANAMEÑO: IDENTIFICACIÓN MOLECULAR Y VALORACIÓN IN VITRO |
| 13 | Luis Carlos Herrera, Paul Cordoba, Virginia Torres-Lista, Abdel Solis, Emilio Romero and Markelda Montenegro | Impacto del COVID 19 en Panamá: La fragmentación del empleo asalariado |
| 18 | Lorenzo Cáceres Carrera, Lizbeth Cerezo, Lourdes Moreno, Luis Fernando Chávez and Lisbeth Hurtado | Encuesta de conocimientos, actitudes y prácticas sobre COVID-19 en trabajadores de la salud en Panamá. |
| 21 | José Isaza-González and Guelda Carballada | SONAR: PROTOTIPO DE SISTEMA DE ORIENTACIÓN PARA NADADORES CON DISCAPACIDAD VISUAL |
| 23 | Candelario Rodriguez, Jafeth Carrasco, Edgardo Díaz Ferguson, Alexa Prescilla and Gilberto Eskildsen | Potencial Farmacológico del veneno de espinas de peces del género Pterois |
| 28 | Edgardo I. Garrido-Perez, Magdalia Yaneth Castillo and Víctor Barrera-Quintero | PRODUCCIÓN DE BIOCARBÓN, CAPTURA DE CARBONO Y BIODIVERSIDAD EN FINCA MONARCA, VERAGUAS, PANAMÁ |
| 30 | Rolando Torres-Cosme, Anakena M. Castillo, Dan Martínez and Lorenzo Cáceres Carrera | Distribución, diversidad y comportamiento de picadura de mosquitos Anopheles spp. en regiones endémicas de malaria en Panamá |
| 32 | Víctor Gomez, Víctor Castro and Gisselle Guerra-Chanis | ANÁLISIS ESPACIO-TEMPORAL DE DINÁMICAS MARINAS EN LA COSTA DEL PACÍFICO DE PANAMÁ |
| 35 | Carlos Restrepo, Alejandro Llanes, Eymi Cedeño, Andreina Ayala, Britney Echevers, Jim Chang, Mitchelle Morán, Jennifer Álvarez, Margarita Ríos, Homero Penagos, José Suárez and Ricardo Leonart | VARIACIONES GENÓMICAS Y PERFILES DE ARN MENSAJERO (ARNm) EN CEPAS DE LEISHMANIA PANAMENSIS CON RESISTENCIA A ANTIMONIO INDUCIDA EN EL LABORATORIO |
| 36 | Carlos Restrepo, Alejandro Llanes, Lizzi Herrera, Esteban Ellis, Ricardo Leonart and Patricia Llanes | CAMBIOS EN LA EXPRESIÓN GÉNICA EN MACRÓFAGOS DERIVADOS DE CEPAS DE RATÓN SUSCEPTIBLES Y RESISTENTES A LA INFECCIÓN POR LEISHMANIA PANAMENSIS |

| ID | Autor(es) | Título |
|----|---|--|
| 38 | Alejandro Llanes, Génesis Cruz, Mitchell Morán, Carlos Vega, Vanessa J. Pineda, Margarita Ríos, Homero Penagos, José A. Suárez, Azael Saldaña, Ricardo Leonart and Carlos M. Restrepo | DIVERSIDAD GENÓMICA Y VARIACIÓN GENÉTICA DE LEISHMANIA PANAMENSIS EN PANAMÁ Y COLOMBIA |
| 39 | Eric Enrique Flores De Gracia | Estimación de la abundancia de una especie de rana venenosa arbórea endémica y sus variables ambientales en un bosque montano en Panamá |
| 40 | Carlos Guerra, Eric Conte, Ana Isabel Del Rio, Jorge Motta, Ilais Moreno Velasquez and Hedley Quintana | Adherencia a la medicación en hipertensos en Panamá 2019: un estudio transversal nacional |
| 44 | Jose Villarreal, Iván Ramos, Marcos Riquelme, Ananias Torres, Johar Perez and Yaira De Leon | PROPIEDADES DE LOS SUELOS CAFETALEROS EN ZONAS PRODUCTIVAS DE COLÓN Y PANAMÁ OESTE |
| 45 | Hedley Quintana, Roger Montenegro, Cecilio Niño, Julio Toro, Jorge Motta and Reina Roa | Cumplimiento de las normas de atención panameñas para la prevención secundaria de enfermedades no transmisibles. Hallazgos de la Encuesta Nacional de Salud de Panamá 2019 |
| 47 | Roger Montenegro Mendoza, Reina Roa, Flavia Fontes, Ilais Moreno Velásquez and Hedley Quintana | Inactividad física y comportamiento sedentario entre los adultos panameños a nivel nacional en el 2019 |
| 48 | Aelor F. Batista Sandoval, Milagros V. Ábrego González and Gisselle Ester Guerra Saval | Descripción del límite de intrusión salina y calidad de la cuenca baja del río Pacora |
| 49 | Cecilio Niño, Hedley Quintana, Ilais Moreno, Beatriz Gómez, Reina Roa, Julio Toro and Jorge Motta | REGISTRO NACIONAL DE ENFERMEDADES NO TRANSMISIBLES (RENENT): INTEGRACIÓN DE SISTEMAS DE INFORMACIÓN DE SALUD PANAMÁ. |
| 52 | Sabrina Amador Vargas | Las “otras” hormigas del cachito: evidencias indirectas de mutualismo o parasitismo |
| 55 | Ismael Camargo-Henríquez, Anthony Martínez-Rojas, Yarisel Núñez-Bernal and Yenny López-Ochomogo | Un Modelo Heurístico para el Diseño, Desarrollo y Validación de Productos Educativos Gamificados |
| 60 | Nichol Sánchez-Kirsch | MICROLEARNING COMO ESTRATEGIA PARA LA CAPACITACIÓN DE DOCENTES UNIVERSITARIOS EN ENTORNOS VIRTUALES DE APRENDIZAJE |
| 61 | Abril Freire, Eduardo Chung, Ian Mendoza and Juan Jaén | SÍNTESIS VERDE: UNA PROPUESTA INNOVADORA PARA LA SÍNTESIS DE NANOÓXIDOS DE HIERRO |
| 66 | Alex Arp, Aidamalia Vargas Lowman, Andrea Martinez and Max Scott | DESARROLLO DE CEPAS TRANSGÉNICAS DE LA MOSCA DEL GUSANO BARRENADOR (Cochliomyia hominivorax) UTILIZANDO LOS GENES PROMOTORES DE ACCIÓN TEMPRANA Nullo Y Cg14427. |

| ID | Autor(es) | Título |
|-----|--|--|
| 68 | Indiana Madeleine Rodríguez Caraballo, Jimena Juri Ayub, Diego Valladares, Isaías Flores and Alexander Esquivel López | USO DE 137CS PARA ESTABLECER LA TASA DE EROSIÓN DENTRO DE LA MICROCUENCA LA ZANGUENGA |
| 69 | Shantale Mary Gómez Aparicio, Alexander Dario Esquivel López, Manuel Arcia and Kleveer Espino | COMPORTAMIENTO ANUAL DE LA CALIDAD DEL AGUA Y CAUDAL SÓLIDO DE LA MICROCUENCA LA ZANGUENGA |
| 70 | Yaxuri Muñoz, Valentina Opolenko, Azael Cedeño, Horacio Barahona, Jose Harris and José Fábrega | CARACTERIZACIÓN DEL SUELO Y SU RELACIÓN CON EL PROCESO DE INFILTRACIÓN |
| 79 | Raúl Álvarez and Keyla Urbina | VALORACIÓN ECONÓMICA AMBIENTAL DEL PARQUE OMAR DE CIUDAD DE PANAMA MEDIANTE VALORACIÓN CONTINGENTE |
| 80 | Luis A. Pinzón, Miguel A. Mánica and Eduardo D. Hernández | Deconvolución de señales sísmicas en el dominio temporal a través de un depósito de suelo no lineal |
| 83 | Ashley Lan, Jayson Morán, Victor López, José Carlos Rangel and Samuel Jimenez | INTEGRACIÓN DE LA ROBOTICA SOCIAL Y APLICACIÓN MÓVIL PARA EL APOYO EN LA ACTIVIDAD FÍSICA DE ADULTOS MAYORES |
| 88 | Yanelys Lourdes Jaén Alvarado, Erika Nicolle Guerrero Haughton and Mairim Alexandra Solís | DESBLOQUEANDO EL POTENCIAL: PROGENITORES PANCREÁTICOS DERIVADOS DE CÉLULAS MADRE MESENQUIMALES PARA TRATAMIENTO DE DIABETES MELLITUS |
| 94 | Raul Solis | PROPUESTAS DE NUEVAS CAPACIDADES DE MEDICIÓN Y CALIBRACIÓN EN TIEMPO Y FRECUENCIA |
| 97 | Janeth Agrazal Garcia, Myrna McLaughlin de Anderson and Lydia Gordón de Isaacs | Cuidado de enfermería culturalmente congruente: beneficios y satisfacción para el paciente y familia. Revisión Integrativa. |
| 98 | Julio Alberto González Vannucchi, Carlos Espinosa, Cándido Montero, Isaac Ruíz, Jorge Anderson, Einar Barrios and Alonso Castillo | COMPARACIÓN INTERLABORATORIO EN MEDICIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA ENTRE LAS EMPRESAS VINCULADAS AL SECTOR ELÉCTRICO NACIONAL |
| 107 | Rita Gonzalez, Ruiz Vanesa and Lopez Clara | ESTUDIO EPIDEMIOLÓGICO DE LEUCOSIS BOVINA EN PANAMÁ E IDENTIFICACIÓN DE GENOTIPOS CIRCULANTES |
| 108 | Patricia Valdés, Dalkiria Campos, Paola E. Galán-Jurado, Madhvi Bhakta and José González-Santamaría | HONOKIOL Y ALFA-MANGOSTIN INHIBEN LA REPLICACIÓN DEL VIRUS MAYARO Y OTROS ARBOVIRUS |
| 112 | José Angel Herrera Vásquez, José Jaén, Bruno Zachrisson, Luis Rubio, Anovel Barba, Vidal Aguilera, Randy Atencio, Luis Galipienso and Luis Mejía | MOSCAS BLANCAS (HEMIPTERA: ALEYRODIDAE) EN TOMATE EN PANAMÁ: ESPECIES, DISTRIBUCIÓN E IMPORTANCIA |
| 113 | Raisa Urribarri | PANAMÁ: MOVILIZACIONES SOCIALES, DESCONFIANZA EN LOS MEDIOS Y FALTA DE PLURALISMO. |

| ID | Autor(es) | Título |
|-----|---|---|
| 119 | Jaime González, Nathalia Tejedor-Flores, Reinhardt Pinzón and Daniel Nieto | Uso del Sap flow system (EMS81) en ecosistemas de manglar de la Bahía de Panamá |
| 126 | Angel Campos-González and Irene Josa | SUSTAINABILITY ASSESSMENT IN SEA SHIPPING: A CASE STUDY ON SHANGHAI-NEW YORK ROUTE |
| 132 | Yarissa Palma | EMPRENDIMIENTO EN PANAMÁ: UNA DÉCADA DE ESTADÍSTICAS GEM |
| 133 | Kevin Amaya, Venettia Leslie and Rolando Gittens | Caracterización superficial de implantes dentales de titanio nanoestructurados por un tratamiento hidrotermal asistido por microondas |
| 134 | Julio Delgado, Alejandra Purcell Medina, Yanelys Jaén, Sandra López and Mairim Solis | TSUNAMI INMUNOLÓGICO: RESPUESTA INMUNE DE LAS CÉLULAS MADRE MESENQUIMALES DE PACIENTES EMBARAZADAS CON COVID-19. |
| 136 | Abdel Solís Rodríguez, Luis Herrera Montenegro, Virginia Torres Lista, Dessiré Champsaur Gómez, Valeria Pino Gaitán, Estephanie Herrera-Appleton and Adriana Salazar Camaño | PANDEMIA COVID-19: PERCEPCIÓN DEL ESTADO DE SALUD FÍSICA Y MENTAL EN UNA MUESTRAS DE PAÑAMEÑOS EN LOS AÑOS 2022-2023 |
| 137 | Bernardino Denis Wing and Rolando A. Gittens | Caracterización tridimensional de cultivos neuronales primarios. |
| 146 | Lilia Chérigo and Sergio I. Martínez-Luis | EVALUACION IN VIVO DE LA ACTIVIDAD HERBICIDA DE LOS EXTRACTOS Emilia sonchifolia E Hyptis capitata |
| 147 | Lilia Chérigo and Sergio I. Martínez-Luis | IDENTIFICACIÓN DE LOS INHIBIDORES DE LA ENZIMA α -GLUCOSIDASA DE LA CORTEZA DEL MANGLAR Pelliciera rhizophorae |
| 149 | Emmanuel Michelangelli, Gabriela A. Rodríguez, Jordi Querol-Audí, Carmen I. Espino, Álex Martínez, Fermín Mejía and José Moreno | CARACTERIZACIÓN DE PATOTIPOS DE E. coli CIRCULANTES EN AGUAS SIN TRATAR EN LA CIUDAD DE PANAMÁ. |
| 154 | Ana Martínez, Hermógenes Fernández-Marín and Yuliana Christopher | Historia Filogenética de los Hongos Basidiomicetes Cultivados por Cuatro Especies de Hormigas Cortadoras de Hojas del Género Acromyrmex en Panamá |
| 155 | Carlos Vergara-Chen, Tania Romero, Celeste Sánchez-Noguera and Cristian A. Vargas | ACIDIFICACIÓN DEL OCÉANO EN PANAMÁ: INCERTIDUMBRES, DESAFÍOS Y NUEVOS RUMBOS |
| 162 | Gabriela Martínez, Aychel Medina, Yarisel Gonzalez, Tania Romero, Celeste Sánchez-Noguera, Cristian A Vargas and Carlos Vergara-Chen | CALIDAD DEL AGUA Y FLUJO DE CO ₂ EN EL ESTUARIO DEL RÍO SALADO-BAHÍA DE CHAME |
| 164 | Aris Jiménez-Dominguez, Hermogenes Fernández-Marín and Sergio Martínez-Luis | ESTUDIO METABOLÓMICO DE EXTRACTOS APOLARES DEL PROPÓLEOS DE ABEJAS PANAMEÑAS. |

| ID | Autor(es) | Título |
|-----|--|--|
| 171 | Rita Corrales, Vanessa Pineda, Yamilka Díaz, Yanneth Pitti, Lisset Saenz, Jean Paul Carrera, Maria Chen, Claudia Gonzalez, Alexander Martinez, Nikolaos Vasilakis, Azael Saldaña and Sandra Lopez-Verges | Seroprevalencia en Arbovirus y Caracterización metagenómica de Orbivirus en Perezosos de Panamá Oeste |
| 173 | Lucila Chang-Fossatti and Nathalia Tejedor-Flores | Sostenibilidad Hídrica: Caso de estudio Ciudad de Panamá |
| 175 | Joisleen Ramírez, Arthur James and Euclides Deago | EVALUACIÓN DEL POTENCIAL DEL BIOCHAR EN EL MEJORAMIENTO DE LA CODIGESTIÓN ANAEROBIA DE LODOS ORGÁNICOS |
| 181 | Sergio I. Martinez-Luis | ACTIVIDAD HIPOGLUCEMIANTE DEL HONGO ENDOFITO <i>Zasmidium</i> sp. EM5-10. |
| 184 | Griselda Caballero Manrique, Miguel Coronado, Elena Ng Zhang, Medin Denvers, Eduardo Chung and Juan Antonio Jaén | CARACTERIZACIÓN ELECTROQUÍMICA Y ESTRUCTURAL DE FERRITAS DE COBRE PARA APLICACIONES EN GENERACIÓN DE ENERGÍA. |
| 192 | Jessie Abrego Bonilla | ROL DE LA PRECIPITACIÓN EN EL RÍO GUARARÉ (COSTA PACÍFICA DE PANAMÁ), 1981 – 2020. |
| 195 | Vidal Aguilera-Cogley and Ricardo Hernández | IDENTIFICACIÓN DE HONGOS CAUSANTES DE MANCHAS FOLIARES EN EL CULTIVO DE ÑAME |
| 196 | Ignacio Zea Monteza | Coexistencia temporal entre tres especies de felinos silvestres en un paisaje fragmentado de Panamá Este. |
| 197 | Aneth Sarmiento | LA EVALUACIÓN FISIOLÓGICA DEL CRECIMIENTO DE ÁRBOLES URBANOS, Y SU APLICABILIDAD EN POLÍTICAS PÚBLICAS |
| 199 | Dianeth Guevara, Sidney Barsallo and Mauricio Hooper | OPTIMIZACIÓN HIDRÁULICA DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA. CASO ESTUDIO: SANTIAGO DE VERAGUAS. |
| 204 | Jefferson Brooks, Ana Rivera, Miguel Chen Austin and Nathalia Tejedor | Estimación de flujos de energía mediante redes neuronales en manglar de la Bahía de Panamá |
| 211 | Kilmara Mayllin Abrego González, Estela Guerrero, Juan Morán-Pinzón, Aracelly Vega, Abdy Morales, Hugo Sánchez-Martínez, José López-Pérez, Celestino Santos-Buelga, Ana María González-Paramás and Esther Del Olmo | EXPLORANDO LAS DIFERENCIAS ENTRE EL CAFÉ GEISHA VERDE Y TOSTADO: IDENTIFICACIÓN DE ÁCIDOS FENÓLICOS Y ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE |
| 214 | Franck Aguilar, Mathieu Kociak, Xiaoyan Li and Alfredo Campos | EXCITACIÓN DE MODOS TRANSVERSALES EN NANORODS DE ORO MEDIANTE LA TÉCNICA STEM-EELS |
| 219 | Jose Rodriguez, Luis De Gracia and Deyka Garcia | Caracterización de oleaje y vientos cercanos a la Isla de Saboga utilizando una boya meteoceánica. |
| 222 | Danny Murillo-Gonzalez, Sucel López and Clifton Clunie | La medición del acceso abierto en los indicadores de investigación de los rankings universitarios |
| 224 | Danny Murillo-Gonzalez, Yostin Añino, Sucel López and Clifton Clunie | Uso de identificadores Persistentes en el ecosistema de ciencia de instituciones en Panamá |

| ID | Autor(es) | Título |
|-----|--|---|
| 225 | Danny Murillo-Gonzalez, Sucel López, Dalys Saavedra and Clifton Clunie | Visibilidad de los Repositorios institucionales de acceso abierto en Panamá integrados en OpenDoar y el repositorio Nacional PRICILA |
| 227 | Gustavo Cuervo, Ivan Castellero, Víctor Lopez and Anthony Flagg | Incidencia de la monotonía en las jornadas de trabajo de una empresa de tecnología |
| 230 | Luis Jaén, Franklyn Samudio, José E. Calzada, Azael Saldaña, Julia Moreno and Adelis Reyna | PCR TIEMPO REAL PARA DETECTAR Y CUANTIFICACIÓN DE ESPECIES DE Leishmania viannia EN MUESTRAS CLÍNICAS |
| 254 | Jaime Bradley, Yinela Solís, Génesis Poveda, Francisco Grajales, George Mejía, Eufemia Lam, Rita Rodriguez, Ernesto Martinez, Eric Gutiérrez and Roberto Miranda | Evaluación de la estabilidad de taludes naturales en Los Alveos, Provincia de Coclé, Panamá |
| 256 | Juan Medina-Sánchez, Jordi Querol-Audi, Gabriela Rodríguez, Emmanuel Michelangelli and Alex Martínez Torres | RESISTENCIA ANTIBIÓTICA RIBOSOMAL DE ESCHERICHIA COLI EN AISLADOS DE AGUAS EN LA CIUDAD DE PANAMÁ. |
| 257 | Sorhay Vasquez, Manuel Batista and Luys Santana | DISEÑO DE UN INSTRUMENTO BIOMÉDICO PARA EL MONITOREO DE VARIABLES RELACIONADAS CON LA SALUD HUMANA |
| 261 | Sandra Lopez-Verges, Yamileth Chin, Helene Martin, Patrice Vitali, Marie-Line Bortolin-Cavaille, Jerome Cavaille and Cecile E. Malnou | Efecto antiviral de los microARN C19MC específicos de placenta contra el virus Zika |
| 262 | Valentina Opolenko | IMPACTO DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN LA DINÁMICA DE LA INTRUSIÓN SALINA EN ACUÍFERO COSTERO DEL DISTRITO DE LAS TABLAS |
| 269 | Eleicer Ching, Hector Miranda and Elida De Obaldia De Obaldía | PELICULA DELGADA DE BiFeO3 CON POTENCIAL USO TECNOLÓGICO |
| 273 | Clifton. Clunie, Maritza Morales and Victor López | Pensamiento Computacional: Estrategia clave para la Inclusión Digital de las Personas Mayores: Caso Betania |
| 274 | Valentina Opolenko | LA REUTILIZACIÓN DE LAS AGUAS REGENERADAS Y BIOSÓLIDOS, BASE DE LA ECONOMÍA CIRCULAR EN LA CUENCA DEL RÍO LA VILLA, DE LA REPÚBLICA DE PANAMÁ |
| 276 | Virginia Torres-Lista, Abdel Solís-Rodríguez, Luis C. Herrera and Markelda Montenegro | REVISIÓN: PANDEMIA DEL CORONAVIRUS (COVID-19) Y SU IMPACTO A NIVEL PSICOSOCIAL |
| 278 | Hector Miranda, Elida de Obaldía and Eleicer Ching-Prado | PROPIEDADES MULTIFERROICAS DEL ÓXIDO DE HIERRO BISMUTO (BiFeO3) |
| 280 | Marissa Quintero, Gustavo Collado and Carlos Vergara-Chen | Estructura poblacional de Anadara spp. del Área Protegida Manglares Bahía de Chame |
| 287 | Carlos Escudero-Nuñez, Azael Carrera and Estibaliz Amaya | Indigencia y Exclusión Social en la Ciudad de Panamá |

| ID | Autor(es) | Título |
|-----|---|---|
| 290 | Mabony Sanchez, Elida de Obaldía and Hector Miranda | Hard Carbon y Soft Carbon: material anódico a partir de biomasa para baterías de Sodio. |
| 292 | Yamilka Diaz, Jim Chang, Daniel Castillo, Marlen Castillo, Yaneth Pitti, Lisseth Saenz, Melissa Gaitan, Anyuri Ortiz, Adriana Weeden, Claudia Gonzalez, Alexander Martínez, Jessica Gondola, Oris Chavarria, Aracelly Gaete, Fernando Valiente, Ricardo Soto-Rifo and Sandra Lopez Verges | Caracterización de la respuesta inmune a largo plazo ante SARS-CoV-2 en pacientes recuperados de COVID19 |
| 294 | Yineska Otero, Denise Mariscal, Igli Arcia, Jorge Guerrel, Roberto Ibáñez and Gina Della Togna | INFLUENCIA DE LA ESTIMULACIÓN HORMONAL EN LA BIOLOGÍA REPRODUCTIVA DE LOS MACHOS DE LA ESPECIE <i>Gastrotheca cornuta</i> |
| 295 | Erick Concepción and Mauricio Hooper | ESTIMACIÓN REMOTA DE CAUDAL EN UN RÍO UTILIZANDO METODOLOGÍA PIV: CASO DE ESTUDIO RÍO LA VILLA |
| 296 | Fernando Aguilar and Humberto Rodriguez | CONTROLADOR DE CÓDIGO LIBRE PARA BRAZO ROBOT NACHI MZ04 BAJO EL MARCO DE ROS INDUSTRIAL |
| 297 | Luis De Obaldía and Humberto Rodriguez | MEJORA DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE ELEMENTOS FABRICADOS POR DEPOSICIÓN DE FILAMENTOS TERMOPLÁSTICOS REFORZADOS, MEDIANTE RECOCIDO |
| 299 | Jennifer Otero-González, Whitney Querini-Sanguillén, Daniel Torres-Mendoza, Mario Miranda, Marcos Salazar, Denis Fuentealba, Edgardo Castro, Carlos Ramos and José Robinson-Duggon | Optimizando el Azul de Toluidina para Aplicaciones en la Terapia Fotodinámica del Cáncer |
| 302 | Manaen Esteban Bobadilla Caballero and Ivanova Ruiloba | Agricultura regenerativa mediante el cultivo sostenible de café robusta, caso de estudio Bajo Bonito. |
| 303 | Mairim Solis, Shantal Vega, Erika Guerrero and Cindy Fu | EDAD MATERNA Y LAS CAPACIDADES DE LAS CÉLULAS MADRE DERIVADAS DE LA PLACENTA. |
| 304 | Karina Rodríguez, Diego Samaniego, Gina Della Togna, Igli Arcia, Jorge Guerrel and Roberto Ibáñez | CRIOPRESERVACIÓN DE ESPERMA, POLIZA DE SEGURO PARA LA RANA ARBÓREA CORONADA, (<i>Triprion spinosus</i>) |
| 305 | Carlos Vergara-Chen | VARIACIÓN GENÉTICA Y RESPUESTAS BIOLÓGICAS DE BIVALVOS MARINOS EN TIEMPOS DE CAMBIO CLIMÁTICO |
| 306 | Neidha Nadal, Mariana Leon, Jose Jauregui, Bryan Townshend and Juan Moreno | Análisis comparativo del retorno de la inversión en educación antes y después del COVID-19: Una perspectiva desde la ecuación de Mincer y la rentabilidad por nivel educativo |
| 310 | Eyleen Vega Gibbs, Yuliana Christopher and Hermógenes Fernández Marín | DIVERSIDAD DEL HONGO <i>Escovopsis</i> EN CUATRO ESPECIES DE HORMIGAS CORTADORAS DE HOJAS DEL GÉNERO <i>Acromyrmex</i> Y PRIMER REGISTRO DEL GÉNERO <i>Escovopsioides</i> EN PANAMÁ |

| ID | Autor(es) | Título |
|-----|--|--|
| 319 | Milany Andrea Gomez Betancur | La percepción de la democracia en Colombia durante el año 2022 y su influencia en las elecciones presidenciales. Un estudio cuantitativo. |
| 321 | Nacarí Marín-Calvo, Sergio González-Serrud, Aristides Quintero and Adalberto Nieto | AVANCES EN EL APROVECHAMIENTO DE FIBRAS NATURALES Y PAPEL RECICLADO COMO MATERIALES AISLANTES TÉRMICOS. |
| 323 | Kryсна W. Samudio, Francisco Grajales Saavedra and Alexis O. Mojica | Estudio Sísmico de Zonas Portuarias de David Mediante las Técnicas de Razón Espectral H/V (HVSR) y Refracción de Microtremores (ReMi). |
| 326 | Larisa Almengor and Francisco Grajales | ANÁLISIS NUMÉRICO DE LA CAPACIDAD DE CIMIENTOS PROFUNDOS EN SUELOS ESTRATIFICADOS |
| 327 | Saddy Li and Francisco Grajales Saavedra | ANÁLISIS DE PILOTES BAJO CARGAS LATERALES EN ARENAS UTILIZANDO EL MÉTODO DE DIFERENCIAS FINITAS |
| 328 | Samuel Segura Cobos | Mexican Treasury Bonds: Market Making Activities in an Emerging Money Market (1958- 1978) |
| 330 | Gabriela García, Javier Pérez, Luz Boyero, Alberto Alonso, Anyi Tuñon, Edgar Pérez and Aydeé Cornejo | EFFECTOS SINÉRGICOS DEL CALENTAMIENTO Y LA SALINIZACIÓN DEL AGUA EN LA DESCOMPOSICIÓN DE LA HOJARASCA EN ARROYOS TROPICALES: UN EXPERIMENTO DE MICROCOSMOS |
| 334 | Eimy Guerra, Dayana Guerra, Stephany Del Rosario, Miryam Venegas and José Carlos Rangel | ESTRUCTURA TRÓFICA DEL ECOSISTEMA MARINO-COSTERO DE BAHÍA DAMAS, PARQUE NACIONAL COIBA, PANAMÁ |
| 335 | Danny Acosta-Tejada, Javier Sanchez-Galan and Nelliud Torres-Batista | ABORDANDO EL DESEQUILIBRIO DE DATOS EN CLASIFICACIÓN DE ATAQUES DE DENEGACIÓN DE SERVICIO DISTRIBUIDO (DDOS) |
| 336 | Ricardo Correa, Simone Vodret, Roman Vuerich, Andrea Colliva, Lorena Zentillin and Serena Zacchigna | Potencial utilización de vesículas extracelulares conteniendo vectores adenovirus asociados en la terapia genética de cardiomiocitos |
| 343 | Jorge Bloise Iglesias and Mariana Leon | LA RELACIÓN ENTRE EL GASTO PÚBLICO EN EDUCACIÓN EN LA REPÚBLICA DE PANAMÁ Y LOS RESULTADOS DE APRENDIZAJE BASADOS EN PRUEBAS ESTANDARIZADAS. |
| 344 | Nadia De Leon, Mariana Leon, Giancarlo Roach and Morgan Hess | Modelos Jerárquicos Lineales Internacionales de Factores Asociados a las pruebas ERCE |
| 345 | José Jauregui and Javier Stanziola | TIPOLOGÍAS DE LA INFORMALIDAD: FACTORES SOCIOECONÓMICOS Y CULTURALES QUE INCIDEN DENTRO DEL MERCADO LABORAL PANAMEÑO. |
| 346 | Mariana León, Brad Shuck, Pedro Leiva, Rodolfo Ricaño and Yostin Añino | ANÁLISIS DE FACTORES QUE INFLUYEN EN EL ENGAGEMENT DOCENTE EN UNIVERSIDADES EN PANAMÁ: UN ENFOQUE DE MODELO DE ECUACIONES ESTRUCTURALES |

| ID | Autor(es) | Título |
|-----|---|---|
| 347 | José Felipe De León and Carmenza Spadafora | INTERACCIONES ELECTROMAGNÉTICAS Y VIDA: EXPLORANDO LOS EFECTOS DE LOS CAMPOS ELECTROMAGNÉTICOS EN SISTEMAS BIOLÓGICOS |
| 356 | Eduardo Caballero, Jeffrey Carver and Kimberly Stowers | COMMUNITY SMELLS AS SOURCES OF SOCIAL DEBT IN SOFTWARE ENGINEERING: A SYSTEMATIC LITERATURE REVIEW |
| 358 | Diego Samaniego, Igli Arcia, Jorge Guerrel, Roberto Ibáñez and Gina Della Togna | Fertilización artificial aplicada a la conservación de los sapos harlequín (<i>Atelopus</i> spp.). |
| 362 | Audino Melgar Moreno and Alexander N Hristov | PATRÓN DIURNO DE EMISIÓN DE METANO ENTÉRICO EN VACAS LECHERAS LACTANTES ALIMENTADAS CON 3-NITROOXIPROPANOL (3-NOP) |
| 363 | Audino Melgar Moreno and Alexander N Hristov | RELACIÓN CONSUMO DE MATERIA SECA Y EMISIÓN DE METANO ENTÉRICO BAJO METANOGÉNESIS NORMAL O INHIBIDA |
| 365 | Alexander P. González-Araúz, Aurelio Virgo and Klaus Winter | DAY-NIGHT VARIATION OF ORGANIC ACID LEVELS IN FIVE SPECIES OF CLUSIA DURING DRY AND WET SEASON |
| 366 | Yolanda Vásquez, Raimund Bürger, Stefan Diehl and María del Carmen Martí | A Model of Froth Flotation with Drainage: Steady States and Numerical Simulations |
| 372 | Delfina D'Alfonso, Lineth Campos and Krystel Del Rosario | La enseñanza de las ciencias basada en la indagación: lecciones desde Hagamos Ciencia, un programa de enseñanza de las ciencias en Panamá |
| 381 | Arturo Yovany Fuentes Castillo, Carolina Bespalhok, Jose Norato, Samantha Martinez and Dorians N. Polanco Stevenson | FUNCIONALIDAD HEPÁTICA Y SU RELACIÓN CON LOS INDICADORES PRODUCTIVOS Y ACTIVIDAD OVÁRICA EN VACAS LECHERAS |
| 385 | Guillermina Higuera Valdes and Anasario Gómez | COMPETENCIAS DEL DOCENTE-UMECIT EN NTIC's Y SUS EFECTOS EN LA ENSEÑANZA A NIVEL SUPERIOR |
| 389 | Ivan Felipe Alvarez Yau and Luis A. Pinzón | Estudio preliminar de microzonificación sísmica y resonancia suelo-edificio en el Casco Antiguo de Panamá |
| 391 | Alexandra González, José Fabrega, Eilon Adar and Betzabe Atencio | Aplicación de isótopos ambientales para determinar zonas de recarga en el complejo sistema acuífero de la subcuenca del río Zaratí |
| 392 | Jeanine Dyanne Joseph Rodriguez and Francisco Javier Grajales Saavedra | ANÁLISIS GEOTÉCNICO DEL DESEMPEÑO DE TUBERÍAS SOTERRADAS EN TERRENOS INCLINADOS. |
| 395 | Alexandra González, José Fabrega, Eilon Adar and Betzabe Atencio | Caracterización hidroquímica de las aguas subterráneas en la subcuenca del río Zaratí |
| 396 | Erika Nicolle Guerrero Haughton, Maria Fernanda Suarez-Peredo and Floris Foijer | Etiquetado genómico con proteínas fluorescentes utilizando CRISPR/Cas9: generando líneas celulares cancerígenas modificadas. |

| ID | Autor(es) | Título |
|-----|--|---|
| 398 | Daniel Viquez, Jim Chang, Leyda Ábrego, Brigitte Henríquez, Lisseth Saenz, Alexandra Velásquez, Claudia González, Davis Beltrán and Sandra López-Verges | Diseño de sistema CRISPR-Cas9 para modificación genómica de la línea celular de Aedes albopictus C6/36 |
| 399 | Griselda Arteaga, Orlando Serrano Garrido, Susana Diaz, Ana Elena Espinosa, Xenia Hernández, Ana Elena Tejada, Yeiska Muñoz, Rivas Leidy, Julio Giselle and Samaniego Maibys | Evaluación de marcadores bioquímicos y antropométricos de síndrome metabólico en mujeres de Panamá. |
| 405 | Roderick Chen-Camaño, Sandra López-Vergès, Rodrigo DeAntonio, Mónica Pachar-Flores, Boris Castillo, Brechla Moreno, Danilo Franco, Juan Carlos Batista and Ernesto Mora | COVID-19 en Panamá: Caracterización clínica de pacientes hospitalizados en principales centros de referencia. |
| 409 | Jaime Sánchez, José Carlos Rangel and Álvaro Terán-Quezada | DETECCIÓN Y RECONOCIMIENTO DE EQUIPO DE SEGURIDAD DE MOTOCICLISTAS UTILIZANDO DEEP LEARNING. |
| 411 | Bryan Townshend and Eloy Fisher | Regímenes de Demanda y Estructuras de Mercados Bajo Incertidumbre: Una Perspectiva Keynesiana Clásica. |
| 414 | Naicolette Abraham Agudo Muñoz, Javier Enrique Sanchez Galan Frauca and Jose Luis Lopez Perez | Evaluación de Redes Neuronales Recurrentes (RNN) para la Predicción de Propiedades Moleculares de Productos Naturales en Formato SMILES |
| 415 | Miryam Venegas-Anaya, Stephany Del Rosario, Melciellyne Aguilar, Constantin Kruger-Núñez, María Alejandra Venegas-Fernandez and Llewellyn D Densmore | Metabarcoding: una herramienta prometedora para el estudio de la ecología trófica de los cocodrilos en ambientes marino-costeros |
| 421 | Brizeida Hernández Sánchez, Greisy González Cedeño and Manuel Campos Labrador | EXPLORANDO LAS PERSPECTIVAS DE LAS MUJERES CON DISCAPACIDAD SOBRE EMPRENDIMIENTOS FAMILIARES |
| 423 | Mairim Alexandra Solis, Sandra Lopez-Verges, Cindy Fu, Erika Guerrero, Yanelys Jaen, Melissa Gaitan, Dimelza Arauz, Jaime Sanchez, Rodrigo Villalobos, Paulino Vigil-De Gracia, Shantal Vega, Lisseth Saenz, Hedley Quintana, Sara Campana, Jorge Ng Chinkee, Julio Delgado and Maria Chen | SARS-CoV-2 aumenta la multipotencialidad temprana y reduce la diferenciación tardía de células madre mesenquimales placentarias |
| 424 | Brizeida Hernández Sánchez and Greisy González Cedeño | ESTRATEGIAS IMPLEMENTADAS PARA LA EDUCACIÓN DISTANCIA DE LOS ESTUDIANTES CON DISCAPACIDAD |
| 429 | Hilda Castillo, Yaleskia Valdés, Enith Rojas and Luis Mejía | Explorando la diversidad genética y el microbioma de Theobroma cacao: clave para la mejora del cultivo y el control biológico |
| 431 | Nadia De León, Mariana León, Delfina D'Alfonso and Nyasha Warren | EL PERFECCIONAMIENTO DOCENTE EN PANAMÁ: UN ANÁLISIS DE NECESIDADES |

| ID | Autor(es) | Título |
|-----|---|--|
| 433 | Librada A. Atencio, Indira Quintero, Alejandro Almanza, Gilberto Eskildsen, Hermógenes Fernández-Marín, José Loaiza and Luis C. Mejía | Caracterización taxonómica del microbioma oronasofaríngeo en pacientes SARS-CoV-2 detectados y no detectados en Panamá. |
| 435 | Claudio Monteza, Jacalyn Giacalone, Mark N. Grote, Greg Willis and Meg C. Crofoot | Respuesta de mamíferos silvestres a la reducción de actividad humana en Isla Barro Colorado durante cuarentenas causadas por covid |
| 436 | Ariel Magallon-Tejada, Lariza Mendoza, Kevin Escala, Mihail Pérez, Jacinto Pérez, Nicanor Obaldía and Joe Smith | Análisis Multidimensional de Parámetros Asociados con la Infección por Plasmodium falciparum en Monos Aotus |
| 442 | Karen Caballero, Kevin Batista and Jaime Atencio | CARACTERIZACIÓN DEL CONCRETO REFORZADO EN AMBIENTE COSTERO Y SU INFLUENCIA EN LA CORROSIÓN DE ARMADURAS |



LISTADO POSTERS

XIX Congreso Nacional de Ciencia y Tecnología de Panamá

Listado Posters

| ID | Autor(es) | Título |
|----|--|--|
| 5 | Miguel Casas-Ramos and Gabriel E. Sandoval-Romero | Determinación de los tamaños de una suspensión de partículas utilizando el esparcimiento de luz |
| 7 | Max Pizarro and Michael Walter | INTERACTIONS BETWEEN BACILLUS ANTHRACIS ENDOSPORES, Q11 BACTERIOPHAGE, AND THP-1 MACROPHAGES |
| 8 | Rosa De Jesus, Alanna Madrid, Lizzi Herrera, Rene Rivera and Kevin Mata | Evaluando la condición de consanguinidad de la cepa de ratones C57BL/6 producida en INDICASAT AIP |
| 11 | Yazmin Mack, Jorge Olmos, Kathia Broce, Natasha Gómez and Dina Henríquez | Evaluación de la calidad del agua para consumo humano por medio de un laboratorio móvil |
| 12 | Mabel Castillo, Tania Gómez, Argentina Ying and Michelle Davila | Aislamiento e Identificación de Amebas de Vida Libre en Unidades dentales y aires acondicionados de una Clínica Odontológica |
| 14 | Luis Sulbarán, Yamileth Lima and Yazmin L. Mack-Vergara | Consumo de agua, energía y CO2 del hormigón según datos de empresas activas en Panamá |
| 15 | Iliana Quintero, Carlos Vega, Michelle Morán, Michell Rodriguez, Jim Chang, Patricia Llanes and Carlos Restrepo | METODOLOGÍA DE ALTO FLUJO PARA LA EVALUACIÓN DE COMPUESTOS CON POTENCIAL ACTIVIDAD ANTI-LEISHMANIA |
| 16 | Katherine Quezada and Luis Mojica | PYTHON Y BOLÓMETRO EN LA CALIBRACIÓN AUTOMATIZADA DE SENSORES DE POTENCIA DE RADIOFRECUENCIA EN PANAMÁ |
| 17 | Fermin Acosta, Daniela Candanedo, Priya Patel, Kharla Salazar, Michelle Morán, Julio Jurado, Odemaris Luque, Dilcia Sambrano and Amador Goodridge | Infección Persistente por la cepa Mycobacterium tuberculosis Beijing en Colón, Panamá: Un estudio prospectivo |
| 19 | Fermin Acosta, Ricardo Saldaña, Sara Miranda, Daniela Candanedo, Dilcia Sambrano, Michelle Moran, Saily Bejarano, Yeraldine De Arriba, Angel Reigosa, Elizabeth De Dixon, María Atencio, Ramon Castillo and Amador Goodridge | Heterogeneity of Mycobacterium tuberculosis strains circulating in Panama's western region. |
| 20 | Randy Atencio Valdespino, José Ángel Herrera, Vidal Aguilera, Alex Vásquez, Roberto Miranda and Pamela Murillo | ÁCAROS ASOCIADOS A MARAÑÓN Y MANGO EN PROVINCIAS CENTRALES DE PANAMÁ. |
| 22 | Daniel Murcia-Moreno and Dumas Galvez | Tejiendo el misterio: Descubriendo la diversidad de arañas en Panamá |
| 24 | Samuel Robles | El Paganini panameño: Miguel Iturrado y la cultura violinística en el Panamá del siglo XIX |

| ID | Autor(es) | Título |
|----|---|---|
| 25 | José Ulises Jiménez S., Eloy Soto Martínez, Adrian A. Agrazal-Flores, Angeline A. Flores-Santos, Mara E. Demarsan-Alaraj, Seshia Y. Ortega-Castillo, Efraín A. Del Rosario-Benitez, Itzel Del C. Romero-Sánchez, Obed Martínez-Herrera, José R. Fábrega Duque and Aneth A. Sarmiento S. | Composición y estructura de un bosque remanente del Campus Dr. Víctor Levi Sasso de la Universidad Tecnológica de Panamá |
| 26 | Yorlenis González, Finote Gijsman, Maikol Guevara and Sabrina Amador | ¿Varían las recompensas para las hormigas según la defensa que proveen a la planta hospedera? |
| 27 | Antionette Moreno and Edwin Aizpurua | INVESTIGACIÓN DEL MERCADO DE LA METROLOGÍA EN PANAMÁ: ÉNFASIS EN EL ÁREA DE MAGNITUDES MECÁNICAS |
| 29 | Sara Justo and Edgardo Diaz-Ferguson | Patrones de conectividad y diversidad genética del tiburón mamon de orilla, <i>Mustelus lunulatus</i> (Carcharhiniformes: triakidae) en el Pacífico de Panamá |
| 31 | Dumas Gálvez and Eleodoro Bonilla | FORRAJERO ÓPTIMO, ESTADO ENERGÉTICO Y RIESGO DE INFECCIÓN EN LA HORMIGA <i>ECTATOMMA RUIDUM</i> |
| 33 | Andreina Ayala, Alejandro Llanes, Hector Cruz, Iliana Quintero, Michelle Morán, Odette Velásquez, Margarita Ríos, Jose Antonio Suárez, Ricardo Leonart and Carlos Mario Restrepo | DISEÑO Y EVALUACIÓN DE CANDIDATOS VACUNALES PEPTÍDICOS A PARTIR DEL GENOMA DE <i>LEISHMANIA PANAMENSIS</i> |
| 34 | Carlos Mayo-Torné, Julia Mayo, Alfredo Campos, Eliecer Ching, Héctor Miranda and Hannah Fernández | ANÁLISIS DE PROCEDENCIA DE UN GRUPO DE ESMERALDAS ENCONTRADAS EN EL CAÑO (750-1000 e.c.). |
| 41 | Armando Bonilla, Vanessa Pineda, Jose Eduardo Calzada, Azael Saldaña, Marcia Dalastra Laurenti, Luiz Felipe Passero, Davis Beltran, Leyda Abrego and Kadir Gonzalez | Evaluación de la infectividad en aislados de <i>Leishmania Viannia</i> infectados con leishmanivirus tipo I circulantes en Panamá |
| 42 | Armando Bonilla, Vanessa Pineda, José Eduardo Calzada, Azael Saldaña, Marcia Dalastra Laurenti, Luiz Felipe Passero, Davis Beltran, Leyda Abrego and Kadir Gonzalez | PRESENCIA DE <i>LEISHMANIAVIRUS</i> EN AISLADOS DE <i>Leishmania Viannia</i> sp. PROCEDENTES DE ÁREAS ENDÉMICAS A <i>LEISHMANIASIS</i> EN PANAMÁ |
| 43 | Kedric Bosco González Serrano, Cilini Arosemena and Claudia Rengifo | ECTOPARÁSITOS EN ALEVINES DE <i>Oreochromis niloticus</i> EN LA ESTACIÓN DULCEACUÍCOLA DE DIVISA. |
| 46 | Eric Enrique Flores De Gracia, Jeffrey Seminoff, Rocío Esmeralda Álvarez Varaz and Joelbin Rafael De la Cruz Aparicio | Un nuevo hot-spot de anidación de tortugas verdes (<i>Chelonia mydas</i>) en el Pacífico este centroamericano |
| 50 | Humberto Ortega and Hermógenes Fernández-Marín | COMPUESTOS ANTIFÚNGICOS PRODUCIDOS POR HONGOS DEL GÉNERO <i>ESCOVOPSIS</i> AISLADOS DE COLONIAS DE HORMIGAS <i>ATTINI</i> |

| ID | Autor(es) | Título |
|----|--|---|
| 51 | Alex Arp, Aidamalia Vargas Lowman and Andrea Martinez | CUANTIFICACIÓN EN TIEMPO REAL DEL GEN tTA EN LAS CEPAS TRANSGÉNICAS DR6 Y DR7 DE LA MOSCA DEL GUSANO BARRENADOR (<i>Cochliomyia hominivorax</i>). |
| 53 | Hector Cruz, Alejandro Llanes and Patricia Llanes | IDENTIFICACIÓN DE PÉPTIDOS INHIBIDORES DE VÍAS DE SEÑALIZACIÓN DE LA INFLAMACIÓN QUE INVOLUCRAN AL FACTOR DE TRANSCRIPCIÓN IRF 3 |
| 54 | Kirian Miranda, Sintia Cerrud, Yohana Ortega, Omar Chacón, Orlando Cáceres and Irving Monfante | Salmonella spp resistente a antibióticos en carnes de res y pollo comercializados en David, Chiriquí |
| 56 | Roderick Valdes and Dumas Galvez | Selección de planta hospedera y comportamiento de dispersión en arañas tejedoras de acacias |
| 57 | Eric Enrique Flores De Gracia | Gradientes de riqueza y diversidad de anfibios y reptiles en el Parque Nacional Coiba |
| 58 | Alexandra Jiménez, Ana Rivera and Cenobio Cardenas | USO DE DIAGRAMAS DE COAGULACIÓN PARA REMOVER TURBIEDAD EN PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE |
| 59 | Alessandra Torrente, Miguel Chen, Carmen Castaño and Dafni Mora | MODELADO DE RESIDUOS SÓLIDOS EN INSTITUCIONES DE EDUCACIÓN SUPERIOR, HACIA LA IDENTIFICACIÓN DE ESTRATEGIAS SOSTENIBLES. |
| 62 | Lourdes Lopez and Alberto Cumbreira | GESTIÓN DE RIESGO DE DESASTRES EN UNA COMUNIDAD VULNERABLE DISTRITO DE SAN MIGUELITO, AÑO 2022. |
| 63 | Aydelbis Ballestero and Luz Cortés | Caracterización e identificación morfológica del agente causal de la pudrición de la albura de (<i>Tectona grandis</i>). |
| 64 | Gilberto Eskildsen, Alcibiades Villarreal, Lara Hudy, Larissa González, Aneth Samudio, Asquena Aguilar, Jennyfer Alonso and Crissie Anderson | GENOTIPIFICACIÓN DEL VIRUS DEL PAPILOMA HUMANO EN MUESTRAS DE CITOLOGÍA LÍQUIDA DE POBLACIÓN PANAMEÑA FEMENINA |
| 65 | Elvin Didier Cano Amaya, Joao Varela, Edwin Pile, Maricarmen Chávez Polo, Yocelyn Morales and Claudia Rengifo | Seroprevalencia de <i>Neospora caninum</i> en bovinos lecheros de Panamá |
| 67 | Victoria Saavedra, Diego Vega, Anibal Candelaria and José Kuruc | REQUERIMIENTOS MÍNIMOS PARA EL DISEÑO DE UNA MÁQUINA DE PESOS MUERTOS EN EL CENAMEP AIP |
| 71 | Ruben Collantes, Alonso Santos-Murgas, Javier Pitti, Randy Atencio and Maricsa Jerkovic | PLANTAS ASOCIADAS A CHINCHES DEPREDADORES DEL GÉNERO <i>Zelus</i> (HEMIPTERA: REDUVIDAE) EN CERRO PUNTA, CHIRIQUÍ, PANAMÁ |
| 72 | Javier Pitti Caballero, Renato Grillo and Rubén Collantes | MICROENCAPSULACIÓN DE NEMÁTODOS ENTOMOPATÓGENOS PARA EL CONTROL DE PLAGAS INSECTILES EN HORTALIZAS |

| ID | Autor(es) | Título |
|----|--|---|
| 73 | Berta Alicia Muñoz Abrego, Giselle A. Rangel Tapia, Alcibiades E. Villarreal and Gabrielle Britton | ASOCIACIÓN DE INFECCIÓN POR PATÓGENOS Y EL DIAGNÓSTICO DE DETERIORO COGNITIVO EN PERSONAS MAYORES DE PANAMÁ. |
| 74 | Carolina Rodríguez, Rebeca Miranda, Giselle Rangel, Alcibiades E. Villarreal and Laiss Mudarra | BIOMARCADORES HEMATOLÓGICOS E INFLAMATORIOS EN PERSONAS SINTOMÁTICAS Y ASINTOMÁTICAS CON COVID-19. |
| 75 | Giselle Rangel, Gabrielle B Britton, Laiss Mudarra, Carolina Rodríguez, Rebeca Miranda and Alcibiades E. Villarreal | BIOMARCADORES INFLAMATORIOS Y HEMATOLÓGICOS EN PERSONAS MAYORES POSITIVAS POR SARS-COV-2. |
| 76 | Karlmichelle Jaén, Giselle Rangel, Carolina Rodríguez and Alcibiades E. Villarreal | METODOLOGÍA PARA EL ANÁLISIS DE LA RELACIÓN DE CREATINA SÉRICA Y APOE4 CON LA FUNCIÓN COGNITIVA Y SARCOPENIA EN PERSONAS MAYORES. |
| 77 | Adelys Reina, Juan Castillo, José Eduardo Calzada and Azael Saldaña | IDENTIFICACIÓN MOLECULAR DE LAS ESPECIES DE LEISHMANIA EN LESIONES CUTÁNEAS CON FROTIS NEGATIVO. |
| 78 | Emily Sabán, Nicole Aranda, Luis A. Pinzón and Diego A. Hidalgo | Correlación entre medidas de intensidad sísmica y el desplazamiento máximo en el techo de un edificio de concreto |
| 81 | Alejandra Purcell Medina, Julio Delgado and Mairim A. Solís | POTENCIAL DE LAS CÉLULAS MADRE MESENQUIMALES DURANTE LA RESPUESTA INMUNE EN DIABETES Y COVID-19. |
| 82 | Alexandra Velasquez, Daniel Viquez, Yaneth Pitti, Yamilka Diaz, Lisseth Saenz, Isela Guerrero, Zumara Chaverra and Sandra Lopez-Verges | IMPLEMENTACIÓN DE PSEUDOVIRUS DE SARS-COV-2 PARA EXPERIMENTOS EN LABORATORIOS DE BIOSEGURIDAD NIVEL 2 |
| 84 | Rebecca Vergara-Ambulo, Yanelys Jaén-Alvarado, Shantal Vega and Mairim Alexandra Solís | DIABETES GESTACIONAL: IMPACTO EN LAS CARACTERÍSTICAS DE LAS CÉLULAS MADRE MESENQUIMALES DERIVADAS DE LA PLACENTA |
| 85 | Anyi Tuñon and Lorenzo Cáceres | Resistencia a insecticidas en mosquitos <i>Aedes aegypti</i> y <i>Aedes albopictus</i> de Panamá |
| 86 | Adelys Reina, Vanessa Jenny Pineda Segundo, Jose Calzada and Azael Saldaña | COMPARACIÓN DE PRUEBAS MOLECULARES PARA EL DIAGNOSTICO DE LEISHMANIA SPP. EN LESIONES CUTÁNEAS CON BAJA CARGA PARASITARIA |
| 87 | Prudencio González, Samantha Rosas, Pedro Del Cid, Ariel Magallón and Juan Carlos Dominguez | Aislamientos de micobacterias no tuberculosas de Panamá: un análisis retrospectivo de 5 años (2017-2021) |
| 89 | Laurie Lee, Alcibiades E. Villareal, Diana C. Oviedo, Giselle Rangel, Sofía Rodríguez-Araña and Gabrielle Britton | Fenotipificación digital para detección temprana del deterioro cognitivo en adultos mayores: Un protocolo de estudio |

| ID | Autor(es) | Título |
|-----|---|---|
| 90 | María Chen Germán, Yaneth Pittí, Liseth Saénz, Melissa Gaitán, Alexandra Velásquez, Davis Beltrán, Jean Paul Carrera and Sandra Lopez Verges | Comparación de aislados del virus Madariaga que han circulado en Panamá en líneas celulares humanas |
| 91 | Dalkiria Campos and José González | ACTIVIDAD ANTIVIRAL DE PLITIDEPSINA, COMPUESTO DE ORIGEN MARINO, CONTRA EL VIRUS MAYARO Y OTROS ARBOVIRUS |
| 92 | Raul Solis and Johan Ovalle | AVANCES EN EL NUEVO SISTEMA PARA DISEMINAR EL UTC(CNMP) POR VOZ EN PANAMÁ |
| 93 | Raul Solis | CALIBRACIÓN DE RECEPTORES GNSS MULTICANAL |
| 95 | Claudia Agudo, Iris Atencio and Denise Delvalle | DETERMINACIÓN DE CONTAMINANTES ORGÁNICOS PERSISTENTES (COPs) ADHERIDOS A MICROPLÁSTICOS EN LAS COSTAS PANAMÁ |
| 96 | Juan Batista, Leyda Ábrego, Cecilio Niño, Ernesto Morán, Roderick Chen, Ibell Arauz, Monica Pachar, Ana Belen Arauz, Rodrigo DeAntonio and Sandra López Verges | Descripción de la respuesta inmune de citocinas en pacientes hospitalizados por SARS-COV-2 en Panamá. |
| 99 | Ivonne Torres Atencio, Alondra Mendez, Adriana Broce, Maryonelly Quintero, Adam Tratner, Alcibiades Villarreal, Diana Oviedo, Giselle Rangel and Gabrielle Britton | POLIFARMACIA, FRAGILIDAD Y CAÍDAS EN UNA COHORTE COMUNITARIA DE PERSONAS MAYORES EN PANAMÁ |
| 100 | Juan Carlos Marcillo, Zoila Yadira Guerra de Castillo, Alicia Álvarez and Águeda García-Carrillo | CLRAH Panamá: Mecanismos operacionales de comunicación del único centro humanitario internacional para Latinoamérica y Caribe |
| 101 | Victor Cantilo Diaz, Cristopher Boya, Carmenza Spadafora, Luis Mejia, Maravi Marrone, Randy Mojica, Masiel Barrios, Laura Pineda, Michelle Ng and Marcelino Gutierrez | ACTIVIDAD ANTIPARASITARIA DE COMPUESTOS PRODUCIDOS POR HONGOS ENDÓFITOS DEL CACAO |
| 102 | Jahiro Gómez, Audenly Hernandez and Nidia Sandoval | Physicochemical controls: An alternative for the control of enteroparasites in cage soils of non-human primates at Summit Municipal Park. |
| 103 | Yaneri Velasquez and Alfredo Campos | DETECCIÓN DE ADULTERANTES EN LECHE UHT MEDIANTE SENSOR ÓPTICO BASADO EN PLASMON DE SUPERFICIE (SPR) |
| 104 | Brunilda Pérez, Miguel Chen and Katherine Chung | GESTIÓN ENERGÉTICA CENTRADA EN EL OCUPANTE PARA ALCANZAR ENERGÍA NETA CERO EN EDIFICACIONES EN PANAMÁ |
| 106 | Fanny Castro, Alejandra Tejedor, Ebony Prado and Hector Acevedo | Desarrollo del Patrón Nacional de Humedad Relativa en el Centro Nacional de Metrología de Panamá |

| ID | Autor(es) | Título |
|-----|--|--|
| 109 | Luis Mojica and Raúl Solís | CALIBRACIÓN AUTOMATIZADA DE MEDIDORES DE POTENCIA DE SEÑALES DE RADIOFRECUENCIA EN PANAMÁ |
| 110 | Patricia Valdés, Dalkiria Campos and José González Santamaría | CARACTERIZACIÓN DE LA INFECCIÓN DE CÉLULAS DE NEUROBLASTOMA HUMANO SH-SY5Y CON LOS VIRUS MAYARO Y UNA |
| 111 | Ricardo Márquez, Diego Samper and Patricia Llanes Fernandez | CARACTERIZACIÓN DE AGENTES TERAPEUTICOS POTENCIALES PARA LA ENFERMEDAD DE ALZHEIMER. |
| 114 | Eduardo Concepción | DENSIDAD, VISCOSIDAD Y VELOCIDAD DEL SONIDO DE MEZCLAS ACUOSAS DE DIGLICOLAMINA Y ETILENDIAMINA. |
| 115 | Luis Rodríguez, Claudia Rengifo and Andrew Sellers | INFLUENCIA DEL AFLORAMIENTO EN LA DIVERSIDAD ECTOPARASITARIA EN PECES SERRÁNIDOS DE IMPORTANCIA COMERCIAL EN PANAMÁ |
| 116 | Haydee Osorio-Ugarte, Astrid Ruíz, Karen Bonilla, Daisy Marquez, Annette Saenz, Amsley Medina, Alexandra Aparicio and Alejandro Santamaría | Inteligencia colectiva: un enfoque para la construcción social del riesgo de inundaciones en la cuenca del Río Juan Díaz |
| 117 | Randy Mojica Flores, Cristopher A. Boya P., Maravi Marrone, Masiel Barrios, Carmenza Spadafora, Luis Carlos Mejía and Marcelino Gutierrez | BIOPROSPECCIÓN DE HONGOS ENDOFITOS DEL CAFÉ PANAMEÑO: EXTRACCIÓN, AISLAMIENTO Y BIOACTIVIDAD DE LA CEPA GEF-7-34.1 |
| 118 | Candelario Rodriguez, Massiel Barrios, Luis Mejía and Marcelino Gutiérrez | ACTIVIDAD ANTIFÚNGICA DE EXTRACTOS DE HONGOS ENDÓFITOS CONTRA VARIOS PATÓGENOS DEL CAFÉ |
| 120 | José Emigdio Moreno, Katherin Guerra, Kathia Ríos and Oriel Lezcano | ACINETOBACTER BAUMANNII: COMO UNA BACTERIA RESISTENTE A LOS ANTIBIÓTICOS PUEDE LLEGAR A SER UN VERDADERO PROBLEMA EN SALUD PÚBLICA. |
| 121 | Maycol Ezequiel Madrid-Concepcion, Jessie Jarvis, Paul W. Gabrielson and D. Wilson Freshwater | GRACILARIA SPECIES DIVERSITY AND RELATIONSHIPS ON PANAMA'S PACIFIC COAST USING COI-5P DATA |
| 122 | Maycol Ezequiel Madrid-Concepcion and D. Wilson Freshwater | EXPLORING GELIDIALES DIVERSITY ON PANAMA'S PACIFIC COAST THROUGH DNA BARCODING |
| 123 | Kensy Alvelo, Giselle Rangel and Alcibiades E. Villarreal | METODOLOGIA PARA LA SECUENCIACIÓN NGS MEDIANTE EXOMA CLINICO PARA EL ESTUDIO DE ENFERMEDADES NEURODEGENERATIVAS. |
| 124 | Carlos Chavarría, Diana Oviedo, María Carreira and Gabrielle Britton | ASOCIACIÓN ENTRE DISCRIMINACIÓN, SALUD MENTAL, IDENTIDAD Y CORTISOL EN UNA MUESTRA LGBTQ+ EN PANAMÁ |
| 125 | Heraclio Sanjur, Rolando Gittens, Arturo Dominici, Yehudi Rodríguez, Jesús Soto, Geraldin Martínez and Dania Castillo | Determinación de la Presencia de Microplásticos en Peces de Carácter Comercial Procedentes de las Pesquerías en el Pacífico Panameño |

| ID | Autor(es) | Título |
|-----|--|--|
| 127 | Raul O Saucedo, Gisselle Castillo, Alex Moreno and Edwin A Segura Gonzalez | Effectivity of the use of molecularly activated amino acids in melon (Cucumis melo L.) under conditions of extreme tropics |
| 128 | Ricardo Antonio Cattafi | Herramienta didáctica basada en visión artificial para la clasificación de componentes electrónicos: presentación y avances del diseño |
| 129 | Elida de Obaldia, Julio Saldaña and Mabony Sanchez | Estudio de nuevos electrodos para Almacenamiento Energético en Panamá |
| 130 | Anovel Amet Barba Alvarado, Orlando Osorio Burgos, Román Gordón, José Ángel Herrera Vásquez, Vidal Aguilera, Arturo Batista, Alberto Barahona, Noemi Carrasco, Liliam Marquinez, Jose Issac Mejía and José Yau | HORTICULTURA PROTEGIDA: PROTOTIPO MULTITUNEL PARA CLIMA CALIDO. |
| 131 | Yanelys Lourdes Jaén Alvarado, Erika Nicolle Guerrero Haughton and Mairim Alexandra Solís | DULCE CAMINO: EL PAPEL CLAVE DE LA GLUCÓLISIS EN LA TRANSDIFERENCIACIÓN PANCREÁTICA |
| 138 | Ivonne Torres, Griselda Arteaga, Concha Peiró, Orlando Serrano, Carlos Sánchez, Ana Espinosa, Susana Diaz and Reynier Campos | IMPACTO DE LAS ADIPOQUINAS EN LA ACTIVACIÓN DEL INFLAMASOMA EN LÍNEAS CELULARES Y MODULACIÓN FARMACOLÓGICA |
| 139 | Julissa Cepeda, Albano Díaz, Kathia Broce and Jorge Olmos | RELACIÓN ENTRE EL pH, GRASA TOTAL EN LA MIGRACIÓN DE BISFENOL A EN QUESO CREMA |
| 140 | Cristian Rodríguez and Franchesca González Olivardía | EVALUACIÓN DE MODELOS COMPUTACIONALES PARA ESTIMAR EXPOSICIÓN DE PEATONES A CONTAMINANTES PRODUCTO DEL TRÁFICO VEHICULAR |
| 142 | Azael Saldaña, Vanessa Pineda, Kadir González and José Calzada | LEOGORRUS FORMICARIUS (HEMÍPTERA;REDUVIIDAE;REDUVIINAE) PREDADOR DE RHODNIUS PALLESCENS EN PANAMÁ |
| 143 | Yailyn Moreno, Adianez Hidalgo, Danilo Franco, Brechla Moreno, Elimelec Valdespino, Jean Paul Carrera, Zeuz Capitán, Alexander Martínez, Juan Miguel Pascale, Sandra López-Vergés and Leyda Ábrego | Detección Molecular del Parainfluenza Virus humano 4 en Muestras Respiratorias Humanas del 2011-2019 en Panamá. |
| 144 | Megan Conejo, Danilo Franco, Zeuz Capitan Barrios, Sandra López, Brechla Moreno and Leyda Ábrego Sánchez | ANÁLISIS MOLECULAR DEL GEN F DEL VIRUS SINCICIAL RESPIRATORIO HUMANO EN CEPAS CIRCULANTES DE PANAMÁ. |
| 145 | Venetia Leslie, Kevin Amaya and Rolando Gittens | “MICROWAVE HIDROTHERMAL NANOMODIFICATION APPLIED TO TITANIUM ALLOY MICROCARRIERS: MINIATURIZING CANCELLOUS-BONE-LIKE TITANIUM FOR BONE REGENERATION THERAPY” |
| 148 | Bernardino Denis Wing, Rolando A. Gittens and Rosa De Jesús | MANEJO DE RATAS SPRAGUE DAWLEY EN EL DESARROLLO DE CULTIVOS NEURONALES PRIMARIOS. |

| ID | Autor(es) | Título |
|-----|--|--|
| 150 | Efrain A. Del Rosario-Benitez, Alex Espinosa, Itzel Del C. Romero Sanchez and Aneth Sarmiento | ESTADO FITOSANITARIO DE 5 ESPECIES ARBÓREAS, EN RELACIÓN AL NIVEL DE CONTAMINACIÓN POR TRÁFICO VEHICULAR |
| 151 | Jessica Sucre, Sandra López Vergés, Zumara Chaverra and Davis Beltrán | Ensayo de detección de flujo de Ca ²⁺ intracelular en el Centro de Citometría del ICGES |
| 152 | Hector Acevedo, Ebony Prado, Isaac Ruiz and Fanny Castro | COMPARACIÓN EN TEMPERATURA Y HUMEDAD RELATIVA: DISPOSITIVOS COMERCIALES VS PROTOTIPO PANAMEÑO EN CENAMEP AIP |
| 153 | Alejandra Gabriela Valoy Cruz, Nadia De Leon Porter, Diego Garrido, Samantha De Leon, Maria Jimena Jaen, Nisla Batista, Gleydis Garcia, Zumara A. Chaverra, Jim H. Chang, Rita J. Corrales, Isela Z. Guerrero, Sandra Lopez Verges and Anayansi Valderrama Cumbreira | Desafiando al Dengue: Claves de una Encuesta Entomológica para Diseñar Programas de Educación y Prevención |
| 156 | Albania Urriola, Paolo Leonelli, Héctor Miranda and Alfredo Campos | Preparación y Caracterización de Sensor Óptico Multicapa Oro-Plata Basado en la Resonancia de Plasmones de Superficie |
| 157 | Eveline Alaín, Patrick Padmore, Erick Sarmiento and Lorena Coronado | Efecto de la rigidez eritrocitaria como biomarcador en la invasión de Plasmodium falciparum |
| 158 | Patrick Padmore, Doriana Dorta, Erick Sarmiento and Lorena Coronado | Pinzas ópticas para medir la elasticidad de los glóbulos rojos en el estudio de la respuesta a tratamientos antimaláricos. |
| 159 | Jean Carlo Urrutia, Candelario Rodriguez, Laura Pineda, Carmenza Spadafora, Luis Mejia and Marcelino Gutierrez | HONGOS ENDÓFITOS COMO FUENTE DE MOLÉCULAS CON ACTIVIDAD ANTIPARASITARIA |
| 160 | Kimberly Quintero, Concepción Molina and Eufemio Moreno Pineda | TRANSITION METAL PORPHYRINATES AS QUANTUM QUBITS |
| 161 | Anthony Alexis Hurtado Escobar, Bernardino Denis Wing and Rolando A. Gittens | Optimización de la Expansión de la Línea Celular PC12 para un Modelo In Vitro de Isquemia Cerebral |
| 163 | Milenys Jaén and Ariel Grey | DETERMINACIÓN DE UN ÍNDICE DE SUSTENTABILIDAD MEDIANTE INDICADORES AMBIENTALES, SOCIALES Y ECONÓMICOS EN LAS INSTALACIONES PORTUARIAS |
| 165 | Dalel Zegarra, Jose Gonzalez Santamaria, Paola E Galán-Jurado and Dalkiria Campos | REUTILIZACIÓN DE INHIBIDORES DE CINASAS APROBADOS POR LA FDA COMO POTENCIALES ANTIVIRALES CONTRA EL VIRUS MAYARO |
| 166 | Dionisio Antonio Olmedo, Andrés Reyes-Chaparro and José Luis Medina-Franco | ESTUDIO IN SILICO EN LA BUSQUEDA DE INHIBIDORES CONTRA EL MYCOBACTERIUM TUBERCULOSIS |
| 167 | Chystrie Rigg, Ana María Santamaría, Vanessa Vásquez, Milixa Perea, Lorenzo Cáceres, Randhy Rodríguez, Juan De León, Andres Cabrera, Gonzalo Greif and José E. Calzada | Evaluación del gen vgsc asociado con la resistencia a insecticidas en poblaciones naturales de Anopheles albimanus, el principal vector de malaria en Panamá |

| ID | Autor(es) | Título |
|-----|---|--|
| 168 | Milixa Perea, Ana Maria Santamaria, Chystrie Rigg, Vanessa Vasquez, Fergie Ruíz, Pastor Muñoz, Juan De León and José Calzada | PRESENCIA DE SUBTIPO DE BLASTOCYSTIS SP. Y OTROS PARÁSITOS INTESTINALES EN POBLACIONES RURALES EN PANAMÁ ESTE. |
| 169 | Dionisio Antonio Olmedo, Andrés Reyes-Chaparro and José Luis Medina-Franco | MODELADO MOLECULAR DE PRODUCTOS NATURALES: INHIBIDORES DE LA ENDORIBONUCLEASA NPS-15 DEL SARS-COV-2 |
| 170 | Elianne Pauli-Quiros, Diana Oviedo and Gabrielle Britton | EVALUACIÓN DE UN PROGRAMA DE INTERVENCIONES COGNITIVAS Y FÍSICAS EN ADULTOS MAYORES EN PANAMÁ |
| 174 | Aylin De Lora, Yuliana Christopher, Orlando Ortiz, Dionisio Olmedo, Yostin Añino, Yancho Zarev and Andrés Rivera-Mondragón | EVALUACIÓN DE LA ACTIVIDAD INHIBITORIA SOBRE A-GLUCOSIDASA DE SEIS ESPECIES DEL GÉNERO CECROPIA DE PANAMA |
| 176 | Mabel Martinez Montero, León Xenia, Joseph Arauz, Marlene Castillo and Leyda Abrego | Genotipificación de cepas de Norovirus que circularon en Panamá en los años 2017-2018. |
| 177 | Luis Guillermo Santos Mejía, Diana Oviedo, Ámbar Pérez-Lao and Gabrielle Britton | FACTIBILIDAD Y GRADO DE SATISFACCIÓN CON UNA EVALUACIÓN TELENEUROPSICOLÓGICA EN 80 ADULTOS MAYORES, PANAMÁ 2023 |
| 178 | Lilisbeth Rodríguez-Castro, Kristin Saltonstall and Juan Carlos Villarreal A. | Bacterias asociadas a la filosfera de la gimnosperma epífita Zamia pseudoparasitica. |
| 179 | Albano Diaz and Rene Rivera | RENDIMIENTO Y CONTENIDO RELATIVO DE LIMONENO, EN ACEITE ESENCIAL CÁSCARAS DE CÍTRICOS COMERCIALIZADOS EN PANAMÁ |
| 180 | Cristopher A Boya P, Ariel Raschela, Masiel Barrios, Maravi Marrone, Randy Mojica Flores, Luis Mejía Franco and Marcelino Gutiérrez | HONGOS ENDÓFITOS DE COFFEA ARABICA COMO FUENTES DE COMPUESTOS ACTIVOS CONTRA MYCENA CITRICOLOR |
| 182 | Richard Caballero, Miguel Chen and Katherine Chung | ANALISIS DE LA IMPLEMENTACION DE LIVING LABS A NIVEL UNIVERSITARIO |
| 183 | Oriel Lezcano-Troya, Katia Rios-Sanjur, Katherin Guerra and José Emigdio Moreno | Vigilancia epidemiológica de Salmonella en Panamá: Un apoyo a la salud pública del país. |
| 185 | Itzel Del C. Romero-Sánchez, Alex Espinosa, Efrain A. Del Rosario-Benitez and Aneth Sarmiento | CARACTERIZACIÓN MORFOMÉTRICA E HISTOLÓGICA DE 5 ESPECIES DE ÁRBOLES EN VÍAS DE ALTO TRÁFICO |
| 186 | Daniel Austin, Miguel Chen and Thasnee Solano | CONTROL DE LAS CARACTERÍSTICAS DEL MICROCLIMA A TRAVÉS DE ESTRATEGIAS BIOCLIMÁTICAS: EVALUACIÓN NUMÉRICA EN PANAMÁ |
| 187 | Rodrigo DeAntonio, Tirza De Leon, Yostin Añino Ramos, Natalia Vega, Laura Prada, Gabriel Rebollón and Xavier Sáez-Llorens | Uso de tecnología móvil para el reporte de farmacovigilancia de vacunas en Panamá |
| 188 | Yuliana Christopher, Ruth Del Cid, Eyleen Vega Gibbs, Andrés Rivera Mondragón and Hermógenes Fernández Marín | Primera detección molecular de virus en abejas Apis mellifera de apiarios manejados en Panamá |

| ID | Autor(es) | Título |
|-----|--|---|
| 191 | Santiago Nicolás Burdolini Pirán, Leslie Castro, Albano Diaz and Manuel Batista | DESARROLLO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA ECONOMICO PARA EXTRACCIÓN DE ACEITES ESENCIALES POR MICROONDAS |
| 193 | Juan Carlos Domínguez Gonzáles, Juan Castillo, Jacinto Pérez, Prudencio González, Pedro Del Cid and Samantha Rosas | Mutaciones identificadas en cepas de Mycobacterium tuberculosis por Genotype MTBDRplus en Panamá, 2015 a 2021 |
| 198 | Joseph Asprilla, Franchesca Gonzalez Olivardía and Cesar Pinzón | DESAFÍOS Y OPORTUNIDADES DE LAS EMISIONES FIJAS EN PANAMÁ: HACIA UN DESARROLLO SOSTENIBLE Y CONCIENTIZACIÓN SOCIAL. |
| 200 | Sidney Barsallo, Dianeth Guevara and Mauricio Hooper | ESTUDIO DE CASO DEL DECAIMIENTO DE CLORO LIBRE – SANTIAGO DE VERAGUAS. |
| 201 | José Emigdio Moreno, Armando Durant A and Mahabir Gupta | Efecto Biocidas de diferentes aceites esenciales sobre bacterias resistentes a los antibióticos en uso clínico: Prospección al descubrimiento de nuevas drogas |
| 202 | Carolina Alvarado, Bruno Zachrisson and Armando Castillo | MINIATURIZACIÓN EN AVISPAS PARASITOIDES: RECONSTRUCCIÓN ANATÓMICA COMPLETA Y ANÁLISIS ALOMÉTRICO UTILIZANDO MARCADORES DE INMUNOFLOURESCENCIA |
| 203 | Lisette De León, Zuri Rodríguez, Dafni Mora and Miguel Chen Austin | ANÁLISIS DE LA HUELLA ECOLÓGICA EN INSTITUCIONES DE EDUCACION SUPERIOR: CASO UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PANAMÁ |
| 205 | Elisa Bósquez, Diana Carolina Oviedo and Gabrielle Britton | DUELO COMPLICADO Y COVID-19: IMPACTO PSICOLÓGICO EN UNA MUESTRA DE PANAMÁ |
| 206 | Stephany Young, Alexa Prescilla, Hildauro Acosta, Celestino Aguilar and Alexander Martínez | Estudio molecular de la diversidad y la abundancia bacteriana del fondo membranoso, colmillos y veneno de serpientes de la familia Viperidae mantenidas en cautiverio |
| 207 | Hermógenes Fernández-Marín | Apicultura, Meliponicultura y Bombus en Panamá: dónde estamos? |
| 208 | Aldahir Mero Ríos, Estela Guerrero De León, Juan Antonio Morán Pinzón, Abdy Morales, Hugo Sánchez and Maricelsis Díaz | Efecto cardioprotector, vasodilatador y antioxidante del Nebivolol |
| 210 | Luis Felipe Rivera, Carlos Lezcano-Coba, Josefrancisco Galue, Kathryn A. Hanley, Sandra Lopez-Verges, Cassia Estofolete, Nikos Vasilakis, Mauricio L. Nogueira and Jean-Paul Carrera | Desafios hacia el diagnóstico clínico de encefalitis por alfavirus en un país endémico de Dengue |
| 212 | Johant Lakey Beitia, Adrián Orjuela, K.S Rao and Jorge Alí Torres | CAROTENOIDES DEL MAMEY (Pouteria sapota): evaluación computacional utilizando monómeros del péptido Aβ40/42 contra la Enfermedad de Alzheimer. |
| 213 | Milixza Botacio, Ricardo Correa, Nerea Escala, Esther Del Olmo and Carmenza Spadafora | Afectación celular causada por el compuesto sintético BZ-97 sobre Trypanosoma cruzi in vitro |

| ID | Autor(es) | Título |
|-----|--|---|
| 215 | Stephanie Miranda, Aracelly Vega and Ana Santana | IDENTIFICACIÓN DE COMPUESTOS VOLÁTILES DE CAFÉS ESPECIALES PRODUCIDOS EN LA PROVINCIA DE CHIRIQUÍ, PANAMÁ |
| 216 | Josefrancisco Galue, Yaneth Pitti, Isela Guerrero, Anayansi Valderrama, Andres Guillermo Lescano and Jean Paul Carrera | Asociación de actividades forestales con la infección por el virus Madariaga en Aruza, Panamá |
| 217 | Vanessa Vásquez, Ana María Santamaría, Azael Saldaña and José E. Calzada | Estructura poblacional de Plasmodium vivax y su resistencia a drogas antimalaricas |
| 218 | Jacinto Pérez, Lariza Mendoza and Ariel Magallon | PERFIL DE BIOMARCADORES DE INFLAMACIÓN EN UN MODELO DE INFECCIÓN DE MALARIA PLASMODIUM-AOTUS SP. |
| 220 | Claudia Rengifo, Joao Bosco Varela Petrucelli, Julio Cesar Reyes Herrera, Michelle Crosthwaite and Nicole Prados | Detección del Virus Mixoma en conejos domésticos (Oryctolagus cuniculus) en Panamá |
| 221 | Carlos Lezcano, Josefrancisco Galue, Xacdiel Rodríguez, Yelissa Juarez and Jean-Paul Carrera | Actividad endémica del virus de la encefalitis equina venezolana en entornos rurales y urbanos de Panamá |
| 223 | Xacdiel Rodríguez, Josefrancisco Galué, Carlos Lezcano, Yelissa Juarez and Jean Paul Carrera | PREVALENCIA DEL VIRUS DE ENCEFALITIS EQUINA VENEZOLANA EN ANIMALES SALVAJES DE LA AMAZONÍA PERUANA. |
| 226 | Diana Berrocal, Juan Blandón, Maria de Los Angeles Ortega, Arthur James and Itamar Harris | MATERIALES DE CAMBIO DE FASE (PCM) EN SISTEMAS SOLARES DE GENERACIÓN DE AGUA CALIENTE |
| 228 | Milqueyla Diaz, Davis Beltran, Zumara Chaverra, Isela Guerrero, Jim Chang, Gerald Moncayo and Sandra Lopez | ¿PUEDEN LOS ARBOVIRUS ELIMINAR TUMORES DEL SISTEMA NERVIOSO CENTRAL? |
| 229 | Lariza Mendoza, Ramy Jhasser Martínez, Gabriel Villegas, Ariel Magallón and Dora Quirós | ABUNDANCIA Y DIVERSIDAD DE ACAROS DEL SUELO (ACARI) EN LA MESOFAUNA DE DOS BOSQUES TROPICALES DE PANAMÁ |
| 231 | Jose Robles, Jaime Zamorano and Sergio Pascual | The Evolution Of Light Pollution Using Measurements Of Night Sky Brightness And Color In Madrid. |
| 232 | Krislly Ramirez, Vanessa Pineda and Vanessa Vasquez | Diagnóstico por xenodiagnóstico /PCR de la infección con Trypanosoma rangeli en perezosos |
| 233 | Krislly Ramírez, Vanessa Pineda, Vanessa Vasquez, Azael Saldaña, Kadir González and José Calzada | Diagnóstico por xenodiagnostico/PCR de la infección con Trypanosoma rangeli en perezosos |
| 234 | Julia Mayo Torné, Carlos Mayo Torné, Mercedes Quinea Bueno, Katherine Guerra Cheva and Arturo García De León | Resultado preliminar del análisis elemental y traceológico de los espejos de teselas de El Caño. |
| 235 | Miquela De La Guardia, Angel Moreno, Yaneth Pitti, Jim Chang, Marlene Castillo, Sandra Lopez Verges and Yamilka Diaz | Actividad neutralizantes anti SARS-CoV-2 (A.2.5 y Omicron BA.5) de pacientes recuperados de COVID19 |

| ID | Autor(es) | Título |
|-----|--|---|
| 236 | Bruno Moreno, Roderick Martínez, José Gallardo and Stephania Rodríguez | INFLUENCIA DE ENERGÍAS (SPT) EN LA RESPUESTA DE ANÁLISIS DE FRECUENCIA DEL SUELO: TÉCNICA NAKAMURA |
| 237 | Ambar Moreno, Claudia González, Jessica Góndola, Oris Chavarria, Alma Ortiz, Jorge Castillo, Juan Castillo, Juan Miguel Pascale and Alexander Martínez | Identificación de mutaciones del VIH en baja frecuencia en sujetos sin tratamiento previo en Panamá |
| 238 | Jessica Góndola, Celestino Aguilar, Jorge Castillo, Claudia González, Ambar Moreno, Oris Chavarria, Amanda Gabster, Juan Miguel Pascale and Alexander Martínez | GENOTIPOS CIRCULANTES Y VARIACIONES GENÉTICAS ASOCIADAS A RESISTENCIA EN CHLAMYDIA TRACHOMATIS EN PANAMÁ. |
| 239 | Celestino Aguilar, María Chen, Elimelec Valdespino, Oris Chavarria, Jessica Gondola, Claudia González, Ambar Moreno, Sandra Lopez-Verges, Juan Miguel Pascale, Brechla Moreno and Alexander Martínez | DISPERSIÓN Y ESTABLECIMIENTO DEL VIRUS MONKEYPOX EN PANAMÁ |
| 240 | Veronica Lozada, Maria Carreira and Armando Castillo | EVIDENCIA DEL POTENCIAL ADICTIVO DE LA GABAPENTINA: UN ESTUDIO PRELIMINAR EN RATONES C57BL/6 |
| 241 | Fergie Ruíz, Dianik Moreno, Jazmin Murillo, Milena Aguilar and Ricaurte Salazar | PRESENCIA DE FILARIASIS EN LAS COMUNIDADES INDÍGENAS DE PANAMÁ, AÑO 2012-2017 |
| 242 | Vanessa Pineda Segundo, Kadir Gonzalez, Jose Eduardo Calzada and Azael Saldaña Patiño | DIAGNÓSTICO MOLECULAR Y GENOTIPIFICACIÓN DEL AGENTE ETIOLÓGICO DE LA ENFERMEDAD DE CHAGAS DE , Trypanosoma cruzi Y T. rangeli, EN VECTORES TRIATOMINOS DE DIFERENTES REGIONES DE PANAMA |
| 244 | Alexander Wittel and Alfredo Campos | Preparación y Caracterización de Nanopartículas Bimetálicas de Au-Ag Núcleo-Caparazón |
| 245 | Alexander Augusto Martinez Caballero, Claudia Gonzalez and Jesus Lee | Implementación de una plataforma de computación de alto rendimiento para análisis bio-informático en el ICGES. |
| 246 | Hugo Alexis Sánchez Martínez, Jose Luis López Pérez, Estela Guerrero De León and Juan Morán Pinzón | NAPROC-13, una Herramienta Innovadora en la Revisión Estructural de Productos Naturales. |
| 247 | Mario Correa, Ana del Valle, Luis Carlos Solis, Geraldine Martinez, Javier Vialette and Rolando Gittens | Generando capacidades de manufactura local de insumos y dispositivos médicos |
| 248 | Lisbeth Amarilis Hurtado Aragon, Alberto Cumblera, Luis Fernando Chaves, Mariel Friberg and José Eduardo Calzada | MALARIA EN PANAMÁ: ANÁLISIS DE LA CONDICIÓN CLIMATICA EN LOCALIDADES DE ALTA TRANSMISIÓN. 2015-2021 |

| ID | Autor(es) | Título |
|-----|--|--|
| 249 | Diana Ng, Vanesa Peñalba Achurra, Luis Blanco and Humberto R. Álvarez A. | APLICACIÓN DEL MÉTODO AHP PARA PRIORIZACIÓN DE PROYECTOS DE INVERSIÓN SOCIAL EN LA COMARCA NGÄBE-BUGLÉ |
| 250 | Khristel Rodriguez, Melany Medina and Maria Ortega Del Rosario | EVALUACIÓN DE PARÁMETROS DE PROCESO EN LA MANUFACTURA ADITIVA DE CONCRETO POR EXTRUSIÓN DE MATERIAL |
| 252 | Ilka Anabel Grajales, Yelissa Juárez, Juan Tello, Xacdiel Rodríguez, Carlos Lezcano, Josefrancisco Gaule, Anayansi Valderrama and Jean-Paul Carrera | Seroprevalencia del Virus de la Encefalitis Equina Venezolana en animales domésticos de Darién, Panamá |
| 253 | Manuel Batista, Luys Santana and Oscar Bulgin | ESTUDIO DE CONCENTRACIÓN DE CO2 EN ESPACIOS CERRADOS COMO INDICADOR DE TRANSMISIÓN DEL COVID-19 |
| 258 | Aura L. López de Ramos, Ulina Mapp, Gumercindo Lorenzo, Sebastian Reyes, Mariana León, Luis Montbeliard, Erick Ramos, Stephany Romero and Ender Carrasquero | IMPACTO DEL PROGRAMA DE HABILIDADES EN LA NUBE PARA PANAMÁ - ESTUDIO POSTEST |
| 259 | Orlando García Marimón | Examinando la competencia de análisis e intervención didáctica-matemática a maestros panameños. |
| 260 | Jean-Paul Carrera, Dimelza Arauz, Alejandra Rojas, Fátima Cardozo, Josefrancisco Galue, Carlos Lezcano-Coba, Juan Miguel Pascale, Nikos Vasilakis, Anayansi Valderrama, Jesse Waggoner and Nuno Faria | Detección del genoma de los virus del complejo de la encefalitis equina venezolana, Madariaga y de la encefalitis equina del este en poblaciones humanas y de mosquitos |
| 263 | Jean-Paul Carrera, Josefrancisco Galue, William Marciel, Rolando Torres-Cosme, Carlos Lezcano-Coba and Lorenzo Cáceres | Características ecológicas de los posibles huéspedes enzoóticos del virus de Madariaga y de la encefalitis equina venezolana en Panamá |
| 264 | Lester Batista, Concepción Molina and Eufemio Moreno | SYNTHESIS, STRUCTURE AND MAGNETISM OF LANTHANIDE MOLECULAR MAGNETS |
| 265 | María Chen Germán, Elimelec Valdespino, Claudia Gonzalez, Celestino Aguilar, Erika Santiago, Danilo Franco, Dimelza Araúz, Sandra Lopez Verges, Jessica Gondola, Oris Chavarria, Ambar Moreno, Yamitzel Zaldívar, María E Barnett-Antinori, Juan Miguel Pascale, Adriana Weeden, Alexander Martínez and Brechla Moreno | Patrones de transmisión temprana de casos del Virus de Viruela Símica en Panamá |
| 266 | Jean-Paul Carrera, Blas Armien, Scott Weaver and Amy Vittor | Implicaciones del uso de la tierra y la cobertura de la tierra en el riesgo de infección por el Encefalitis de Madariaga en una región endémica del Virus de la Encefalitis Equina Venezolana en el este de Panamá |

| ID | Autor(es) | Título |
|-----|--|---|
| 267 | Luis Felipe Rivera, Zeuz Capitan-Barrios, Brechla Moreno, Dimelza Arauz, Maria Chen, Josefrancisco Galue, Carlos Lezcano-Coba, Juan Miguel Pascale, Sandra Lopez-Verges, Kathryn Hanley, Nikos Vasilakis and Jean-Paul Carrera | Un brote de Dengue en Panama en el año 2022 |
| 268 | Yamilitzel Soto and Anayansi Valderrama | RESERVORIOS DE MALARIA EN PANAMÁ: ANÁLISIS MOLECULAR DEL CONTENIDO ESTOMACAL DE MOSQUITOS Anopheles sp. |
| 270 | Alexis De La Cruz Lombardo, Diego Arrocha, Joseline Rodriguez and Marilyn Rodriguez | Ocurrencia de macroinvertebrados dilceacuicolas y la calidad de agua en afluente de la reserva forestal, El montos, Río La Villa, Herrera, Panama |
| 271 | Isbeth Laurín, Dimelza Arauz, Yanelys Jaén, Isela Guerrero, Lisseth Saenz, Mairim Solis, Leyda Abrego and Sandra Lopez | MODULACIÓN DE LA PERMISIBILIDAD DE INFECCIÓN POR ZIKV POR SOBRENADANTES DE PDMSC |
| 272 | Vanessa Pineda Segundo, Milixa Perea, Jose E. Calzada and Azael Saldaña | Dientamoeba fragilis: PRIMER REPORTE MOLECULAR EN POBLACIÓN ESCOLAR DE LA COMUNIDAD DE TANARA, DISTRITO DE CHEPO, PANAMA. |
| 275 | Jean-Paul Carrera, Maggie Bartlett, Heather Poeck-Goux, Linwood Johnson, Kevin Schully, Melissa Gregory, Amy Vittor, Ronald Hayes and Darci R Smith | Detección de biomarcadores sanguíneos de daño neurológico en casos humanos de encefalitis viral y enfermedad grave |
| 277 | Roselin Chérigo, Dayan Palacios, Michelle Morán, Dilcia Sambrano, Sara Miranda, Edith Maldonado, Gilberto Chaves Gris, Fermin Acosta and Amador Goodridge | Desempeño de cebadores específicos para la detección de Mycobacterium avium subsp. paratuberculosis en heces bovinas. |
| 279 | Jean-Paul Carrera, Carlos Lezcano-Coba, Josefrancisco Galue and Anayansi Valderrama | Orthobunyavirus, Peribunyavirales, Vigilancia “One Health” para detectar rápidamente la circulación activa de arbovirus e incriminar potenciales huéspedes y vectores |
| 281 | Dayan Palacios, Fermin Acosta, Roselin Chérigo, Daniela Candanedo, Sara Miranda, Michelle Morán, Dilcia Sambrano, Edith Maldonado, Gilberto Chávez-Gris, Venancio Polanco, Emilio Romero, Andrea Prichard, Anabel García, Richard Whittington and Amador Goodridge | EVALUACIÓN DEL DESEMPEÑO DE MEDIOS DE CULTIVO PARA EL AISLAMIENTO DE Mycobacterium avium subespecie paratuberculosis |
| 283 | José Mendoza and Hector Montes Franceschi | CAMBIOS EN LA MARCHA HUMANA ASOCIADOS CON LA DISCAPACIDAD VISUAL: UN ESTUDIO CON SENSORES INERCIALES INALÁMBRICOS |
| 284 | Ángel Credidío, Hector Miranda, Amanda Watson, Carlos Ariel Samudio, Joao Carlos Krause and Eleicer Ching-Prado | PROPIEDADES ELÉCTRICAS, ÓPTICAS Y ESTRUCTURALES DE PELÍCULAS DELGADAS DE SnO ₂ :F FABRICADAS MEDIANTE ROCÍO PIROLÍTICO |

| ID | Autor(es) | Título |
|-----|--|--|
| 285 | Julio Saldaña-Rivera, Elida De Obaldía and Enrique Quiroga-González | Estudio DRT a procesos en ánodos de grafito de baterías de ion-Li recubierto con UNCD |
| 288 | Carlos Lezcano, Josefrancisco Galue, Blas Armién, Sandra López Verges, Rodrigo De Antonio and Jean-Paul Carrera | Nivel de educación y riesgo de infección del SARS- CoV-2 en los diez corregimientos con mayor incidencia de casos en Panamá durante los años 2020 y 2021 |
| 289 | Brechla Moreno, María Chen, Leyda Abrego, Lisseth Sáenz, Claudia González, Alexander Martínez, Jean Paul Carrera and Sandra López-Verges | Caracterización de la Respuesta de citocinas en suero agudo de pacientes infectados por Alfavirus en Panamá |
| 300 | David Cedeño, Rolando Soto, Daniel Castillo, Danilo Franco, Lisseth Sáenz, Elimelec Valdespino, Ovidio Durán, María Eugenia Barnett, Leyda Ábrego and Brechla Moreno | ANÁLISIS MOLECULAR DE MIXOVIRUS PAROTIDITIS EN CASOS ESPORÁDICOS DE PAPERAS DURANTE EL 2018 EN PANAMÁ. |
| 301 | Dan Martinez, Ligia Reyes, Elizabeth Pinto and Lorenzo Cáceres | Bioeficacia de Bacillus thuringiensis israliensis y spinosad en Aedes aegypti y albopictus de Panamá |
| 307 | Jayguer Vásquez Torres, Clifton Clunie and Luis Joyanes Aguilar | Del aislamiento a la digitalización: La evolución del uso de Internet en Panamá durante la pandemia de COVID-19 |
| 308 | Laura Muñoz Jaimes, Massiel Castro Yángüez, Brechla Moreno, Danilo Franco, Zeuz Capitan, Amilkar De Gracia, Juan Castillo Mewa, Alexander Martínez, Jean Paul Carrera, Juan Miguel Pascale, Sandra López-Vergés and Leyda Ábrego | Detección Molecular de Bocavirus Humano en pacientes con síntomas respiratorios durante 2011-2019 en Panamá |
| 309 | Dubin Price and Miguel Chen | AUTOMATIZACIÓN EN EDIFICIO DE ENERGÍA CERO PARA CONFORT Y EFICIENCIA ENERGÉTICA EN CLIMA TROPICAL |
| 311 | Gino A. Fatacioli S., Maycol Ezequiel Madrid-Concepcion and Andrew J Sellers | Diversidad y estructura de las comunidades de macroalgas intermareales en la costa del Pacífico de Panamá |
| 312 | Ciara Ordóñez, Yisett González, Ana González, Hugo Sánchez, Jesús Rodilla, Estela Guerrero and Juan Morán | COMPUESTOS DERIVADOS DE R Y S-CARVONA EN ESTUDIOS DE TOXICIDAD |
| 313 | Alba Mendoza, Haydee Flores and Martínez Ligia | FACTORES PSICOSOCIALES QUE INCIDEN EN EL EMBARAZO DE UN GRUPO DE ADOLESCENTES PANAMEÑAS 2020 – 2022 |
| 314 | Griselda Arteaga, Danna Stevens Aguilar, Jostyn Reyes Fuentes, Orlando Serrano Garrido, Susana Díaz Huertas, Patiño Hildauro, Daniel Charaf, Ximena Norero, Kristell Rubin Sanjur, Rodrigo De Antonio and Xavier Sáez-Llorens | Maduración de la avidéz de anticuerpos IgG contra las proteínas del SARS-CoV-2 en niños y adolescentes de la Provincia de Panamá durante el primer período de vacunación, 2022 |

| ID | Autor(es) | Título |
|-----|--|--|
| 315 | Juan Fernandez, Randy Mojica and Sergio Martinez | “¿SOLUBILIDAD VERSUS POTENCIA? DESCUBRIENDO CÓMO LA SOLUBILIDAD AFECTA LOS RESULTADOS EN LA INHIBICIÓN DE LA ENZIMA ALFA GLUCOSIDASA.” |
| 316 | Griselda Arteaga, Jostyn Reyes Fuentes, Danna Stevens Aguilar, Orlando Serrano, Susana Diaz Huertas, Raynier Campos, Rodrigo De Antonio, Daniel Charaf, Xavier Sáez-Llorens, Ximena Norero, Kristell Rubin Sanjur and Hildaaura Patiño | Prevalencia de coronavirus humanos estacionales en niños de la provincia de Panamá en el 2022 |
| 317 | Jonathan González, Eladio Quintero, Gabriela Hernández, Franchesca Gonzalez, Yessica Sáez and Edwin Collado | DESARROLLO DE UN PROTOTIPO DE SISTEMA BASADO EN TICS PARA EL MONITOREO PÓRTATIL DE CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA |
| 318 | Orlando Aguilar and Miguel Chen Austin | OPTIMIZACIÓN BIOMIMÉTICA DE LA DISPONIBILIDAD DE GENERACIÓN ENERGÉTICA RENOVABLE: CASO DE EDIFICIO EN CLIMA TROPICAL |
| 320 | Claudia Marcela Arana Medina, Ingrid Durley Torres, Jaime Guzman Luna and Carolina Gamarra | Revisión sistemática de la usabilidad de aplicaciones móviles desarrolladas para la gestión emocional |
| 322 | Sulamith Pacheco, Alanis Jiménez, Francisco Wray, Claudia Rengifo and Giselle Rangel | DATOS PRELIMINARES SOBRE ESTUDIO SEROLÓGICO PARA LA DETECCIÓN DE ANTICUERPOS ANTI-SARS-COV-2 EN ANIMALES DOMÉSTICOS EN PANAMÁ |
| 324 | Guadalupe García, Betzaida Domínguez, Nivia Ríos, Fermín Mejía, Alex O. Martínez T. and Jordi Querol Audi | DETECCIÓN DE PROTOZOOS Y ENDOPARÁSITOS EN AGUA Y AIRE DE LA BAHÍA DE PANAMÁ |
| 325 | Kathia Guerra, Maricarmen Chavez, Josue Ortega, Sergio Bermudez, Roland Kays and Claudia Rengifo | Avances del estudio Evaluación de Agentes Infecciosos y Parasitarios en Coyotes (Canis latrans) en Panamá |
| 329 | Ana Cerrud and Maria Nuñez | PREVALENCIA DEL CÁNCER CERVICOUTERINO DEL GRUPO ETARIO 20 -40 AÑOS LOS AÑOS 2019 Y 2020 |
| 331 | Alvis Nuñez, Kevin Mata, Alana Madrid, Julio Flores, Rosa De Jesús and María Beatriz Carreira | EFFECTO DE LA DIETA PANAMEÑA SOBRE LA OBESIDAD Y EL SISTEMA DE SACIEDAD BASADO EN LEPTINA |
| 332 | Aura L. López de Ramos | INFLUENCIA DEL GÉNERO EN EL USO DE REDES SOCIALES VIRTUALES EN ESTUDIANTES UNIVERSITARIOS |
| 333 | Sofía Alejandra Rodríguez Araña, Diana C Oviedo and Gabrielle B. Britton | Diferencias de sexo en salud cognitiva y física subjetiva en personas mayores panameñas |
| 337 | Jose Rodriguez, Julio Flores-Cuadra, Alanna Madrid, Kevin Mata, Rosa De Jesus and Maria Carreira | ISOFORMAS DE LA APOLIPOPROTEINA E REGULAN LA EXPRESION DE LA CITOQUINA CCL-1 EN CULTIVOS PRIMARIOS HIPOCAMPALES |
| 338 | Rodrigo Castro, Alanna Madrid, Julio Flores, Kevin Mata, Rosa De Jesús, Gabrielle Britton and María Carreira | TRASTORNOS NEUROPSIQUIÁTRICOS EN RATAS HEMBRA SPRAGUE DAWLEY BAJO UN MODELO DE ENVEJECIMIENTO ACELERADO CON D-GALACTOSA |

| ID | Autor(es) | Título |
|-----|--|--|
| 339 | Edy Frías, Aida Carles, Hector Cruz, Zuleima Caballero and Ricardo Correa | RESULTADOS PRELIMINARES SOBRE: VARIABILIDAD GENÉTICA DE <i>Toxoplasma gondii</i> EN MUESTRAS DE TEJIDOS DE CERDOS |
| 340 | Hector Cruz, Aída Carles, Edy Frías, Ricardo Correa and Zuleima Caballero | Resultados preliminares sobre: Diversidad genética de <i>Toxoplasma gondii</i> en animales silvestres del Parque Nacional Soberanía. |
| 341 | Aida Carles, Edy Frías, Héctor Cruz, Ricardo Correa and Zuleima Caballero | Resultados Preliminares: Caracterización Genética de <i>Toxoplasma gondii</i> en Pacientes con Toxoplasmosis Congénita |
| 342 | Alfredo Campos, Damián Montero, Amado Saavedra and Franck Aguilar | Propiedades ópticas de nanoesferas de plata y oro para atrapar luz en películas delgadas de ferrita de bismuto |
| 348 | Maricruz M. Morán G., Hildaura Acosta and Leandra Gómez | ENVENENAMIENTO EXPERIMENTAL CON VENENO DE <i>Tityus festae</i> EN RATONES: TAMIZADO HIPOCRÁTICO, HEMOGRAMA Y QUÍMICA SANGUÍNEA |
| 350 | Edmanuel Cruz, José Carlos Rangel, Adiz Acosta and Edgar Gomez | Reconocimiento visual de pollos vivos y muertos en la industria avícola utilizando inteligencia artificial: Un enfoque basado en redes neuronales profundas. |
| 351 | Kevin Mata, Alanna Madrid, Julio Flores-Cuadra, Rodrigo Castro, Rosa De Jesús, Gabrielle Britton and María Carreira | CONDUCTA EN RATAS SPRAGUE DAWLEY DE LA COLONIA DE INDICASAT-AIP CON INYECCIÓN INTRACEREBROVASCULAR DE PÉPTIDO AMILOIDE BETA |
| 352 | Cristel Cedeño, Elsa Flores, Jorge Leiva and José Fábrega | ENHANCING REGENERATIVE AGRICULTURE THROUGH HIGH SCHOOL EDUCATION IN PANAMA |
| 353 | Viviana Carrasco, Mariel Monrroy and José Renán García | DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO FITOQUÍMICO EN VARIETADES DE GUANDÚ A DIFERENTES ESTADIOS DE CRECIMIENTO |
| 354 | Melciellyne Aguilar-M, Constantin Kruger-G, Gabriel Cruz-Morales, María Venegas-Fernandez, Stephany Del Rosario-R and Miryam Venegas-Anaya | Evaluación ecológica de los hábitats de <i>Crocodylus acutus</i> en ríos y cuencas de Darién, Panamá. |
| 355 | Elida Gonzalez, Meraris Muñoz and Erick Ramos Sánchez | CONSERVACIÓN PARA PLATO CRIOLLO DE PANAMÁ: BOLLO DE JETA |
| 357 | Hector Quintero and Cesar Pinzon | IDENTIFICACION DE UN MODELO DE CLASIFICACION DE IMÁGENES PARA LA DETECCIÓN DE DEFECTOS DE SOLDADURA. |
| 359 | Eduardo Caballero and Travis Atkison | AN APPROACH TO ANALYZE POWER CONSUMPTION ON ANDROID APPS BASED ON SOFTWARE REVERSE ENGINEERING |
| 360 | Ernesto Escobar, Anibal Díaz and Eduardo Caballero | DEUDA SOCIOTÉCNICA EN PROYECTOS DE SOFTWARE: MIDRIENDO FACTORES SOCIOTÉCNICOS QUE IMPACTAN LA ELICITACIÓN DE REQUISITOS |

| ID | Autor(es) | Título |
|-----|--|--|
| 361 | Ruus Sirissa and Eduardo A. Caballero E. | PATRONES SOCIOTÉCNICOS RELACIONADOS CON LA COMUNICACIÓN Y EL DESEMPEÑO DE EQUIPOS DE DESARROLLO DE SOFTWARE |
| 364 | José Moreno, Jéssica Góndola, Katherin Guerra, Oriel Lezcano and Alexander Martínez | Aplicaciones de la secuenciación genómica completa en bacterias resistentes a los antibióticos: la experiencia con <i>Pseudomonas aeruginosa</i> . |
| 367 | Abdy Morales, Jesús Rodilla, Estela Guerrero, Nsevol Samba, Hugo Sánchez, Maricselis Díaz, Juan Morán and Aldahir Mero | ALCHORNEA CORDIFOLIA: ANTIOXIDANT ACTIVITY, AND TOXICITY |
| 368 | Kesia Barrows, Javier Sanchez Galan and Luis C. Mejía | Revisión de la filogenia de Setophoma (Phaeosphaeriaceae, ascomycota) |
| 369 | Yoana Pimentel, Orlando Serrano and Griselda Arteaga | Efecto de ácidos grasos de consumo humano en distintos modelos de cáncer. |
| 370 | Hania Nuñez, Wesley J. Neely, Sasha E Greenspan, Eric E Flores, C. Guilherme Becker and Daniel Medina | CARACTERIZACIÓN DEL MICROBIOMA DE LA ESPECIE AMENAZADA ATELOPUS VARIUS: IMPLICACIÓN EN LA COEXISTENCIA CON EL LETAL HONGO QUÍTRIDIO |
| 371 | Dilan Moreno-Labrador, Patricia Ll. Fernández and Yisett González | Caracterización de péptidos con capacidad de unión al proteosoma y/o inmunoproteosoma como posibles agentes anti-inflamatorios. |
| 373 | Nanette Svenson, Guillermina De Gracia, Andrea Palacios and Thais Balbuena | DE LO VIRTUAL A LO PRESENCIAL: PERCEPCIONES DEL ALUMNADO UNIVERSITARIO EN EL INTERIOR DE PANAMÁ |
| 374 | Yisett González, Randy Mojica-Flores, Dilan Moreno-Labrador, Luis Cubilla-Ríos, K. S. Jagannatha Rao, Patricia Ll. Fernández, Oleg V. Larionov and Johant Lakey-Beitia | Síntesis de derivados de curcumina y evaluación de su actividad anti-inflamatoria |
| 375 | Zumara Chaverra, Davis Beltrán, Alma Ortiz, Alexander Martínez, Liseth Girón, Graciela Santana and Amanda Gabster | Evaluación de desempeño de la prueba de VISITECT® Advanced Disease |
| 377 | Whitney Querini-Sanguillén, Jennifer Otero-González, Daniel Torres-Mendoza, Mario Miranda, Marcos Salazar, Denis Fuentealba, Edgardo Castro, Carlos Ramos and José Robinson-Duggon | EVALUACIÓN DEL PROCESO FOTOSENSIBILIZADO DE UN DERIVADO DE AZUL DE TOLUIDINA SOBRE LA ENZIMA CATALASA |
| 378 | Emmanuel Santos, Juan Fernandez, Lilia Chérigo and Sergio Martínez-Luis | ESTUDIO DE LOS METABOLITOS VOLÁTILES DE EXTRACTOS NO POLARES DE DOS VARIETADES DE CAFÉ |
| 379 | Deilyn Quiel, José Renán García and Mariel Monrroy | ESTUDIO DE EXPRESIÓN DE GENES CON IMPORTANCIA AGROBIOTECNOLÓGICA EN <i>Cajanus cajan</i> , MEDIANTE q-RT PCR |
| 380 | Gretchell Regalado, Valeria Mosquera and Alexis De La Cruz | Implementación de sistemas filtrantes asociados a biofilms en el tratamiento de aguas residuales |

| ID | Autor(es) | Título |
|-----|--|--|
| 382 | M. Ramos Meneses, D. Franco, B. Moreno, E. Valdespino, E. González, A. De Gracia, J. P. Carrera, J. Castillo Mewa, A. Martínez, J. M. Pascale, G. Dolz, S. López-Vergès and L. Ábrego | Co-circulación de virus respiratorios diferentes a SARS-CoV-2, durante el primer año pandémico por COVID-19 en Panamá. |
| 383 | Katrina Hansen and Juan Carrión | DIVERSIDAD DE HIERBAS Y ARBUSTOS EN EL BOSQUE SECO DE GARACHINÉ, DARIÉN, PANAMÁ |
| 384 | Amilcar De Gracia, Danilo Franco, Melissa Gaitán, Elimelec Valdespino, Brechla Moreno, Marla Ramos, Juan Castillo Mewa, Juan Miguel Pascale, Sandra Lopez-Verges and Leyda Ábrego | Detección y caracterización molecular de coronavirus endémicos en Panamá desde 2011-2019. |
| 386 | Amilcar De Gracia, Danilo Franco, Elimelec Valdespino, Melissa Gaitán, Brechla Moreno, Marla Ramos, Eljaer Gonzalez, Juan Castillo Mewa, Juan Miguel Pascale, Sandra López-Verges and Leyda Ábrego | Detección y caracterización molecular de Enterovirus D68 en Panamá desde 2011-2019. |
| 387 | Juan Carlos Domínguez González, Federico Lorenzo, Prudencio González, Pedro Del Cid, Samantha Rosas, Juan Castillo, Claudia González, Ámbar Moreno, Oris Chavarría, Jessica Góndola and Alexander Martínez | Secuenciación de cepas resistentes del complejo Mycobacterium tuberculosis en Panamá: 2018 a 2022 |
| 388 | Dilcia Sambrano, Fermin Acosta and Amador Goodridge | Factores genéticos, bioquímicos y nutricionales relacionados con niveles de vitamina D en pacientes con tuberculosis. |
| 390 | Angel Javier Vega, Yolani A. Robles P., Luis Montes and Sánchez Erasmo | Pesquería y reproducción del Pargo seda (Lutjanus peru) ante el escenario de variabilidad ambiental asociada al fenómeno del niño |
| 393 | Catherina Caballero-George, Karina Correa, Natsugei Atencio, Annyurith González, María Ruíz, Andrea Porrás-Alfaro and Paul Bayman | Diversidad de levaduras termófilas involucradas en la fermentación del café de las Fincas la Realidad y Maestra Chela, Distrito de Boquete |
| 394 | Erasmo E. Sánchez, Luis Martínez and Ángel Javier Vega | Composición y abundancia del ictioplancton entre los años 2020 y 2023 en el sector noreste del Parque Nacional Coiba, Pacífico panameño. |
| 397 | Gabriela Noriega Martínez, Ida Graciela Gálvez Amores, Marianne Martínez Mantovani and Markelda Montenegro de Herrera | Estrés Laboral y Funciones Ejecutivas en docentes de la primera Infancia del distrito de Panamá |
| 400 | Maryolis Lino, María Stapf, Alicia Ibáñez and Juan Fernando Carrión | COMPOSICIÓN, ESTRUCTURA Y MECANISMO DE ASCENSO DE LIANAS EN EL BOSQUE CADUCIFOLIO DE GARACHINÉ, DARIÉN, PANAMÁ. |

| ID | Autor(es) | Título |
|-----|---|---|
| 402 | Orlando Serrano Garrido, Maria Fabiana Pirán Arce, Ana Espinosa, Xenia Hernández, Ana Elena Tejada, Yeiska Paola Muñoz, Rivas Leidy, Susana Diaz, Sthephanie Barría, Carmen Acosta and Griselda Arteaga | Diagnóstico de Síndrome Metabólico en población de mujeres de las Provincias de Panamá y Panamá Oeste. |
| 403 | Chantal Neryett Córdoba Delisser and Yuranis Romaña | DISEÑO DE UN PROTOTIPO DE TABLERO DE CONTROL DE DATOS PARA EL CENTRO LOGÍSTICO REGIONAL DE ASISTENCIA HUMANITARIA EN PANAMÁ (CLRAH) |
| 404 | Angienely Humphries Walles and Miguel Chen Austin | EVALUACIÓN NUMÉRICA TERMOENERGÉTICA DE UNA VIVIENDA ECOSOSTENIBLE PARA COMUNIDADES VULNERABLES |
| 406 | Adriana Salazar, Ginela Delvalle, Marielisa González and Diana Oviedo | COMPARACIÓN DE LA CALIDAD DE VIDA, Y VARIABLES DE SALUD MENTAL EN JÓVENES DE 18-25 AÑOS LGBTQ+ Y HETEROSEXUALES EN LA CIUDAD DE PANAMÁ EN EL AÑO 2023 |
| 407 | Ana Gabriela Ortiz Saez, Alejandra Serrut and Jose Fabrega | ANALYSIS OF THE EFFECT OF REGENERATIVE AGRICULTURE ON SOIL INFILTRATION |
| 408 | Kevin Yornel Ríos Córdoba and Lucas Calvo | EFFECTO DE LA AMPLIACIÓN EN LA CONFIABILIDAD HÍDRICA Y DE CALADO DEL CANAL DE PANAMÁ |
| 410 | Valeria Ramírez and Jorge Garzon | DIFERENCIAS POBLACIONALES DE <i>Myadestes coloratus</i> UTILIZANDO MEDIDAS MORFOMÉTRICAS |
| 412 | Felipe Estribi and Neidha Nadal | Efectos de la institucionalidad en la inversión extranjera directa: Un estudio para Latinoamérica |
| 413 | Natalia Samuel, Carolina De La Guardia and Adaelen Ruiz | GENERACIÓN DE PARTÍCULAS SEUDOVIRALES DE SARS-COV-2 PARA ESTUDIOS DE NUEVOS ANTIVIRALES. |
| 416 | Manuel Adames, Alanna Armuelles, Yoana Pimentel, Castillo José and Ritela Gonzalez | INTERFERÓN GAMMA EN EL DIAGNÓSTICO DE TUBERCULOSIS LATENTE EN PACIENTES INMUNOSUPRIMIDOS |
| 417 | Indira Martínez, Glenn Alzualde, Román Gordón Mendoza and Luis Ramírez Camejo | EFFECTO DE LA PROFUNDIDAD DEL SUELO SOBRE LA DIVERSIDAD FÚNGICA EN REGIÓN AGRÍCOLA DE AZUERO. |
| 418 | Graciela Cecilia Sánchez Hidalgo, Euclides Deago and María de Los Ángeles Ortega | BARRERA REACTIVA PERMEABLE PARA LA REMOCIÓN DE NITRATO EN EL AGUA SUBTERRANEA UTILIZANDO MAZORCA DE MAÍZ |
| 419 | Nidiris Rojas Méndez, Glenn Alzualde, Luis Gálvez and Luis Ramírez Camejo | AISLAMIENTO Y CARACTERIZACIÓN DE <i>Metacordyceps</i> sp. EN SUELO CAFETALERO DE CHIRIQUÍ |
| 420 | Yulissa Quintero Castro, Indira Martínez, Glenn Alzualde, Nidiris Rojas, Luis Gálvez, Luis Ramírez Camejo and Román Gordón | DIVERSIDAD FÚNGICA EN SUELOS DE LA ZONA SUR DE AZUERO |
| 422 | Iluzka Bustamante and Neidha Nadal | ANÁLISIS DE COSTOS DIRECTOS PARA OBESIDAD CON DOS PATOLOGÍAS EN LA SALUD PÚBLICA DE PANAMÁ. |

| ID | Autor(es) | Título |
|-----|--|--|
| 425 | Mariel Monrroy, Onix Arauz, Luiggi Franco, Deilyn Quiel and José Renán García García | CONTENIDO DE AZÚCARES EN JUGOS MEDIANTE ESPECTROSCOPÍA INFRARROJA Y REGRESIÓN DE MÍNIMOS CUADRADOS PARCIALES |
| 426 | Lucia Ramos, Maria Stapf, Alicia Ibáñez, Rodolfo Flores and Juan Carrión | COMPOSICIÓN FLORÍSTICA ARBÓREA DE UNA HECTÁREA DE BOSQUE SECO EN GARACHINÉ, DARIÉN, PANAMÁ |
| 427 | Shannon Weeks, Thelma Quintero, Robert Duarte, Dumas De León, Cilini Arosemena, Yazmín Villarreal, Aydeé Cornejo and Darío López | ESTUDIO PILOTO DE LA CONTAMINACIÓN POR AGROQUÍMICOS EN LA REGIÓN COSTERA DE ANTÓN |
| 428 | José Renán García, Deylin Quiel, Huris Solís and Mariel Monrroy | DIVERSIDAD DE COMUNIDADES EUCARIOTAS EN ALGUNOS SUELOS AGRÍCOLAS DE PANAMÁ |
| 432 | Karelin Mairena and Carlos Galaz | EVALUACION DE UN MODELO SEMIDISTRIBUIDO PARA LA ESTIMACION DEL BALANCE HIDRICO EN LA SUBCUENCA DEL RIO GUARARE. |
| 434 | Mariana León | CARACTERIZACIÓN DE ACTITUDES AMBIENTALES EN JÓVENES DE PRE-MEDIA EN PANAMÁ |
| 437 | Madelaine M. Aguilar P., Joao B. Varela P., Gabriela Guerra, Steven García, Carlos Suiira, Rogelio Singh and Dick Solis | DETECCIÓN Y GENOTIPIFICACIÓN DE SALMONELLA SPP. EN AVES DESTINADAS AL CONSUMO HUMANO |
| 438 | Ana de Martínez, Jacinto Pérez, Yaxelis Mendoza and Juan Castillo Mewa | DETECCIÓN DE ALELOS HLA-A, HLA-B Y HLA-C EN INDIVIDUOS NAÏVE QUE VIVEN CON VIH/SIDA EN PANAMÁ |
| 439 | Noemí León Correoso and Edgardo Díaz Ferguson | DOCUMENTANDO A LOS RODOLITOS: BIOINGENIEROS MARINOS DEL PARQUE NACIONAL COIBA. |
| 440 | Eddier Rivera, Luisa Collado, Mileyka Santos and Anayansi Valderrama | FILARIAS TRANSMITIDAS POR MOSQUITOS (DIPTERA: CULICIDAE), EN ZONAS TRANSITORIAS DE PERSONAS MIGRANTES EN DARIÉN |
| 443 | Karla María Aguirre, Librada Del Carmen Nieto and Maria De Los Angeles Ortega Del Rosario | Análisis multicriterio del potencial de aprovechamiento de materiales naturales como constituyentes de materiales compuestos |
| 444 | Geraldine Barragan | Características demográficas y epidemiológicas de las avispas parasitoides Diapriinae y el micopatógeno Escovopsis en los nidos de la hormiga cultivadora de hongo Cyphomyrmex sp. |
| 445 | Kexy Rodríguez, Eric Flores, Carlos A. Rovetto R., Ivonne Nuñez, Edmanuel Cruz and Elía Cano | MODELOS DE INTELIGENCIA ARTIFICIAL APLICADOS AL MONITOREO Y ANÁLISIS DE DATOS ESPACIALES DE LAS TORTUGAS MARINAS. |
| 446 | Gerson Alexander Larios Aguirre, Yasser Adolfo Lopez Guzman and Johana Guadalupe Blanco Martinez | POTENCIAL ENERGÉTICO DE LOS NEUMÁTICOS FUERA DE USO RECOLECTADOS EN EL MUNICIPIO DE MANAGUA. |

| ID | Autor(es) | Título |
|-----|---|--|
| 447 | Kevin Gonzalez, Eliecer Aguilar, Ana Gabriela Aizprua, Eddy Cedeño and Javier Sanchez Galan | ESTRUCTURACIÓN DE UN SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOESPACIAL PARA EL ANÁLISIS DE DATOS DE SEGURIDAD ALIMENTARIA, INTERVENCIONES NUTRICIONALES Y DE SALUD HUMANA EN PANAMÁ |

LISTADO MESAS REDONDAS

| Código | Proponente | Título |
|--------|-----------------------------|--|
| MR-01 | Comité Nacional de Bioética | Recolección y uso ético de muestras y datos para investigaciones futuras |
| MR-02 | Gisselle Guerra | Una mirada al ODS 5 desde la ciencia y la academia |
| MR-04 | Omar López | Perspectivas del sistema de ciencia panameño: Retos y visión a futuro |
| MR-03 | Raisa Urribarri | La pandemia por Covid-19: Miradas y perspectivas desde las ciencias sociales |
| MR-05 | Silvia Arroyo Duarte | Urbanismo y arquitectura tradicional de Azuero: Caso de estudio de Parita, Herrera |
| MR-07 | Aura López de Ramos | Cultura investigativa de las universidades panameñas: Realidad o ficción |
| MR-08 | IISED Panamá | Que dicen las mujeres de la investigación científica y académica en Panamá |
| MR-06 | Elida de Obaldía | Desarrollando el futuro: la industria de semiconductores en Panamá |

LISTADO SIMPOSIOS

| Código | Título | Proponente |
|--------|--|--------------------------|
| S-01 | Avances en el conocimiento de la hidrología, carbono, planta y peces de Matusafarati | Indra Candanedo |
| S-02 | Enfermedad de Alzheimer: neurociencia clínica e investigación | Oris Lam de Calvo |
| S-03 | Historia de las mujeres en las ciencias sociales y las humanidades en Panamá | Eugenia Rodríguez Blanco |
| S-04 | Vida en el Canal de Panamá | Rachel Collin |
| S-05 | Nuevos horizontes en el estudio de antivirales con un enfoque multidisciplinario | Sandra López Verges |
| S-06 | Perspectivas Regionales de Utilización de la computación de alto rendimiento (HPC) | Javier Sánchez Galán |
| S-07 | Los orígenes del Castillo de San Lorenzo y del poblado de Chagres | Tomás Mendizábal |
| S-08 | Efectos del clima y del medio ambiente en las enfermedades desatendidas en Panamá | José Eduardo Calzada |
| S-09 | La Diabetes en la era de la innovación: Abriendo nuevos caminos para su tratamiento | Yanelys L. Jaén A. |
| S-10 | Virus Sincitial Respiratorio humano: Realidad y principales hallazgos | Leyda E. Ábrego S. |
| S-11 | Ecosistema de innovación y transferencia de conocimiento en Panamá | Grimaldo Ureña |



TRABAJOS COMPLETOS

Comunicaciones orales / Posters

XIX Congreso Nacional de Ciencia y Tecnología de Panamá

Propiedades de los suelos cafetaleros en zonas productivas de Colón y Panamá Oeste

Villarreal, José E.

Instituto de Innovación Agropecuaria de Panamá
Divisa, Los Canelos, Santa María, provincia de Herrera
Correo electrónico: jevilla38@gmail.com; ORCID: 0000-0003-1317-1960

Ramos, Iván A.

Instituto de Innovación Agropecuaria de Panamá
Divisa, Los Canelos, Santa María, provincia de Herrera
larz1103@gmail.com

Riquelme, Marcos

Fundación para la Conservación, Desarrollo Sostenible, Salud y Ambiente
Vista Alegre, Arraiján, provincia de Panamá Oeste
direccionejecutiva@fundacodesa.org

ABSTRACT

Planting robusta coffee is gaining greater interest among Panamanian farmers as an alternative for soil conservation. The objective was to characterize the properties of the soils of coffee producing farms in the provinces of Colón and Panamá Oeste for the preparation of regionalized fertilization cards according to the edaphoclimatic characteristics of each area. On 15 farms in the province of Colón and 20 in Panama Oeste, samples were taken at two depths (0-20 and 20-40 cm) to understand their properties and initiate a sustainable fertilization program that contributes to improving productivity. Digital maps were created using the Q-Gis v.2.2 program and regionalized fertilization cards for each zone. The soils of the province of Colón 47% presented a high percentage of aluminum saturation, average pH of 4.6, low levels of organic matter and phosphorus, and 53% low in potassium. 80% are high in magnesium, 40% in calcium. Imbalances were found in the Ca/Mg and Ca + Mg/K ratios, which causes nutritional problems. In Panama Oeste, 30% presented a high percentage of aluminum saturation, average pH of 5.3 and 1.4% organic matter, 100% are low in phosphorus, 90% low in potassium, medium and high levels of magnesium and calcium. A positive and statistically significant correlation was found between % clay, organic matter,

pH and calcium. It is expected with this characterization and regionalized fertilization cards to improve soil properties in a sustainable manner.

Keywords: soil properties, digital maps, fertilization, coffee, robusta

RESUMEN

La siembra de café robusta adquiere mayor interés entre productores panameños como alternativa de conservación de suelos. El objetivo fue caracterizar las propiedades de los suelos de fincas productoras de café en las provincias de Colón y Panamá Oeste para la elaboración de cartillas de fertilización regionalizadas de acuerdo con las características edafoclimáticas de cada zona. En 15 fincas de la provincia de Colón y 20 de Panamá Oeste, se tomaron muestras en dos profundidades (0-20 y 20-40 cm) para conocer sus propiedades e iniciar un programa de fertilización sostenible que coadyuve en el mejoramiento de la productividad. Se elaboraron mapas digitales utilizando el programa Q-Gis v.2.2. y cartillas de fertilización regionalizada para cada zona. Los suelos de la provincia de Colón 47% presentaron alto porcentaje de saturación de aluminio, pH promedio de 4.6, bajos niveles de materia orgánica y de fósforo, 53% bajos en potasio. El 80% están altos en magnesio, 40% en calcio. Se encontraron desbalances en las relaciones Ca/Mg y Ca + Mg/K, lo que ocasiona problemas nutricionales. En Panamá Oeste 30% presentaron alto porcentaje de saturación de aluminio, pH promedio de 5.3 y 1.4% de materia orgánica, 100% están bajos en fósforo, 90% bajos en potasio, niveles medios y altos de magnesio y calcio. Se encontró correlación positiva y estadísticamente significativa entre % de arcilla, materia orgánica, pH y calcio. Se espera con esta caracterización y las cartillas de fertilización regionalizadas lograr mejorar las propiedades de los suelos en forma sostenible.

Palabras Clave: propiedades del suelo, mapas digitales, fertilización, café, robusta

1. INTRODUCCIÓN

El café en Panamá se cultiva desde la época colonial española, el cultivar de *Coffea arabica* (cultivar Típica) llegó a Panamá por Portobelo, provincia de Colón en el año 1780 (Abrego, 2012).

La siembra de cultivos como el café robusta y arábica (MIDA 96), cada vez adquiere más interés entre los productores panameños, como una alternativa para la recuperación del sector agropecuario y para hacerle frente a los efectos del cambio climático, el alto costo de los insumos, la fluctuación de los precios de los productos en el mercado y la escasez de mano de obra, entre otros.

La mayoría de los suelos para provincias centrales son suelos donde predomina un bajo

contenido de materia orgánica, pH ácido, altos niveles de toxicidad de aluminio y bajos contenidos de bases (K, Ca y Mg) esto impacta en los rendimientos de parcelas de café. Según datos del MIDA (zafra 2020-2021) la producción de café en Panamá Oeste (1,700 ha-1425 productores), Coclé (4,600 ha-2,185 productores), Herrera (44.75 ha-143 productores), Los Santos (6 ha-30 productores), Colón (1,550 ha-2005 productores), representa el 53.3 % del total plantado en el país en un área de 7900.75 ha de un total de 14,826 ha plantadas a nivel nacional, donde 5,788 productores y sus familias se dedican a esta tarea.

Anteriormente (Villarreal et al. 2018), investigadores del Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá (IDIAP) elaboraron mapas de fertilidad de suelos a nivel nacional basándose en resultados de análisis de suelo, sin embargo, específicamente estudios para seleccionar el mejor sitio que favorezca el cultivo de café no se han hecho en el país.

El objetivo del trabajo fue caracterizar las propiedades de los suelos de fincas productoras de café en las provincias de Colón y Panamá Oeste para la elaboración de cartillas de fertilización regionalizadas de acuerdo con las características edafoclimáticas de cada zona.

2. MÉTODO

En 15 parcelas de los distritos de Colón (corregimiento Ciricito) y Chagres (corregimientos de Guabo y La Encantada) de la provincia de Colón y 20 parcelas de los distritos de Capira (corregimientos de Trinidad, Cirí Grande, Cirí de los Soto y Cacao) en Panamá Oeste se tomaron muestras de suelo en dos profundidades (0-20 y 20-40 cm) para conocer las propiedades de los suelos y así iniciar un programa de fertilización sostenible que coadyuve en el mejoramiento de la productividad. La selección de las fincas se hizo tomando en cuenta que fueran fincas en producción de café bajo sistema de sombra. Se elaboraron mapas de niveles de texturas, pH, materia orgánica, porcentaje de saturación de aluminio, capacidad de intercambio catiónico, macro y micronutrientes de los distritos donde se localizan las fincas seleccionadas, utilizando el programa Q-Gis v.3.32.1. Además, se elaboraron cartillas de fertilización recomendada para cada zona según sus características edafoclimáticas. Se realizaron análisis de estadística descriptiva, análisis de correlación de Pearson y análisis de componentes principales para conocer qué elementos están influyendo sobre la calidad de los suelos para el cultivo de café (Silva-Parra et al. 2017).

3. RESULTADOS

En los Cuadros 1 y 2 se presentan las correlaciones con alta significación estadística ($p < 0.05$) en suelos de Colón y Capira, respectivamente. Se destaca todas aquellas propiedades relacionadas con el contenido de Al y el pH del suelo afectándolo negativamente. También llama la atención en Colón, que el contenido de cobre afecta la densidad aparente y negativamente se correlaciona con el % de porosidad. Además, en suelos de Capira se

observa una alta correlación negativa entre contenido de fósforo y % de arcilla, indicando que hay una importante influencia de la fijación de fósforo por las arcillas en estos suelos, también entre magnesio y CICE, lo que denota una alta concentración de magnesio en esta zona. Estos resultados coinciden con los encontrados por Torrente y Ladino (2008) en suelos del sur colombiano.

Cuadro 1. Correlaciones de Pearson entre propiedades de suelos de Colon (0-20 cm)

| Variable (1) | Variable (2) | n | Pearson | p-valor |
|--------------|--------------|----|---------|---------|
| pH | Dap | 15 | -0,57 | 0,0254 |
| pH | %Porosidad | 15 | 0,57 | 0,0254 |
| pH | % Morg | 15 | -0,53 | 0,0413 |
| pH | %COS | 15 | -0,54 | 0,0389 |
| Mg | % Morg | 15 | -0,56 | 0,0304 |
| Mg | %COS | 15 | -0,56 | 0,0300 |
| Al | pH | 15 | -0,84 | 0,0001 |
| %Sat de Al | pH | 15 | -0,81 | 0,0003 |
| %Sat de Al | Ca | 15 | -0,52 | 0,0479 |
| %Sat de Al | Al | 15 | 0,86 | 0,0000 |
| CICE | Dap | 15 | 0,56 | 0,0307 |
| CICE | %Porosidad | 15 | -0,56 | 0,0307 |
| CICE | Ca | 15 | 0,71 | 0,0030 |
| CICE | Mg | 15 | 0,57 | 0,0251 |
| %Sat bases | pH | 15 | 0,81 | 0,0003 |
| %Sat bases | Ca | 15 | 0,52 | 0,0480 |
| %Sat bases | Al | 15 | -0,86 | 0,0000 |
| Fe | Dap | 15 | 0,57 | 0,0278 |
| Fe | %Porosidad | 15 | -0,57 | 0,0278 |
| Fe | pH | 15 | -0,57 | 0,0265 |
| Fe | Al | 15 | 0,71 | 0,0032 |
| Zn | Fe | 15 | 0,56 | 0,0292 |
| Cu | Dap | 15 | 0,80 | 0,0003 |
| Cu | %Porosidad | 15 | -0,80 | 0,0003 |

Cuadro 2. Correlación de Pearson entre propiedades de los suelos de Capira (0-20 cm).

| Variable (1) | Variable (2) | n | Pearson | p-valor |
|--------------|--------------|----|---------|---------|
| % Morg | Dap | 20 | -0,63 | 0,0027 |
| % Morg | %Porosidad | 20 | 0,63 | 0,0027 |
| %COS | Dap | 20 | -0,63 | 0,0026 |
| %COS | %Porosidad | 20 | 0,63 | 0,0026 |
| P | %Arcilla | 20 | -0,71 | 0,0005 |
| Al | pH | 20 | -0,49 | 0,0276 |
| %Sat de Al | pH | 20 | -0,51 | 0,0207 |
| %Sat de Al | Ca | 20 | -0,45 | 0,0475 |
| %Sat de Al | Al | 20 | 0,98 | 0,0000 |
| CICe | pH | 20 | 0,47 | 0,0379 |
| %Sat bases | pH | 20 | 0,51 | 0,0207 |
| %Sat bases | Ca | 20 | 0,45 | 0,0477 |
| %Sat bases | Al | 20 | -0,98 | 0,0000 |

En la Figura 1 se observa el resultado del análisis de componentes principales para los suelos de Colón. Los resultados indican que los suelos de La Encantada (3), Guabo (5), Santa Fe de Guabo (13), en menor grado los suelos de Plátano-El Guabo (7), El Bijao-La Encantada (12) están muy influenciados por el % de saturación de bases, % limo y en menor grado por el % arena, concentración de calcio, magnesio, potasio. Por otro lado, los suelos de Ciricito (1), Héctor Gallego (4), Las Cruces-La Encantada (11), están influenciados por el contenido de aluminio y con menor influencia de la densidad aparente, contenidos de hierro, cobre, zinc y la CICe. Los suelos de Los Cedros-Ciricito (6), Guabo (15) y en menor medida La Encantada (14), son muy dependientes del % de saturación de aluminio y el manganeso y en menor grado del % de arcilla y % de carbono orgánico del suelo. Los suelos El Pepino-Guabo (2), Los Cedros (8) y en menor grado La Encantada (9), tienen alta influencia del contenido de fósforo y sobre todo del pH, siendo menor la importancia de la porosidad. Este resultado coincide con los obtenidos por Silva-Parra et al (2017) para suelos en cafetales de México. En la Figura 2 se observa el resultado del análisis de componentes principales para los suelos de Capira. En esta zona el suelo de Ciri Grande (6) se muestra muy dependiente del pH, % saturación de bases, contenido de calcio y fósforo, en menor medida el % de arena y contenido de zinc, similar a los obtenidos por Castro-Tanzi et al. (2012). Los suelos de Trinidad (7, 14, 15), de Cacao (17, 18) y en menor grado el 20, también de Cacao, están influenciados por la concentración de magnesio. CICe, y con menor influencia de la densidad aparente y el % de limo. Igualmente, los suelos Ciri Grande (2), Ciri de los Soto (8), Trinidad (12, 13), y en menor grado los suelos de Ciri Grande (1, 3) y Ciri de los Soto (10), reciben mucha influencia del contenido de hierro, manganeso, % de materia orgánica, % carbono

orgánico con menor influencia del contenido de cobre y la porosidad. Los suelos Ciri de los Soto (9), Trinidad (11, 16) y en menor grado los suelos de Ciri Grande (4 y 5), tienen alta influencia del % de saturación de aluminio y % de arcilla. Tomando en cuenta los resultados de análisis de las muestras de suelo, el clima, la altura del sitio, se elaboraron cartillas de fertilización regionalizadas para las áreas muestreadas en las dos provincias. Al mismo tiempo se elaboraron mapas de propiedades como por ejemplo niveles de aluminio en suelos de Colón (Figura 1) y de contenido de materia orgánica en suelos de Capira (Figuras 2).

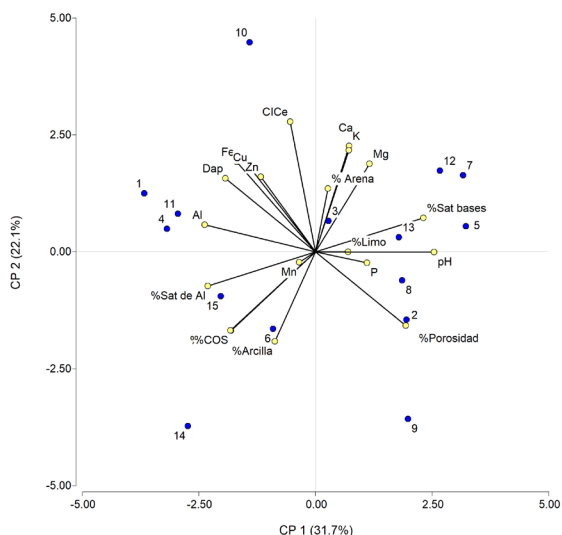


Figura 1. Análisis de componentes principales Suelos de Colón

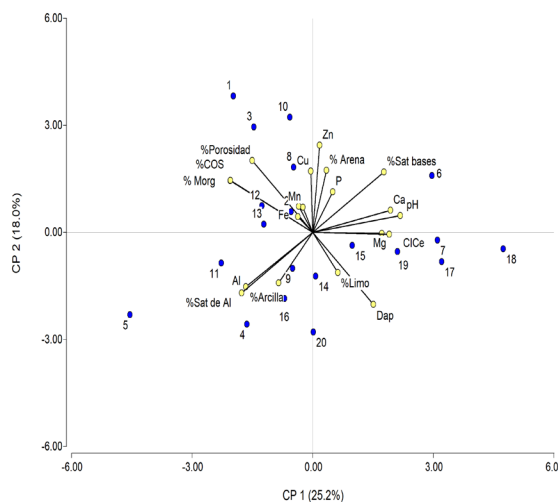


Figura 2. Análisis de componentes principales suelos de Capira

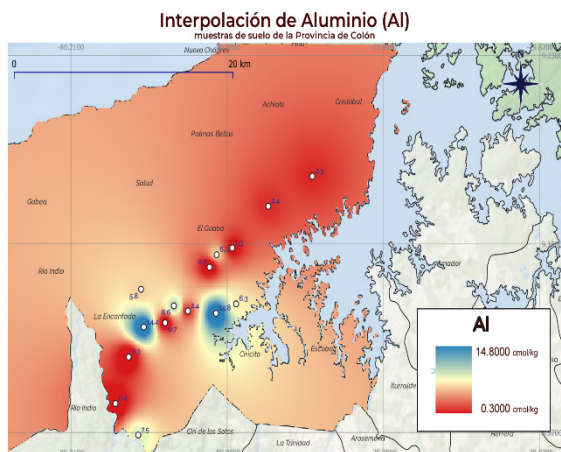


Figura 1. Niveles de aluminio en suelos de Colon

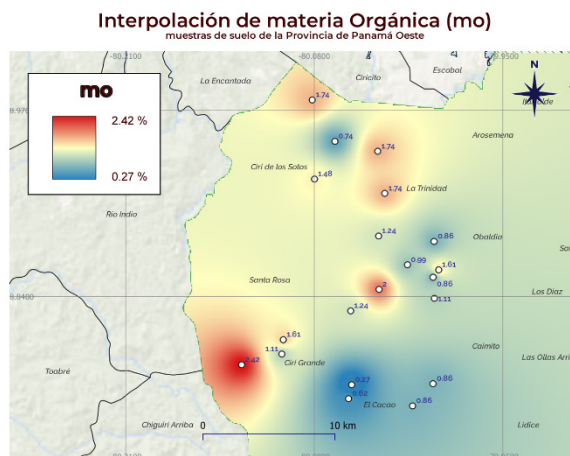


Figura 2. Niveles de materia orgánica en suelos de Capira

4. CONCLUSIONES

Los suelos estudiados en las zonas productoras de café de las provincias de Colón y Panamá Oeste en general han mostrado pH muy ácido, bajo contenido de materia orgánica, alto porcentaje de saturación de aluminio, algunas zonas con alto contenido de calcio y magnesio, problemas de compactación y consecuentemente baja porosidad dificultando la circulación del agua y el aire para las plantaciones. Se han elaborado las cartillas de recomendación de fertilización para estas tres provincias y en ellas se toma en cuenta toda esta situación y problemas físicos encontrados en los suelos. También se hace mucho énfasis en la fertilización orgánica de las plantaciones como complemento a la fertilización tradicional, buscando una nutrición más balanceada.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] Abrego, C. 2012. Manual para la producción orgánica del café Robusta. Panamá, Panamá: AECID.
- [2] Castro-Tanzi, S. Dietsch, T., Urena, N., Vindas, L., Chandler, M. (2012), Analysis of management and site factors to improve the sustainability of smallholder coffee production in Tarrazú, Costa Rica. *Agric. Ecosyst. Environ.* 155: 172-181.
- [3] Ministerio de Desarrollo Agropecuario (MIDA). 2021. Cierre agrícola zafra 2020-2021. www.mida.gob.pa/cierre_agricola_2020.pdf. Consultado 17/02/2022.
- [4] Silva-Parra, A., Colmenares-Parra, C., Alvarez-Alarcón, J. (2017). Análisis multivariado de la fertilidad de los suelos en sistemas de café orgánico en Puente Abadía, Villavicencio. *Revista U.D.C.A. Actualidad & Divulgación Científica* 20(2): 289 – 298.
- [5] Torrente, A., Ladino, A. (2008). Caracterización de propiedades fisicoquímicas de los suelos de la zona cafetera del municipio de Isnos con el fin de establecer su aptitud de uso y manejo. *Revista Ingeniería y Región*, vol 6 (1): 77 – 82.
- [6] Villarreal, J.E., Name, B. García, R.A. 2018. Fertility maps like tools for soils zonification in Panama. *Revista Informaciones Agronómicas de Hispanoamérica*, 31: 32 – 39.

AUTORIZACIÓN Y LICENCIA CC

Los autores autorizan a APANAC XIX a publicar el artículo en las actas de la conferencia en Acceso Abierto (Open Access) en diversos formatos digitales (PDF, HTML, EPUB) e integrarlos en diversas plataformas online como repositorios y bases de datos bajo la licencia CC:

Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International (CC BY-NC-SA 4.0) <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>.

Ni APANAC XIX ni los editores son responsables ni del contenido ni de las implicaciones de lo expresado en el artículo.

APRENDIZAJE ESTUDIANTIL RELATIVO A LA GENERACIÓN DE ENERGÍAS LIMPIAS-RENOVABLES EN LA UNIVERSIDAD PÚBLICA MEXICANA

García-González, C.

Universidad Autónoma de Baja California
Mexicali, México
cnrdgarcia@uabc.edu.mx

Arcos-Vega, J. L.

Universidad Autónoma de Baja California
Mexicali, México
arcos@uabc.edu.mx

López-Quintero, M. J.

Universidad Autónoma de Baja California
Mexicali, México
marja.lopez@uabc.edu.mx

Vázquez-Espinoza, A. M.

Universidad Autónoma de Baja California
Mexicali, México
anyvazquez@uabc.edu.mx

Abstract

Environmental Energy Legislation is regulated with the actions focusing on generating clean and renewable energies, where their impact in the environmental degradation is determined. Hence, the purpose is to determine the level of student knowledge with regards to their training profiles. The purpose of this study was to identify the relation between the learning of constitutional foundations topics regarding clean and renewable energies, energy and environmental regulations, license requirements and penalties related to the generation and transmission of clean and renewable energies. This present study was conducted in the Renewable Energies Program in the School of Engineering of the Universidad Autónoma de Baja California applied to 21 students. This non-experimental, qualitative type research used a descriptive statistical analysis by applying the Pearson correlation technique with a 0,05 significance level. A Social Sciences Statistical Software was used to process the data. The result of the correlation analysis are the knowledge variables of the energy and environmental laws, versus the knowledge of the authorities

regarding renewable energies and the aspirational goal of clean and renewable energy generation. The discussion resulted in evidence that the students have a better knowledge after having taken the subjects more than once, versus those who passed the subject on their first attempt. Finally, this study generated evidence of the relation between student knowledge during their evolution, and their understanding of the environmental and energy subject taught in ninth semester; also, a better performance was shown by the students in the handling of contents.

Keywords: Energy, Renewable, Clean, Higher Education, Legislation.

Resumen

La Legislación en energía Ambiental se regula con las acciones enfocadas en la generación de energías limpias y renovables, en la cual se determina su impacto en la degradación al medio ambiente. Por lo tanto, el propósito es determinar el nivel de conocimiento estudiantil en relación a su perfil de formación. El fin fue identificar la relación del aprendizaje en los temas de fundamento constitucional en torno a las energías limpias y renovables, regulaciones energéticas y ambientales, requisitos de permisos e infracciones de generación y transmisión de energías renovables y limpias. El estudio se llevó a cabo en la Facultad de Ingeniería, de la Universidad Autónoma de Baja California con 21 estudiantes de la disciplina de Ingeniería en Energías Renovables. La investigación es de diseño no experimental de tipo cualitativo y se aplicó un análisis de estadística descriptiva con la técnica de correlación de Pearson con un nivel de significancia de 0,05, en el análisis de los datos se utilizó el paquete de cómputo Paquete Estadístico para las Ciencias Sociales. El resultado del análisis de la correlación son las variables de conocimiento de las leyes ambientales y energéticas contra el conocimiento de las autoridades en materia de energías renovables y meta aspiracional de generación de energía limpia y renovable. La discusión se aporta evidencia que los alumnos tienen un mejor conocimiento posterior al cursar la materia más de una vez en contra de aquellos que solo la aprobaron por primera ocasión en el grupo y en conclusión el estudio genero evidencia de la relación del conocimiento de los estudiantes en su evolución y la comprensión en la materia ambiental y energética del curso de noveno semestre y se demostró un mejor desempeño para el manejo de los contenidos por parte de los alumnos.

Palabras claves: Energías, Renovables, Limpias, Educación Superior, Legislación.

1. INTRODUCCIÓN

En el presente estudio se realizó en la Universidad Autónoma de Baja California, institución pública de educación superior que se encuentra en el estado de Baja California, México, ejerciendo su influencia académica en las dimensiones del estado con diversos planteles universitarios que se encuentran en todos los municipios. La Universidad Autónoma de Baja California tiene como propósito fundamental las funciones de docencia, investigación, extensión de la cultura y los servicios que oferta a la comunidad. En la actualidad ofrece un total de 16 carreras relacionadas a la ingeniería, así como otras áreas del conocimiento. Cabe destacar que en esta investigación se da énfasis a la carrera de Ingeniería en Energías Renovables cuyo objetivo en el perfil de egreso es preparar al futuro profesionalista con un enfoque multidisciplinario altamente capacitado, que se dedica al estudio, diagnóstico, evaluación y planeación de recursos energéticos, mediante el análisis, diseño e implementación de tecnologías para la generación de energía que promueva el desarrollo sustentable [1].

La materia de Legislación Ambiental y Energética, trata del estudio de un complejo conjunto de tratados, convenios, estatutos, leyes, reglamentos que, de manera muy amplia, funcionan para regular la interacción de la humanidad con la energía y el resto de los componentes del medio ambiente, con el fin de reducir los impactos negativos de la actividad humana por la generación de energía en el medio natural y en la salud humana [2]. La materia de Legislación Ambiental y Energética, forma parte de las materias obligatorias de la etapa terminal de la carrera de Ingeniería en Energías Renovables. Cuya finalidad es que el alumno adquiera los conocimientos suficientes del contexto jurídico nacional e internacional, que fomentan y regulan las actividades relacionadas con las energías limpias y renovables [3]. De entre los temas que se desarrollan en el curso de Legislación Ambiental y Energética son; fundamento constitucional de las leyes relacionadas con la temática de energía limpia y renovable, leyes especializadas en tema de energía, leyes especializadas en tema de protección al medio ambiente por actividades relativas a la generación y transmisión de energía limpia y renovable, identificación de requisitos para la gestión de diferentes permisos ante la autoridad competente. Pese a que la formación de los alumnos es del área de ingeniería, no son ajenos a la adquisición de conocimientos correspondientes a las leyes y reglamentos que regulan estas actividades [4]. Dicho esto, se comenta que previo al inicio del desarrollo de proyectos, ya se debieron de gestionar diferentes permisos, con el conocimiento de la temporalidad y espacialidad que los limita, así como las consecuencias establecidas en las infracciones y sanciones de la ley respectiva [5].

Por los antecedentes analizados en este apartado se hace necesario estudiar el aprendizaje de los estudiantes en las energías limpias y renovables de la carrera de ingeniería en la Universidad Autónoma de Baja California.

2. MÉTODO

En este apartado se describe el tipo de estudio, participantes, variables, Fuentes de información y procedimientos en la cual se estudia el fenómeno del aprendizaje estudiantil en la disciplina de energías limpias y renovables.

El presente estudio cuenta con un diseño de método no experimental de tipo cualitativo. Participantes. Se seleccionó un grupo de 21 alumnos de la carrera de Ingeniería en Energías Renovables de la Facultad de Ingeniería, de la Universidad Autónoma de Baja California, México, la característica fue un censo de estudiantes de la facultad de ingeniería cuyas edades de 21 a 34 años, género 16 hombres y 5 mujeres que cursan la materia. Las siguientes variables de análisis son las siguientes: repetición la materia, Ley regulatoria de energías renovables, fundamento constitucional de energías renovables, requisitos de permiso para generación de energía eléctrica, no se requiere permiso de generación de energía eléctrica e infracción en generación de energías renovables en relación con el perfil de la carrera, conoce las autoridades en materia de energías renovables, meta aspiracional de generación de energía limpia y renovable. Las fuentes de información, se recolecto la información con la participación de los estudiantes de la carrera de Ingeniería en Energías Renovables en la Universidad Autónoma de Baja California. Se analizaron las referencias bibliográficas con respecto al tema de legislación ambiental y energética en México. El procedimiento fue la selección el grupo de 21 alumnos, luego se aplicó el cuestionario de 18 reactivos y el análisis fue la técnica de correlación de Pearson con un nivel de significancia de 0,05, y se utilizó para el análisis de los datos el paquete de cómputo Paquete Estadístico para las Ciencias Sociales [6].

Resultados

En este apartado se describe el análisis de los hallazgos obtenidos en la investigación cualitativa de los 21 estudiantes de la carrera de Ingeniería en Energías Renovables, en el cual se aplicó la técnica de estadística descriptiva de la correlación de Pearson con un nivel de significancia de 0,05, en la Tabla 1, se muestran las variables y destaca la correlación significativa de 0,459 entre variables de perfil de la carrera con respecto a la variable no se requiere permiso de generación de energía eléctrica en la impartición de la materia Legislación Ambiental y Energética de la disciplina de Ingeniería en Energías Renovables.

T

Tabla 1. Correlación de Pearson de conocimiento de Leyes aplicables a la generación de energías renovables.

| Variables de correlación | | Conocimiento | | | | | |
|---|---------------------------------------|-----------------------|--|--|--|---|---|
| | | Repetición la materia | Ley regulatoria de energías renovables | Fundamento constitucional de energías renovables | Requisitos de permiso para generación de energía eléctrica | No se requiere permiso de generación de energía eléctrica | Infracción en generación de energías renovables |
| Perfil de la carrera | Pearson Correlación Sig. (2-tailed) N | | | | | 0.459* | |
| | | | | | | 0.036 | |
| | | | | | | 21 | |
| Conoce las autoridades en materia de energías renovables | Pearson Correlación Sig. (2-tailed) N | 0.520* | 0.520* | 0.520* | 0.520* | | 0.520* |
| Meta aspiracional de generación de energía limpia y renovable | Pearson Correlación Sig. (2-tailed) N | 0.016 | 0.016 | 0.016 | 0.016 | | 0.016 |
| | | 21 | 21 | 21 | 21 | | 21 |
| | | | | | | | 0.520* |
| | | 0.016 | 0.016 | 0.016 | | | 0.016 |
| | | 21 | 21 | 21 | | | 21 |

Nota. *Nivel de significancia de la correlación 0.05 (2 colas).

La relevancia de los temas de conocimiento respecto a las autoridades administrativas con la meta aspiracional de generación de energía limpia y renovable, se asocian con los temas legales, esto debido a que las infracciones que se pudieran generar por la generación de energías limpias y renovables que están plasmadas en la ley regulatoria de energías renovables y la ley ambiental respectiva. Destaca que los estudiantes de ingeniería, aunque no conocen de leyes en términos generales, están de acuerdo que existen regulaciones de gestiones administrativas para la generación de energía eléctrica sea cual fuere el origen de la energía primaria. Otro aspecto que se resalta en la investigación, corresponde a las energías limpias y renovables en los programas de formación universitario, está relacionado con las reflexiones acerca de la importancia del actual uso indiscriminado de las energías convencionales, por lo que es necesario la planificación curricular en estos temas, así como la racionalidad técnica para su desarrollo. Por lo anterior, existe la necesidad de proporcionar espacios educativos a nivel universitario, para que los estudiantes desarrollen capacidades legales básicas, tal como es el curso de Legislación Ambiental y Energética, mediante la apertura del discurso en el aula, que puede ser facilitado con el enfoque del desarrollo y uso de las energías limpias y renovables [7].

3. CONCLUSIONES

La aportación de los hallazgos obtenidos en el campo del conocimiento del aprendizaje de los estudiantes en las energía limpias y renovables de la formación de los alumnos del área de Ingeniería, que se complementa la impartición en el campo de conocimiento de la materia de Legislación Ambiental y Energética, en temas relativos a la realidad actual, en la cual se les comparte información respecto a los permisos necesarios para gestionar los trámites administrativos correspondiente, para la generación de energías limpias y renovables.

Los resultados reflejan que los alumnos presentan un mejor conocimiento después de cursar la materia más una vez en contra de aquellos que solo la aprobaron por primera ocasión en el grupo y la investigación muestra la evidencia de la relación del conocimiento de los estudiantes en su evolución del comprensión en materia ambiental y energética de la disciplina que cursaron en el noveno semestre, demostraron una mejor comprensión y habilidad para el manejo de los contenidos del curso de Legislación Ambiental y Energética. A los alumnos les queda muy claro que al infringir alguna regulatoria administrativa para la gestión de permiso para la generación de energía limpia y renovable existen consecuencias administrativas las cuales pueden trascender a otros ámbitos legales. En cuanto al aspecto ambiental, los alumnos se asombraron al conocer la amplia variedad de normatividades ambientales existentes, las cuales son la guía para cumplir con los lineamientos mínimos necesarios para el respeto al medio ambiente.

REFERENCIAS

- [1] Zúñiga-González, L. y Valenzuela-González, A. (2020). Educación en energías renovables desde el enfoque Ciencia, Tecnología y Sociedad-CTS. *Pensamiento y Acción*, (28), 47-59. <https://doi.org/10.19053/01201190.n28.2020.11057>
- [2] Torres, N. y Solbes, J. (2016). Contribuciones de una intervención didáctica usando cuestiones sociocientíficas para desarrollar el pensamiento crítico. *Enseñanza de las Ciencias*, 34(2), 43-65. <http://dx.doi.org/10.5565/rev/ensciencias.1638>
- [3] Capote, G., Rizo, N. y Bravo, G. (2016). La formación de ingenieros en la actualidad. Una explicación necesaria. *Revista Universidad y Sociedad*, 8(1), 21–28.
- [4] Villalobos, L. H. (2014). Los fenómenos y sus causas. Una oportunidad para aprender a hacer ciencia y ejercitar la imaginación. *Revista Eureka sobre enseñanza y divulgación de las ciencias*, 11(1), 68-82. http://dx.doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2014.v11.i1.07
- [5] Ferrandis, I. G., Ferrandis, X. G. y Latorre, E. M. (2018). Percepción de alumnado universitario sobre estrategias de enseñanza-aprendizaje activas. *Revista Electrónica de Enseñanza de Las Ciencia*, 17(3), 642–663.
- [6] Hernández, S. R., Fernández C. C. y Baptista L. P. (2014). *Metodología de la investigación* (6a ed., pp. 81-88). McGraw-Hill/Interamericana.
- [7] Díaz, N. y Jiménez-Liso, M. (2012). Las controversias socio-científicas: temáticas e importancia para

la educación científica. Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias, 9(1), 54-70.

AUTORIZACIÓN Y LICENCIA CC

Los autores autorizan a APANAC XIX a publicar el artículo en las actas de la conferencia en Acceso Abierto (Open Access) en diversos formatos digitales (PDF, HTML, EPUB) e integrarlos en diversas plataformas online como repositorios y bases de datos bajo la licencia CC:

Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International (CC BY-NC-SA 4.0) <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>.

Ni APANAC XIX ni los editores son responsables ni del contenido ni de las implicaciones de lo expresado en el artículo.

EL IMPACTO DE LA DIGITALIZACIÓN EN EL MARKETING Y COMO AFECTA EL COMPORTAMIENTO DEL CONSUMIDOR

Garavito Abril, Lilly

Universidad Tecnológica de Panamá
Panamá, Panamá

lilly.garavito@utp.ac.pa u ORCID ID (0009-0005-4518-9681)

Peñalba Achurra, Vanesa

Universidad Tecnológica de Panamá
Panamá, Panamá

vanesa.penalba@utp.ac.pa u ORCID ID (0000-0003-4801-7031)

ABSTRACT

Digitalization today is increasingly present in people's lives and companies, bringing changes in their behavior and decisions. Through a bibliometric analysis has been investigated the importance of digital Marketing, people's behaviors, and the evolution of research published in the last 20 years were studied; The objective of this investigation was to identify methodologies and contributions in fields like digital Marketing, E-Commerce, and consumer behavior, a survey was applied to a sample in Panama to identify the opinion and perspective of the development of E-Commerce in the country; As a result of the bibliometric analysis, an increase in publications starting in 2021 was evident due to the pandemic, the importance of generating trust among consumers within the digital world is essential. Within the articles investigated, the most common topic was E-Commerce with 27%; Similarly, in the survey applied the population was evident in favor of a complete E-Commerce implementation in Panamá with 88% in favor and 85% trusted purchases made online. The importance consumers give today to digital platforms is high, the same way that is evident in research that there has been more interest in recent years to investigate how digitalization plays a fundamental role in business development and how the digital presence of companies can change the perspective and generate trust in the consumer that at the end will transform into a sale and a long-term relationship.

Key words: Consumer behavior, Digital Marketing, E-Commerce, Digitalization, Bibliometric Analysis.

RESUMEN

La digitalización hoy día está más presente en la vida de las personas y empresas trayendo cambios en el comportamiento y decisiones de compra, por esta razón a través de un análisis bibliométrico se investigó la importancia que ha adquirido el *Marketing* digital en el comportamiento de las personas y se estudió la evolución de las investigaciones publicadas en los últimos 20 años, el objetivo fue identificar metodologías y aportes en campos del *Marketing* digital, *E-Commerce* y comportamiento del consumidor y se aplicó una encuesta a una muestra en Panamá para identificar la opinión de la población y perspectiva del desarrollo del *E-Commerce* en el país; Como resultado del análisis bibliométrico se evidencio un aumento de publicaciones a partir del 2021, dentro de las publicaciones la importancia de generar confianza a los consumidores en el mundo digital es esencial, el tema con mayor mención fue el *E-Commerce* con un 27%; de igual forma en la encuesta aplicada se evidencio una población a favor de la implementación completa de *E-Commerce* con un 88% y el 85% confía en las compras online, se destaca la importancia de las plataformas digitales y el interés en los últimos años de investigar el papel de la digitalización en los negocios y como la presencia digital puede cambiar la perspectiva y generar confianza al consumidor que al final se va a transformar en una venta y una relación a largo plazo.

Palabras claves: Consumidor, Marketing Digital, *E-Commerce*, Digitalización, Análisis bibliométrico.

1.INTRODUCCIÓN

El comportamiento de las personas se ha visto influenciados debido a la evolución y transformación digital que se ha estado viviendo en los últimos años teniendo un impacto en las generaciones y cultura lo que genera un cambio significativo en el mercado actual, esto trae consigo un reto dentro del área de la digitalización y Marketing de las empresas ya que tienen el desafío de comprender las necesidades de las personas y sus exigencias para lograr consolidarse en el mercado actual. [1]

Debido a la Pandemia por COVID-19 en Panamá el E-Commerce presento un aumento del 40% en el 2020 con respecto a los anteriores años, esto ha traído al país muchos retos para integrar la tecnología y el comercio donde otros países del mundo tienen un entorno digital completamente desarrollado, el gran desafío que hoy tienen los comercios e industrias para acoplarse al mundo del comercio digital es amplio debido a la inversión y herramientas que esto conlleva. [2]

La dinámica del mercado actual se da dentro de los mercados mundiales donde se ha creado la visión de un mundo sin fronteras [3] mientras nos enfrentamos a la revolución de la

industria 4.0 que es básicamente la implementación de la tecnología y digitalización dentro de las industrias para apoyar la automatización de procesos, esto trae consigo la importancia de la investigación a través de estudios y metodologías que faciliten la comprensión de las necesidades en el entorno actual. [4]

2. METODOLOGÍA

Al realizar esta investigación se utilizó el análisis bibliométrico sobre el E-Commerce, Marketing digital y su impacto en el comportamiento del consumidor, es una investigación teórica que busca relatar, mencionar y destacar los rasgos sobre el tema a investigar. De acuerdo con Cooper [5] el análisis bibliométrico tiene como objetivo integrar perspectivas en un campo de estudio, crear puentes entre diferentes ramas, reconocer problemáticas e identificar vacíos en la literatura estudiada.

El desarrollo de este análisis bibliométrico se dividió principalmente en 4 pasos:

- Selección de fuentes de información donde se utilizaron bases de datos científicas como Emerald Insight, Scielo, Wiley Online Library y Science Direct.
- Realización de la búsqueda, para esto se eligieron palabras claves como “Digital marketing AND E-Commerce AND Behavior”, “Consumer”, “Review”, “Marketing 4.0”, “Industry 4.0”, “Business”, “Marketing”, “Globalization”, “Customer”, “Online Business”.
- Gestión y depuración de datos, con el apoyo de Excel se exportaron los resultados destacados de esta búsqueda utilizando el gestor de bibliografías de Word de este modo hay mayor flexibilidad al procesar la información obtenida.
- Análisis de los resultados después de depurar la información se identificaron categorías, metodologías y temas principales que apoyen en la investigación. [6]

De acuerdo con la información recolectada y analizada después de realizado el análisis bibliométrico se procederá a realizar una encuesta para tener datos sobre la realidad que presenta hoy día el E-Commerce dentro de la población panameña, donde se realizó un muestreo al azar simple [7] mayor de 18 años en las provincias de Panamá y Panamá Oeste. La muestra utilizada se calculó utilizando un 95% de confianza y un margen de error del 10% resultando con un total de 97 personas a encuestas.

3. RESULTADOS

A. Evolución de las investigaciones sobre el E-Commerce y Marketing digital.

La evolución es parte fundamental para el desarrollo y avance en el sector económico, por esto es fundamental dentro del conocimiento identificar las áreas de estudios que tienen una mayor representación en los últimos años, de acuerdo con las bibliografías recolectadas

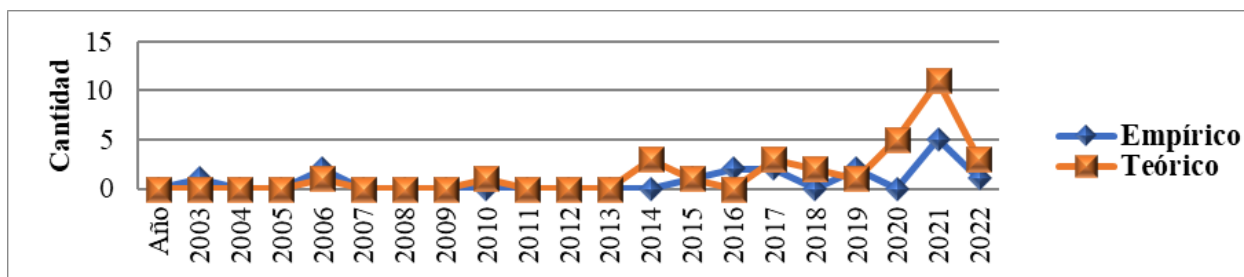
entre los años 2003 y 2022 se evidencio un aumento significado del 71% a partir del 2017 ya que a partir de este se empieza a crear una base de investigaciones robusta con respecto a la digitalización lo que confirma el aumento de interés en los últimos 5 años.

Se destaca un aumento exponencial en el año 2021 representando el 34% de todas las bibliografías recolectadas, se evidencia el interés por querer conocer los cambios en el comportamiento del consumidor; Cabe resaltar que el 68% de los autores provienen de Europa y Estados Unidos, lo que indica con evidencia que los países en vía de desarrollo aun no poseen una base de datos robusta para conocer realmente la situación local con respecto a la digitalización del comercio y *Marketing*.

B. Metodologías en los estudios sobre E-Commerce y Marketing Digital.

La metodología es de suma importancia, ya que ayuda a dirigir la investigación hacia diferentes métodos de investigar ya sea cuantitativo, cualitativo; En esta investigación también seleccionamos la revisión de lectura como una metodología de los estudios ya que ayuda a identificar diferentes líneas de investigación que se realizaron en las bibliografías. Dentro de las 47 bibliografías seleccionadas se destacan dos tipos de metodologías:

- Investigación empírica: Esta se basa directamente en hechos y puede ser realizada de forma experimental, ya sea en laboratorios o ambientes tanto naturales como ambientes controlados, esta genera datos cuantitativos.
- Investigación teórica: Esta se fundamenta en teorías y conceptos ya establecidos relacionados a leyes o fenómenos, cabe resaltar que esta no es solamente bibliográfica, también puede ser revisiones de lectura o análisis de textos y documentos. [8]



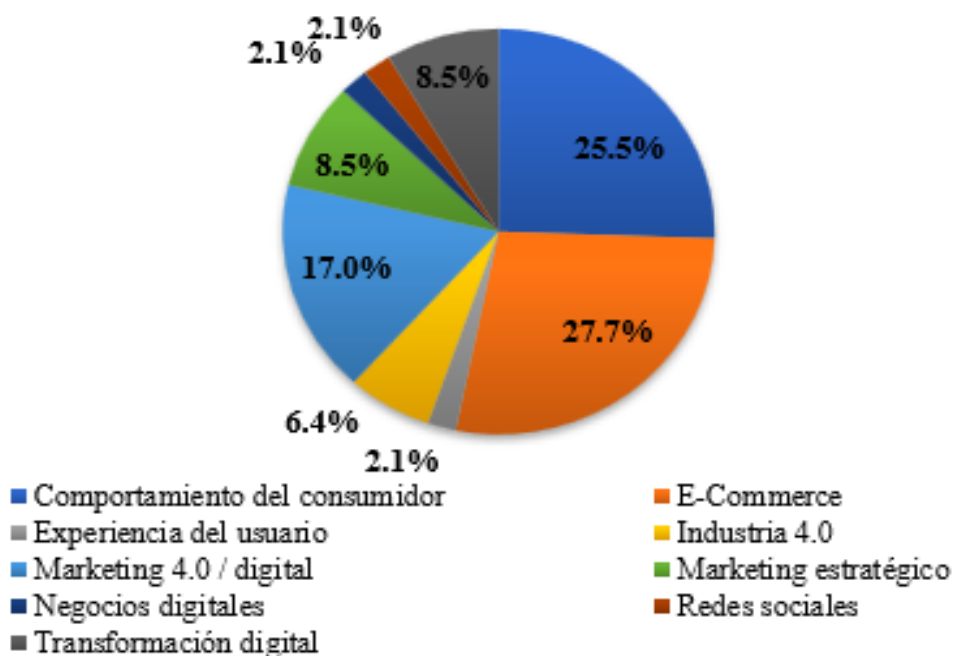
Gráfica 1. Evolución de la naturaleza metodológica de las publicaciones

Tomando en cuenta las definiciones se clasificaron las bibliografías donde 16 bibliografías fueron clasificadas como investigaciones empíricas y 31 como investigaciones de carácter teórico, lo que equivale a 34% de carácter empírico y 66% teóricas; A partir del 2015 se observa una evolución donde las investigaciones empíricas comienza a tener una mayor presencia con un total de 13 publicaciones entre el 2015 y el 2022 lo que representa el 81%

del total de las publicaciones empíricas realizadas.

C. Análisis del contenido de las publicaciones sobre el E-Commerce y Marketing Digital.

Dentro de los rubros identificados los 5 más mencionados son comercio, el consumidor, *marketing*, la digitalización e industria; Es necesario destacar el rubro con mayor participación el cual es el comercio con un 30%, el segundo con mayor participación es el consumidor con un 28%, de igual forma se destacan las bibliografías que centran sus estudios es el *Marketing* con un 25% con los diferentes tipos de *Marketing*, ya sea digital o tradicional, esto demuestra porcentualmente como estos tres rubros están conectados entre su ya que el consumidor es parte esencial del desarrollo comercial y del *Marketing*.



Gráfica 2. Generalidades de las publicaciones.

Dentro de los datos recolectados en la Gráfica 2 se destaca el estudio del *E-Commerce* con un 27.7% siendo este el tema con mayor mención en las bibliografías seleccionadas, esto se ve relacionado con el rubro del comercio, ya que actualmente cuando se investiga o habla del comercio convencional ya es necesario mencionar el *E-Commerce* como un tema de interés para profesionales e instituciones.

Con estos enfoques seleccionados se puede visualizar como todos los rubros dentro de la comercialización se han visto impactados debido al aumento de la digitalización y no es solamente en áreas como el *Marketing*, sino también se ven impactadas la logística, la cadena de suministro, las ventas y demás áreas que deben irse adaptando a la era digital para generar una mayor productividad para que al final estas mejoras se vean reflejadas

en la atención al cliente final generando esa confianza necesaria para incluir estos clientes dentro del *E-Commerce*.

D. Análisis encuesta aplicada

Cada consumidor quiere satisfacer sus necesidades por esta razón cuando se busca estudiar el comportamiento del consumidor puede resultar difícil lograr sacar resultados homogéneos, ya que influyen factores sociales, psicológicos, económicos, demográficos, etc.; Esta encuesta se enfocó en 3 aspectos, datos demográficos, comportamiento de compra en el hogar y compras por medios electrónicos.

De acuerdo con los cruces de respuestas realizados se destacaron los siguientes resultados; El 45% de los encuestados realiza compras a veces por internet, representado mayormente por mujeres con 32 y hombres con 12. Las personas que realizan compras raramente y con frecuencia representa un 27% cada uno siendo en su mayoría mujeres con 29 y hombres con 22; En cuanto a la confianza que generan las compras online el 85% de las personas confía en las compras online, mientras el otro 15% no confían representado. Esta pregunta rectifica uno de los temas que sobresalieron en el análisis bibliométrico debido al gran reto que tiene el *E-Commerce* de lograr ganarse la confianza de las personas al querer realizar compras online.

En base a la fidelización en los productos de primera necesidad se observó que el 50% de las respuestas representado raramente cambia de marca en sus productos de primera necesidad, seguido por la opción a veces con un 34%, las otras tres opciones nunca, regularmente y siempre son las que representan un menor porcentaje de seleccionados con un total de 16%. De acuerdo con los canales de compra el 55% sigue realizando compras de forma física, seguido por compras a través de sitios web con un 25% de uso para realizar compras, aun así, representa casi una tercera parte de los canales que utilizan las personas para realizar compras. Los dos canales que menos se utilizan son la aplicación móvil y el catálogo representado por un 20%, esto nos indica el gran crecimiento que ha tenido la venta por páginas web.

4. CONCLUSIÓN

A través del tiempo nos enfrentamos a consumidores más exigentes lo que requiere un mayor estudio, investigación y actualización por parte de profesionales y académicos del área, tras el análisis bibliométrico y encuesta se puede concluir que la tecnología está obligando a las empresas a adaptarse dentro de nuevos nichos de mercado y a implementar estrategias de *Marketing* diferentes al método tradicional para generar una confianza y fidelización.

En consecuencia, la economía panameña está viviendo una revolución, donde los mismos consumidores están exigiendo una mayor presencia digital de los negocios, debido en gran

medida a las tendencias que grandes empresas del *E-Commerce* en el extranjero están creando, trayendo consigo consumidores panameños que buscan un mismo nivel de servicio y rapidez en el comercio nacional.

En resumen, el *E-Commerce* y *Marketing* digital están generando un cambio en el comportamiento del consumidor, en gran parte debido a que las personas hoy día tienen acceso a mucha más información en tiempo real, con solo utilizar un dispositivo electrónico pueden buscar en cuestión de segundos creando personas más conscientes de su consumo y exigentes a la hora de elegir una marca, producto o un servicio.

REFERENCIAS

- [1] R. Hawkins, «e-Commerce Business,» *The International Encyclopedia of Digital Communication and Society*, pp. 1-4, 2015.
- [2] M. Rodríguez, «El comercio electrónico en Panamá creció un 40% durante la pandemia,» Panamá, 2021.
- [3] A. Ferrer, «América Latina y la globalización,» CEPAL Universidad de Buenos Aires, pp. 1-22, 1998.
- [4] E. Yakut, «Effects of Technological Innovations on Consumer Behavior: Marketing 4.0 Perspective,» *Industry 4.0 and Global Businesses*, 2022.
- [5] H. M. Cooper, «Research Synthesis and Meta-Analysis: A Step-by-Step Approach.,» SAGE Publications., 2010.
- [6] C. M.-G. J. & A.-L. R. Medina-López, «Una Propuesta Metodológica para la Realización de Búsquedas Sistemáticas de Bibliografía,» *Working Papers on Operation Management*, pp. 13-30, 2010.
- [7] J. C. Argibay, «MUESTRA EN INVESTIGACION CUANTITATIVA,» Universidad de Ciencias Empresariales y Sociales, pp. 13-29, 2009.
- [8] F. Arias-Odón, «Investigación teórica, investigación empírica e investigación generativa para la construcción de teoría,» 2019. [En línea]. Available: https://www.researchgate.net/publication/335927792_Investigacion_teorica_investigacion_empirica_e_investigacion_generativa_para_la_construccion_de_teor%C3%ADa_Precisiones_conceptuales_1.

AUTORIZACIÓN Y LICENCIA CC

Los autores autorizan a APANAC XIX a publicar el artículo en las actas de la conferencia en Acceso Abierto (Open Access) en diversos formatos digitales (PDF, HTML, EPUB) e integrarlos en diversas plataformas online como repositorios y bases de datos bajo la licencia CC:

Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International (CC BY-NC-SA 4.0) <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>.

Ni APANAC XIX ni los editores son responsables ni del contenido ni de las implicaciones de lo expresado en el artículo.

Comportamiento anual de la calidad del agua y caudal sólido de la microcuenca La Zanguenga

Gómez, Shantale

Facultad de Ingeniería Civil – (FIC), Universidad Tecnológica de Panamá
Panamá, República de Panamá
shantale.gomez@utp.ac.pa

Esquivel, Alexander

Centro de Investigaciones Hidráulicas e Hidrotécnicas – (CIHH), Universidad Tecnológica de Panamá
Panamá, República de Panamá
alexander.esquivel@utp.ac.pa

Arcia, Manuel

Facultad de Ingeniería Civil – (FIC), Centro Regional de Panamá Oeste, Universidad Tecnológica de Panamá
Panamá Oeste, República de Panamá
manuel.arcia@utp.ac.pa

Espino, Kleveer

Centro de Investigaciones Hidráulicas e Hidrotécnicas – (CIHH), Universidad Tecnológica de Panamá
Panamá, República de Panamá
kleveer.espino@utp.ac.pa

Flores, Isaías

Subcentro de Investigación e Innovación Agrícola y Forestal La Zanguenga, Instituto de Innovación Agropecuaria de Panamá – (IDIAP)
La Chorrera, Panamá Oeste, República de Panamá

Abstract

Population expansion and economic growth bring with them development, as well as increased pressure on natural resources. Productive activities such as cattle ranching, pig farming, and agriculture have the potential to compromise water quality, and degrade soil resources by increasing erosion. Studies and monitoring provide information on the status of the resources and warn of possible changes in their management and conservation. The objective of this work is to diagnose the physicochemical and bacteriological parameters of the surface streams of the La Zanguenga Creek micro-watershed, as well as to measure the volume of suspended solids transported to the Caño Quebrado River sub-watershed. To fulfill this purpose, 8 flow-rate measuring and sampling sites were selected, and a monthly

sampling frequency was established; a multiparameter probe and a current meter were used in the field to measure parameters and flow, respectively; spectrophotometer and Colilert method in the laboratory for the rest of the missing parameters; and the National Sanitation Foundation Water Quality Index and suspended solids concentrations were used for the calculations. Regarding the flow of solids in the different watercourses, values were obtained between 4,23 and 89,30 T/year for suspended solids, and 13,64 and 164,13 T/year for dissolved solids; in addition, the values obtained in the calculation of the water quality index indicated that the water in the micro-watershed 's creeks is in a "fair to poor" condition, with WQI results ranging from 46.98 to 53.42.

Keywords: Water, quality, flow, index, sediments

Resumen

La expansión demográfica y el crecimiento económico traen consigo desarrollo, así como una mayor presión sobre los recursos naturales. Las actividades productivas como la ganadería, porcicultura y agricultura tienen el potencial de comprometer la calidad del agua, y degradar el recurso suelo al acrecentar la erosión. Los estudios y monitoreos proporcionan información sobre la situación de los recursos, y permiten advertir sobre posibles cambios en su manejo y conservación. El objetivo del trabajo consiste en diagnosticar las características fisicoquímicas y bacteriológicas de las corrientes superficiales de la microcuenca de la quebrada La Zanguenga, así como medir el volumen de sólidos suspendidos transportados que transmite, a la subcuenca del río Caño Quebrado. Para cumplir con este propósito, se seleccionaron 8 sitios de aforo y muestreo, y se estableció una frecuencia de muestreo mensual; se utilizó en campo una sonda multiparamétrica y un correntómetro para la medición de parámetros y caudal, respectivamente; espectrofotómetro y método de Colilert en laboratorio para el resto de los parámetros faltantes; y el Índice de Calidad de Agua del National Sanitation Foundation y las concentraciones de sólidos suspendidos para los cálculos. Sobre el caudal de sólidos de los distintos cauces, se obtuvieron valores entre 4,23 y 89,30 T/año para sólidos suspendidos, y 13,64 y 164,13 T/año para sólidos disueltos; además, los valores obtenidos en el cálculo del índice de calidad de agua denotaron que el agua de los cauces de la microcuenca presenta una condición entre "regular y mala", obteniéndose resultados de ICA entre 46,98 y 53,42.

Palabras claves: Agua, calidad, caudal, índice, sedimentos.

1. INTRODUCCIÓN

La Cuenca Hidrográfica del Canal de Panamá (CHCP) constituye la cuenca más importante de la República de Panamá, debido a las múltiples actividades que en ella se desarrollan. La continua expansión demográfica y el crecimiento económico trae consigo no solo desarrollo para la región, sino también una mayor presión sobre los recursos naturales del área, lo cual acarrea problemas todavía más grandes [1]. Específicamente, la subcuenca del río Caño Quebrado, la cual forma parte del sistema hidrográfico del Lago Gatún, se caracteriza por actividades productivas como la ganadería, avicultura, porcicultura y agricultura (especialmente de piña) que, a su vez, la han llevado a ser considerada un área parcialmente degradada [2]. De acuerdo con la percepción de los pobladores de las subcuencas Los Hules-Tinajones y Caño Quebrado, la calidad del agua se encuentra comprometida. Por otro lado, la erosión y los malos manejos de producción degradan el recurso suelo y dificultan su uso [3].

Una de las actividades más importantes para la gestión del recurso hídrico es el monitoreo periódico de los cuerpos de agua, con el propósito de detectar, de manera temprana, cambios en la calidad del recurso. Existen, además, variadas sustancias y formas de energía que pueden actuar como contaminantes: uno de los principales son los sedimentos puesto que, particularmente, el transporte de sólidos suspendidos tiene la capacidad de afectar la ecología y morfología de los cauces [4]. De ahí la importancia de estudios y monitoreos, puesto que estos proporcionan información sobre la situación del recurso, así como también permiten advertir sobre posibles cambios en su uso, manejo y conservación.

En atención a esto, y con miras a proporcionar información acerca de la condición del recurso hídrico y los sedimentos en el área de estudio, se planteó el objetivo de diagnosticar las características fisicoquímicas y bacteriológicas de las corrientes superficiales principales de la microcuenca, así como medir el volumen de sólidos suspendidos transportados que transmite, en su conjunto, a la subcuenca del río Caño Quebrado.

2. METODOLOGÍA

El área de estudio corresponde a la microcuenca de la quebrada La Zanguenga, la cual se localiza en la parte media-alta de la subcuenca del río Caño Quebrado, en la Cuenca Hidrográfica del Canal de Panamá (CHCP), en el corregimiento de Herrera, distrito de La Chorrera, provincia de Panamá Oeste [5]. Esta cuenta con una superficie de 16,105 km² y un régimen de precipitación con una media anual de 2045,94 mm. Su principal característica corresponde a las actividades productivas que en ella se desarrollan, destacándose la agricultura y ganadería [6] por ocupar el 91,07% de la superficie total de la microcuenca. La red hídrica del área de estudio, que tiene una longitud aproximada de 20,6 km y un

patrón de drenaje de tipo dendrítico, está compuesta por siete cauces, siendo la quebrada Zanguenga el cauce principal y sus tributarios las quebradas: Almendral, Gato de Agua, Caraño, Indio, Aspadilla y Valentín. Las metodologías empleadas se pueden agrupar en tres grupos:

A. Trabajo de campo y recolección de muestras

El trabajo de campo comenzó con la elección de los sitios de aforo y muestreo, lo cual se basó en las características que debe tener una sección de aforo (ser estable, ubicada en un tramo recto y homogéneo, presentar un régimen uniforme y permanente de flujo, entre otros). Se definieron 8 sitios de muestreo para cubrir los 7 cauces. Se optó por realizar giras mensuales donde (en campo) se realizaron: medición de caudal líquido por el método de aforo por vadeo con correntómetro, toma de muestras de agua para análisis de laboratorio (con botellas de 1 litro y envases estériles) y medición in situ de algunos parámetros fisicoquímicos con una sonda multiparamétrica.

B. Trabajo de laboratorio

El trabajo de laboratorio consistió en el análisis de las muestras de agua (tomadas en campo) para la determinación de los parámetros fisicoquímicos y bacteriológicos restantes. Para ello se utilizaron: un colorímetro y un espectrofotómetro para la determinación de la turbidez, sólidos suspendidos, nitratos y fosfatos; el método de Colilert para la determinación de los Coliformes Totales y Escherichia Coli; y el método de Winkler para la determinación de la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO_5).

C. Cálculo del caudal sólido e índice de calidad de agua

Para el cálculo del caudal sólido se requirió utilizar los registros mensuales de caudal líquido de cada una de las quebradas, así como las concentraciones de sólidos suspendidos; mientras tanto, para el cálculo del índice de calidad de agua se utilizó el National Sanitation Foundation Water Quality Index (NSFWQI), el cual emplea 9 parámetros para calcular un promedio aritmético ponderado que arroja valores entre 0 y 100, con rangos de valores que indican el grado de calidad [7].

3. RESULTADOS

A. Caudal sólido

Respecto al caudal sólido, se realizaron los cálculos de caudal de sólidos suspendidos para cada uno de los sitios de muestreo de la microcuenca, obteniéndose valores entre

4,23 y 89,30 T/año (ver Figura 1). Se identificó a la quebrada Almendral como el cauce secundario que más aportes de sólidos suspendidos hace al cauce principal, con un caudal de 41,34 T/año; mientras tanto, el cauce secundario con menores aportes corresponde a la quebrada Indio, con un caudal de 4,23 T/año. El cálculo de aporte total de la microcuenca al río Caño Quebrado dio como resultado un caudal de sólido suspendidos de 112,89 T/año, aproximadamente.

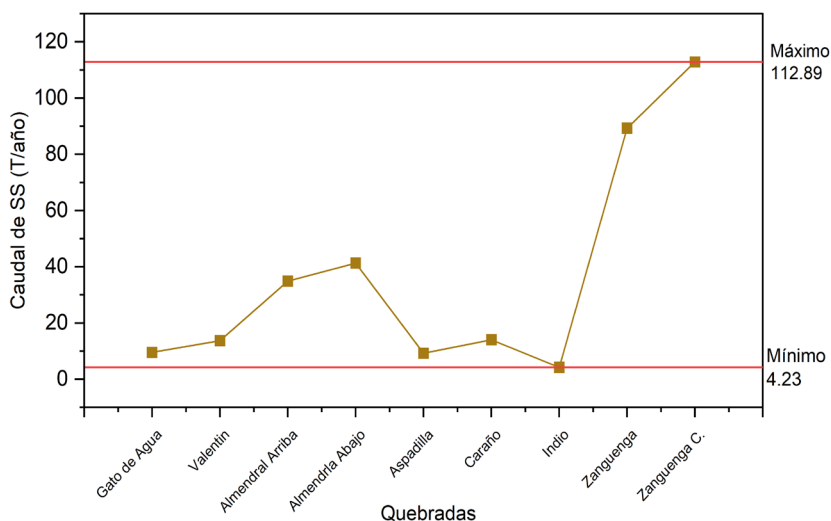


Figura 1. Caudal de sólidos suspendidos por cauce

Por otra parte, el cálculo de caudal de sólidos disueltos para cada uno de los cauces arrojó valores entre 13,64 y 164,13 T/año, con un aporte total al río Caño Quebrado de 216,14 T/año, aproximadamente.

B. Índice de calidad del agua

El cálculo del Índice de Calidad del Agua para cada cauce arrojó valores que, según la escala de clasificación del NSFQI denotan una calidad del agua entre regular y mala. Se identificó a la quebrada Valentín como el cauce que presenta el índice de calidad (promedio) más bajo, con un valor de 46,98; por otro lado, la quebrada Almendral presentó el índice de calidad (promedio) más alto, con un valor de 53,42 (ver Figura 2). Se destacan de entre los parámetros el oxígeno disuelto, los coliformes fecales y los nitratos, por presentar concentraciones notables que, aunados a los pesos que les corresponden dentro del cálculo del ICA, se identifican como las variables que más influyeron en los resultados de calidad de agua.

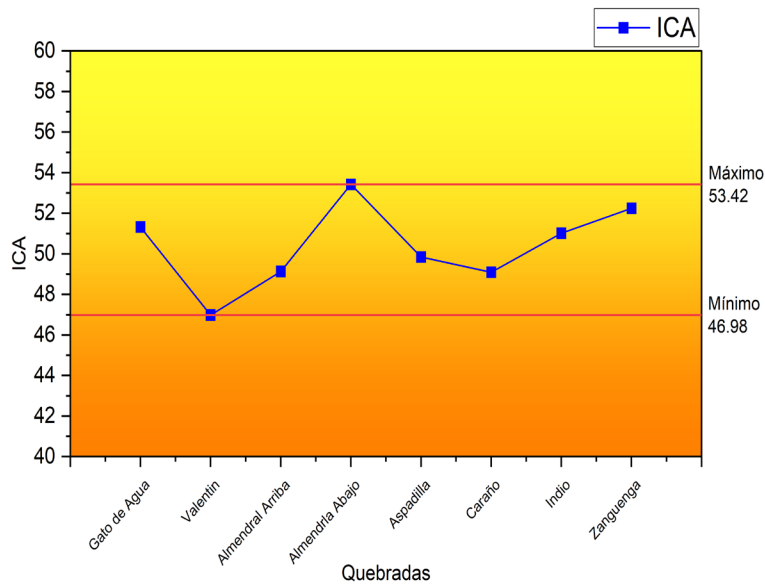


Figura 2. Índice de calidad del agua por cauce

4. CONCLUSIONES

La determinación del caudal de sólidos suspendidos para cada uno de los cauces de la microcuenca de la quebrada La Zanguenga arrojó valores entre 4,23 y 89,30 T/año, identificándose las quebradas Almendral e Indio como las que presentan los mayores y menores aportes de sólidos suspendidos al cauce principal, respectivamente. Además, la microcuenca transmite, aproximadamente, 112,89 toneladas de sólidos suspendidos por año al río Caño Quebrado, y exhibe una condición de calidad de agua entre regular y mala, destacándose la quebrada Valentín, con un índice de calidad de 46,98 como el más bajo de la microcuenca.

REFERENCIAS

- [1] "CICH - Cuenca Hidrográfica del Canal de Panamá". <http://www.cich.org/LaCuenca.html> (consultado el 27 de marzo de 2023).
- [2] C. I. de la Cuenca Hidrográfica del Canal de Panamá y U. S. Agency for International Development, "PLAN DE MANEJO INTEGRAL DE LAS SUBCUENCAS LOS HULES-TINAJONES Y CAÑO QUEBRADO". Consultado: el 27 de marzo de 2023. [En línea]. Disponible en: https://rmpportal.net/library/content/Water_Watershed_Management/panama-documents/plan-de-manejo-lh-tycq-borrador-final.pdf/
- [3] C. I. de la Cuenca Hidrográfica del Canal de Panamá, U. S. Agency for International Development, y A. for Educational Development, "Planificación de uso y conservación del suelo en áreas piñeras de las subcuencas de Los Hules Tinajones y Caño Quebrado", abr. 2004. Consultado: el 27 de marzo

de 2023. [En línea]. Disponible en: <http://www.cich.org/publicaciones/06/planificacion-del-uso-y-conservacion-del-suelo-en-areas-pineras%20.pdf>

- [4] “Calidad del agua | Decenio Internacional para la Acción ‘El agua, fuente de vida’ 2005-2015”. <https://www.un.org/spanish/waterforlifedecade/quality.shtml> (consultado el 8 de marzo de 2023).
- [5] K. Espino et al., “Descripción del ambiente biológico de la microcuenca de la quebrada la Zanguenga”. [En línea]. Disponible en: www.utp.ac.pa
- [6] A. Urrutia y Academy for Educational Development, “Identificación de los Actores Claves para el Manejo Integrado de las Subcuencas de los ríos Los Hules, Tinajones y Caño Quebrado”, 2004. Consultado: el 8 de agosto de 2023. [En línea]. Disponible en: https://rmportal.net/library/content/Water_Watershed_Management/panama-documents/caracterizacion-de-la-actividad-pinera-en-htcq.pdf/view
- [7] R. O. Ball y R. L. Church, “Water Quality Indexing and Scoring”, *Journal of the Environmental Engineering Division*, vol. 106, núm. 4, pp. 757–771, ago. 1980, doi: 10.1061/JEEGAV.0001067.

AUTORIZACIÓN Y LICENCIA CC

Los autores autorizan a APANAC XIX a publicar el artículo en las actas de la conferencia en Acceso Abierto (Open Access) en diversos formatos digitales (PDF, HTML, EPUB) e integrarlos en diversas plataformas online como repositorios y bases de datos bajo la licencia CC:

Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International (CC BY-NC-SA 4.0) <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>.

Ni APANAC XIX ni los editores son responsables ni del contenido ni de las implicaciones de lo expresado en el artículo.

USO DE CS PARA ESTABLECER LA TASA DE EROSIÓN DENTRO DE LA MICROCUENCA LA ZANGUENGA

Rodríguez, Indiana

Facultad de Ingeniería Civil - (FIC), Universidad Tecnológica de Panamá.
Panamá, Panamá
Indianarodriguez0@gmail.com

Esquivel, Alexander

Centro de Investigaciones Hidráulicas e Hidrotécnicas - (CIHH), Universidad Tecnológica de Panamá
Panamá, Panamá
alexander.esquivel@utp.ac.pa

Juri Ayub, Jimena

Instituto de Matemática Aplicada San Luis (IMASL), CONICET. Universidad Nacional de San Luis.
San Luis, Argentina.
jimena.juriayub@gmail.com

Valladares, Diego

Facultad de Ciencias Físico Matemáticas y Naturales, Universidad Nacional de San Luis.
San Luis, Argentina
valladares.diego@gmail.com

Flores, Isaías

Subcentro de Investigación e Innovación Agrícola y Forestal La Zanguenga, Instituto de Innovación Agropecuaria de Panamá.
La Chorrera, Panamá

Abstract

Erosion processes negatively affect the quality of soil, water, and air. The importance of erosion in the transfer of nutrients and pollutants within sediments, which often reach water bodies directly, has been recognized. Since 1960, radionuclides (^{137}Cs , ^{210}Pb and ^7Be) have been used more frequently to study the redistribution of soil resources within different geographic units. The objective of this study was to determine the ^{137}Cs inventories in the working area (micro-watershed of the Zanguenga creek), to analyze their potential use as a tracer of soil redistribution within the landscape; as well as, to quantify the annual rate of erosion/deposition in a study site mainly used for cattle grazing. At the reference site, a ^{137}Cs inventory of $451,89 \pm 78,13 \text{ Bq/m}^2$ with a relaxation mass depth of

34,71 kg/m² was detected and quantified. An average annual erosion rate of 2,1 ton/ha/year was estimated, which represents the loss of a soil layer of 0,31 mm per year; that is, in the last 58 years in the study site the topsoil layer has decreased by approximately 1,78 cm. The ¹³⁷Cs data were compared with the findings of conventional techniques (erosion plots and USLE model), giving similar results. The results of this research are an indication that the use of FRNs is possible in Panama.

Keywords: Erosion, inventory, radionuclide, sedimentation, soil.

Resumen

Los procesos erosivos afectan negativamente la calidad del suelo, agua y aire. Se ha reconocido la importancia de la erosión en el traslado de nutrientes y contaminantes dentro de los sedimentos, los cuales muchas veces llegan de manera directa a los cuerpos de agua. Desde 1960 han sido utilizados con mayor frecuencia los radionucleidos (¹³⁷Cs, ²¹⁰Pb y ⁷Be) para estudiar la redistribución del recurso suelo dentro de las diferentes unidades geográficas. El objetivo de este estudio fue determinar los inventarios ¹³⁷Cs en el área de trabajo (microcuenca de la quebrada la Zanguenga), para analizar su uso potencial como trazador de la redistribución del suelo dentro del paisaje; así como, cuantificar la tasa anual de erosión/deposición en un sitio de estudio utilizado principalmente para el pastoreo de ganado. En el sitio de referencia se detectó y cuantificó un inventario de ¹³⁷Cs de 451,89±78,13 Bq/m² con una profundidad másica de relajación de 34,71 kg/m². Se estimó una tasa de erosión anual promedio de 2,1 ton/ha/año, lo que representa la pérdida de una capa de suelo de 0,31 mm por año; es decir, que en los últimos 58 años en el sitio de estudio la capa superior del suelo ha disminuido 1,78 cm aproximadamente. Los datos de ¹³⁷Cs fueron comparados con los hallazgos de técnicas convencionales (parcelas de erosión y modelo USLE), dando resultados similares. Los resultados de esta investigación son un indicativo de que el uso de los FRN es viable en Panamá.

Palabras claves: Erosión, inventario, radionucleido, sedimentación, suelo.

1. INTRODUCCIÓN

El suelo es un recurso natural fundamental para la humanidad y muchos organismos. Es la base para la producción de alimentos y tiene varias funciones ambientales. Desempeña un papel clave en los ciclos de agua, nutrientes y carbono [1]. Es considerado uno de los reservorios más importantes de carbono, posicionándolo como clave para la adaptación y mitigación del cambio climático. El balance de carbono puede verse afectado de una manera directa por la erosión, esto debido a la remoción y/o deposición de suelo, ya que este fenómeno disminuye la capacidad de fijación de carbono del recurso suelo [2]. En la Conferencia de Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo (CNUMAD), conocida como “Cumbre de la Tierra” o “Cumbre de Río”, celebrada en Río de Janeiro, en Brasil (1992), la degradación del suelo fue reconocida como uno de los problemas ambientales globales de mayor incidencia, junto con la contaminación ambiental, el agotamiento de la capa de ozono, el cambio climático y la pérdida de la diversidad biológica [3]. La degradación del suelo ha aumentado de forma rápida, se degradan aproximadamente de 5 a 7 millones de hectáreas de suelo cada año. Esto es causado por las inadecuadas y deficientes prácticas de gestión en la producción agrícola y ganadera [4]. Uno de los principales procesos de degradación del suelo lo constituye la erosión, principalmente hídrica, la cual se origina por la acción del agua sobre una superficie desprovista de cobertura vegetal. La erosión hídrica afecta alrededor del 80% de la superficie de los suelos agrícolas en el mundo [5].

Existe una creciente preocupación por los efectos producidos por la erosión del suelo y se ha reconocido el papel importante que juega en la transferencia de nutrientes y contaminantes asociado al traslado de sedimentos, incluyendo los plaguicidas agrícolas, por lo que se ha destacado la necesidad de evaluaciones cuantitativas fiables de las tasas y patrones de pérdida de suelo de las tierras agrícolas [6]. El uso de la técnica fallout radionuclides (FRN) ha demostrado ser una herramienta rentable para conocer la redistribución del suelo debido a la erosión dentro del paisaje. Se ha demostrado que son una importante fuente de información sobre los cambios ambientales en los suelos y su uso, teniendo para los cálculos de erosión relevancia mundial. Los FRN se han aplicado con éxito en la cuantificación, tanto de la pérdida de suelo (erosión) como de la ganancia de suelo (sedimentación) en numerosos países de Asia, Europa y América [7].

2. METODOLOGÍA

El área de estudio se localiza dentro de la microcuenca de la quebrada la Zanguenga. Esta microcuenca abarca un área de 1 600 ha, está ubicada en el corregimiento de Herrera, distrito de la Chorrera, provincia de Panamá Oeste. La principal actividad y fuente de ingreso de la comunidad es la producción de piña. Otras actividades que se realizan son la ganadería, producción avícola y producción de cerdos, pero a menor escala. Al ser esta una

microcuenca de uso agrícola y pecuario esta propensa a generar altos niveles de sedimentos, los cuales pueden llegar a los cuerpos de aguas más cercanos. Es importante resaltar que esta microcuenca se ubica dentro de la subcuenca del río Caño Quebrado, formando parte del área de captación hídrica del lago Gatún, que a su vez representa uno de los reservorios de importancia operativa del Canal de Panamá.

A. Sitio de referencia

La elección de este lugar es de vital importancia para lograr con éxito la aplicación de esta técnica nuclear en los estudios de redistribución de suelo. Este sitio se utiliza para definir un inventario de referencia, el cual será comparado con el inventario de los puntos monitoreados en el área de estudio, para establecer la existencia o no de zonas erosionadas o de acumulación de suelo, así como cuantificar las tasas de erosión y/o sedimentación. Este sitio debe presentar una distribución vertical decreciente.

Para su elección se tomó en cuenta que el sitio no mostrara evidencia de haber sufrido pérdida de suelo por procesos erosivos o ganancia por deposición, se puede presumir que el inventario presente solo refleja los ingresos provenientes de las precipitaciones y las pérdidas propias del decaimiento radiactivo del radionucleido y se localiza próximo al lugar bajo estudio. Se utilizó el muestreo a juicio de experto como técnica, para coleccionar las muestras.

B. Sitio de estudio

El uso y manejo de suelo predominante en el sitio de estudio seleccionado es la actividad pecuaria (cría de ganado vacuno en soltura dentro del potrero) y se seleccionó tomando en consideración los siguientes criterios: es un área que sufre procesos erosivos por el pisoteo constante del ganado; así como también, por los eventos de precipitación que se dan en la región, además de presentar pendientes de ligeras a moderadas, se cuenta con disponibilidad de información sobre la historia del uso de la tierra y su gestión, se localiza próximo al sitio de referencia y existe información básica sobre las características del suelo, clima (precipitaciones), geología y mapas topográficos del área de estudio [8].

Para la colecta de suelo se utilizó el muestreo en transecto, el cual consiste en establecer uno o más transectos a través de la superficie del área de estudio, el número final de muestras tomadas y la longitud del transecto se determinó a través de juicio de experto.

C. Equipo de muestreo de suelo y recolección de muestras

El equipo por utilizar depende del objetivo del muestreo, las características del suelo, la capacidad analítica existente, el número total de muestras a evaluar y la masa requerida

de la muestra. Para este estudio se utilizó el muestreo a profundidad, debido a que se quería contar con el perfil distribución vertical del radionucleido ^{137}Cs y así obtener las diferentes concentraciones que se encuentran para las diferentes profundidades utilizando un barreno holandés.

El ^{137}Cs en suelos no perturbados puede encontrarse de 25 a 30 cm ya que este no se desplaza más allá; sin embargo, para sitios cultivados puede estar presente hasta profundidades de 40 y 50 cm [8]. Tomando como línea de base las profundidades a las cuales se pueden encontrar los radionucleidos, se hizo una calicata para obtener las muestras de suelo en el sitio de referencia, sobre uno de los lados se demarcó una superficie de colecta constante al igual que la profundidad de corte. Para el sitio de estudio se estableció un transecto sobre el terreno, siguiendo la pendiente de este y se ubicaron 12 puntos de colecta, separados a una distancia uniforme. Se georreferenciaron todos los puntos de colecta del transecto.

D. Preparación de muestras en laboratorio

En el Laboratorio de Suelos y Materiales del Centro Regional de Veraguas de la Universidad Tecnológica de Panamá las muestras fueron pesadas a su llegada para registrar el peso húmedo, estas fueron ingresadas al horno a una temperatura de 105°C por 24 a 48 horas dependiendo del grado de humedad de la muestra, una vez secas las muestras fueron pesadas para obtener el peso seco, luego cada muestra fue triturada con mortero y pistilo; una vez molida la muestra fue pasada por un tamiz de 2 mm, fueron extraídos aproximadamente 550 g de cada muestra de suelo que paso el tamiz, para ser enviadas y analizadas en el Laboratorio de Espectrometría Gamma del Centro de Investigación en Ciencias Atómicas, Nucleares y Moleculares (CICANUM) de la Universidad de Costa Rica (UCR).

Resultados

En las muestras evaluadas, se detectó y cuantificó la actividad del ^{137}Cs . En el sitio de referencia el inventario de ^{137}Cs fue de $451,89 \pm 78,13 \text{ Bq/m}^2$, con una profundidad másica de relajación de $34,71 \text{ kg/m}^2$ y alcanzó una profundidad máxima de 22 cm.

La figura 1 muestra la distribución exponencial decreciente de la actividad de ^{137}Cs en el perfil de suelo, típico de suelos no perturbados.

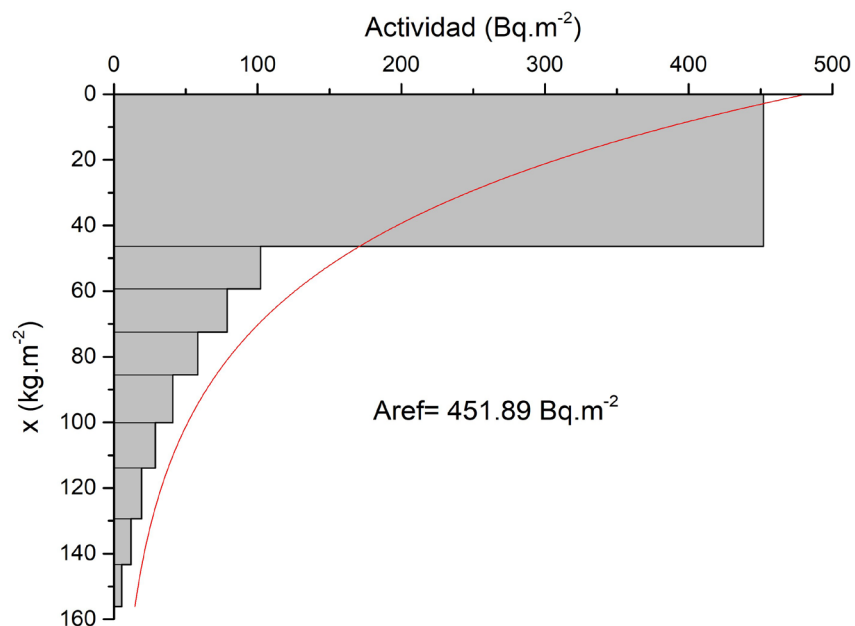


Figura 1. Perfil de distribución vertical del ^{137}Cs en el sitio de referencia.

Los inventarios ^{137}Cs obtenidos para el sitio de estudio en el transecto, son menores que el inventario de referencia de ^{137}Cs ($451,89 \pm 78,13 Bq/m^2$) por lo tanto, todos los puntos pueden asumirse como sometidos a erosión.

La figura 2 muestra la pérdida de suelo anual ($ton/ha/año$) en cada punto del transecto y la altura relativa de cada punto de muestreo. Los puntos con mayor tasa de erosión (puntos 1 y 11) son los que se encuentran ubicados en los mayores cambios de pendiente dentro del transecto; mientras que los puntos que muestran las menores tasas erosivas son aquellos ubicados en sitios donde el cambio en la pendiente es menor (puntos 3, 5 y 6), constituyendo sitios con erosión neta, pero resultado de pérdida pendiente abajo y ganancia de sedimentos de puntos ubicados en la parte superior de la ladera.

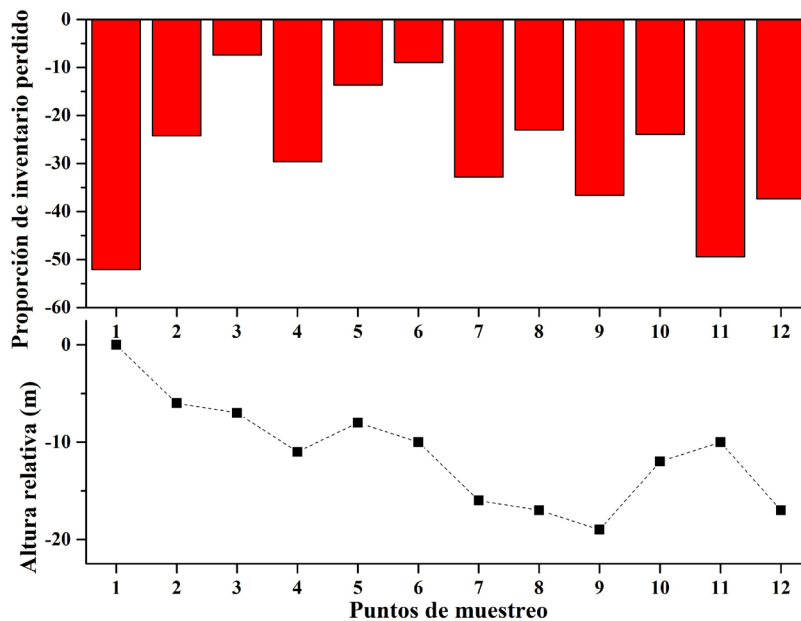


Figura 2. Pérdida de suelo de cada punto en el transecto a través de la pendiente.

Utilizando el modelo de distribución de perfil se estimó para el sitio de pastura una tasa anual de erosión de 2,1 ton/ha/año. Esto indica que se ha perdido por año una capa de suelo de 0,31 mm y desde el depósito de 137Cs (hace 58 años), se ha perdido del sitio 1,78 cm. Estos resultados fueron comparados con otros estudios utilizando técnicas como las parcelas de escorrentía, realizado en la microcuenca de la quebrada la Zanguenga, que dieron como resultado una tasa de erosión de 1,6 ton/ha/año y el modelo USLE para la región de Panamá tasas erosivas entre 1,0 y 3,0 ton/ha/año [9]. Este valor es similar al estimado utilizando 137Cs. Estas tasas erosivas permiten catalogar al sitio de pastura como un sitio de muy bajo riesgo de erosión según la FAO [2]. Dentro de la misma microcuenca, se determinaron los inventarios de 137Cs en transectos de Sitio de Pastura, Cultivo de Piña y Finca Díaz. Los inventarios calculados para las diferentes áreas de estudio presentan valores menores al del sitio de referencia, lo que permite identificar que estas áreas están también sometidas a procesos erosivos.

4. CONCLUSIONES

Los inventarios de 137Cs obtenidos indican que la microcuenca de la quebrada la Zanguenga está sometida a procesos de erosión, el sitio de estudio evaluado conocido como sitio de pastura está sometido a un proceso erosivo, con pérdida neta de sedimentos que se depositan en otras regiones de la cuenca; posiblemente en la quebrada la Zanguenga, la tasa anual de erosión fue de 2,1 ton/ha/año, perdiendo una capa de suelo de 0,31 mm/año. A través de estos resultados se comprueba que el uso de la técnica de 137Cs para

estimar tasas de erosión/sedimentación es aplicable en nuestro país.

REFERENCIAS

- [1] E. Fulajtar, L. Mabit, C.S. Renschler and A. Lee Zhi Yi, Use of 137Cs for soil erosion assessment. Rome, Italy: Food and Agriculture Organization of the United Nations, International Atomic Energy Agency, 2017.
- [2] Food and Agriculture Organization of the United Nations and Intergovernmental Technical Panel on Soils, "Status of the World's Soil Resources (SWSR) - Main Report," Rome, Italy, 2015.
- [3] R. Y. Sibello Hernández, "Cuantificación de la erosión de los suelos en zonas de interés económico y ambiental de la provincia de Cienfuegos, Cuba, utilizando el cesio-137 como radiotrazador," Universidad de Alicante, 2013. [Online]. Available: https://rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/36482/1/tesis_sibello_hernandez.pdf
- [4] ONU, "¿Es el suelo tan importante?" Accessed: May 10, 2023. [Online]. Available: <https://www.unep.org/es/noticias-y-reportajes/reportajes/es-el-suelo-tan-importante>.
- [5] R. González Mateos, V. Volke Haller, J. González Ríos, M. Ocampo Portillo, C. Ortiz Solorio, and F. Manzo Ramos, "Effect of Soil Erosion on Maize Yield under Rainfed Conditions," Terra Latinoamericana, vol. 25, 2007.
- [6] W. H. Blake, D. E. Walling, and Q. He, "Fallout beryllium-7 as a tracer in soil erosion investigations," Applied Radiation and Isotopes, vol. 51, no. 5, pp. 599–605, 1999, doi: 10.1016/S0969-8043(99)00086-X
- [7] D. Duarte, "Inventário de radionuclídeos em solos do Quadrilátero Ferrífero (Minas Gerais, Brasil)," Universidades Federal de Ouro Preto, 2019.
- [8] IAEA, "Proyecto 'Environmental Radionuclides as Indicators of Land Degradation in Latin American, Caribbean and Antarctic Ecosystems', RLA 5/051 (ARCAL C)," Nov. 2009.
- [9] P. Borrelli et al., "An assessment of the global impact of 21st century land use change on soil erosion," Nat Commun, vol. 8, no. 1, Dec. 2017, doi: 10.1038/s41467-017-02142-7.

AUTORIZACIÓN Y LICENCIA CC

Los autores autorizan a APANAC XIX a publicar el artículo en las actas de la conferencia en Acceso Abierto (Open Access) en diversos formatos digitales (PDF, HTML, EPUB) e integrarlos en diversas plataformas online como repositorios y bases de datos bajo la licencia CC:

Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International (CC BY-NC-SA 4.0) <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>.

Ni APANAC XIX ni los editores son responsables ni del contenido ni de las implicaciones de lo expresado en el artículo.

Gestión sostenible para la competitividad del sector de la agroindustria no alimentaria y artesanal en las MIPYMES en Panamá

Vergara Villarreal, Gabriel

Universidad Tecnológica de Panamá
Panamá, Panamá

gabriel.vergara@utp.ac.pa - ORCID 0000-0002-2247-7876

Peñalba, Vanesa

Universidad Tecnológica de Panamá
Panamá, Panamá

vanesa.peñalba@utp.ac.pa - ORCID 0000-0003-4801-7031

Abstract

The research raises the importance of sustainable and competitive management and its impact on globalized markets where ICTs play an important role and are combined with the information and knowledge society for its development, management in the 21st century must consider both paradigms to ensure sustainability in management.

MSMEs contribute to the economic, social, and cultural growth of countries, generate employment, and guarantee income, contributing to productivity, competitiveness, and wealth distribution in developing nations [1].

In Panama, studies have been conducted on the competitiveness of MSMEs in the service and trade sectors, as part of the efforts of the GEUNES research group, in conjunction with the CNC. Similarly, CEPIA-UTP [2] has carried out research on the non-food agroindustries sector, but very few studies on the non-food agroindustries and artisanal sector.

The objective of the present project is to describe the characteristics of the managerial management that allows the sustainability and competitiveness of the MSMEs of the sector described above, in Panama with a bibliographic review.

Firstly, for the research project, a systemic review of scientific articles in the Web of Science, was carried out using the Rstudio tool with Bibliometrix. To obtain searches of scientific articles. On the other hand, a QR code has been created to carry out the survey of a database of MSMEs in the handicrafts sector to define the study sample.

Keywords: Management, Sustainability, Competitiveness, Agroindustry, Crafts.

Resumen

La investigación plantea la importancia de la gestión sostenible y competitiva y su impacto en los mercados que se encuentran globalizados donde las (TICs) juegan un papel importante y se conjugan con la sociedad de la información y el conocimiento para su desarrollo, en donde la gerencia del siglo XXI debe considerar ambos paradigmas para garantizar una sostenibilidad en la gestión.

Las MIPYMES aportan al crecimiento económico, social y cultural de los países, generan empleo y garantizan ingresos aportando a la productividad, competitividad y distribución de la riqueza de las naciones en proceso de desarrollo [1].

En Panamá, se han desarrollado estudios sobre la competitividad de las MIPYMES del sector de servicios, comercio, etc., esfuerzos del grupo de investigación GEUNES, en conjunto con el CNC. De igual forma se destacan las investigaciones para el sector agroindustrial alimentario, por parte del CEPIA-UTP [2], pero muy pocos estudios al sector agroindustrial no alimentario y artesanal.

El presente proyecto tiene como objetivo, describir las características de la gestión gerencial que permita la sostenibilidad y competitividad de la MIPYMES del sector antes descrito, en Panamá con una revisión bibliográfica.

Primeramente, para el proyecto de investigación, se ha ejecutado una revisión bibliográfica sistémica de artículos científicos en Web of Science, utilizando la herramienta de Rstudio con Bibliometrix. Se obtuvieron búsquedas de artículos científicos. Por otro lado, se ha creado un código QR para poder realizar el levantamiento de una base de datos de MIPYMES, del sector de artesanías, para definir la muestra del estudio.

Palabras claves: Gestión Gerencial, Sostenibilidad, Competitividad, Agroindustria, Artesanal.

1. INTRODUCCIÓN

La competitividad son procesos establecidos en las empresas que buscan mejorar ventajas competitivas, cambiantes e innovadoras, respecto a la elaboración y distribución, tanto de productos como servicios, utilizando buena calidad y precios asequibles a diferencia de la competencia, con el propósito de ser exitosas y mejorar la competitividad empresarial, para el caso de Ecuador, no cuentan con un sistema de control interno en las MIPYMES [3].

Con una economía orientada al sector servicio, en Panamá, las MIPYMES aportan al PIB como en otras regiones de América Latina (A.L.), Europa y Asia, sin embargo, enfrentan grandes retos producto de la globalización y ahora post pandemia.

Para la CEPAL, los factores para el desarrollo de la competitividad en (A.L.), es la generación de

nuevas empresas, sin embargo, han sido incapaces de consolidar una dinámica empresarial entre ellas [4]. Esto es debido, a que el mercado financiero latinoamericano no ofrece gran cantidad de alternativas de financiamiento a las MIPYMES. El Banco Mundial señala distintos motivos por los cuales muchas empresas de (A.L.) crecen a un ritmo tan lento como lo hacen por: la falta de innovación, poco interés de expandir las operaciones a otros países del mundo, y la poca inversión en I+D y en marketing [5].

La clasificación para la AMPYME es en micro, pequeña y mediana empresa. Esta clasificación es debido a las ventas anuales, según la Ley 8 del 29 de marzo del 2000. En relación con las artesanías la Ley 11 del 22 de febrero de 2011, es decir la Ley General de la Artesanía Nacional, la cual establece el Registro Nacional de Artesanos, empresas y organizaciones artesanales, para acceder a los beneficios y protección correspondientes. En marzo de 2023, las acreditaciones emitidas por sexo, para el año 2022 fueron de 532 hombres y 2566 mujeres, según Sicultura del Ministerio de Cultura de Panamá.

Para el año 2016 las MIPYMES representaban el 90% del total de las empresas y generaban entre el 60% y el 70% del empleo y eran responsables del 50% del PIB, según dantos de la AMPYME [6]. Luego en el 2021, el escenario cambia; ya que en un estudio realizado por [7], producto de la pandemia, las MIPYMES han venido perdiendo activos para mayo del 2020. El 54% de las empresas tenían locales alquilados y el 18% tenían propiedad, pero para abril el 48% de las microempresas estaban laborando desde casa y el 15% mantenían su propiedad, es decir, 3% han vendido sus activos para poder sostenerse. En relación con el aporte al PIB, de un 50% se redujo a 17.9% producto del Covid-19, corroborado por el CNC-UTP [7].

Como objetivo de la presente investigación, es identificar las características gerenciales de las microempresas del sector agroindustrial no alimentaria y artesanal, mediante una revisión de la literatura sistemática con la finalidad de identificar las variables sobre gestión gerencial, sostenibilidad y competitividad, las cuales sean pertinentes para el objeto de estudio. Dicha investigación es a nivel doctoral en la Universidad del Caribe y con la colaboración de actores como: la Facultad de Ingeniería Industrial y el CEPIA de la Universidad Tecnológica de Panamá.

2. MÉTODO

Para el desarrollo del proyecto de investigación se ha determinado un enfoque epistémico y paradigma positivista crítico reflexivo [8], es decir, mixto [9] con método hipotético deductivo (enfoque cuantitativo) e investigación acción (enfoque cualitativo), que busca medir las variables de sostenibilidad y competitividad, en la cual nos apoyaremos con

herramientas a utilizar: encuesta y entrevista, a gerentes o dueños de las MIPYMES sobre las variables de la competitividad y sostenibilidad.

Para el desarrollo de la investigación, se ha puesto en práctica la metodología de revisión sistemática, mediante la búsqueda y análisis de la información con el sistema de desarrollo integrado de Rstudio y a través del Bibliometrix, para garantizar la calidad en la obtención de artículos científicos publicados en revistas de alto impacto y lo que permitirá la identificación de las variables para poder gestionar los instrumentos para la medición cuantitativa y cualitativa.

Por otra parte, en relación con el aspecto cualitativo, se ha utilizado el recurso tecnológico de QR para realizar un sondeo, con el apoyo de estudiantes en la aplicación y que permita el levantamiento de la base de datos de microempresas del sector agroindustrial no alimentario, para la determinación de la muestra para el estudio y la debida caracterización.

A. Revisión Sistémica

Según la metodología para el proceso de realización de búsquedas sistemáticas presentada por [10], en donde se realizó una búsqueda a través de Web of Science con la siguientes opciones con sus respectivos criterios:

Periodo de búsqueda (agosto – septiembre del 2023)

- ALL=(“Sustainable mangement” AND “Non-food agroindustries”)
- ALL=(“Sustainable mangement” AND “Non-food agroindustries “ AND “Competitiveness”)
- ALL=(“Sustainable mangement” AND “Craft”)

B. Herramienta RStudio y Bibliometric

Con el sistema de desarrollo integrado (RStudio), en la sección de la consola se ejecutó la función de bibliometrix:biblioshiny, luego se selecciona la data, este caso los tres archivos de la búsqueda que se detalló en la sección anterior.

C. Base de Datos

Por consiguiente, se ha determinado utilizar la observación para identificar las artesanías que pudieran ser parte del estudio desde el punto de vista de la sostenibilidad y competitividad. Con el código de respuesta rápida (QR) se pretende realizar un sondeo a dueños de microempresas del sector de artesanías. De este modo, el levantamiento de una base de datos, que sería utilizada para la determinación de la muestra para el estudio Fig. 1 Base de

Datos para proyectos de investigación de MIPYMES artesanales. Se ha identificado la feria de Artesanías de Panamá, para la aplicación en la fase de observación y sondeo, que nos permita la debida caracterización.



Fig 1. Base de Datos

4. RESULTADOS

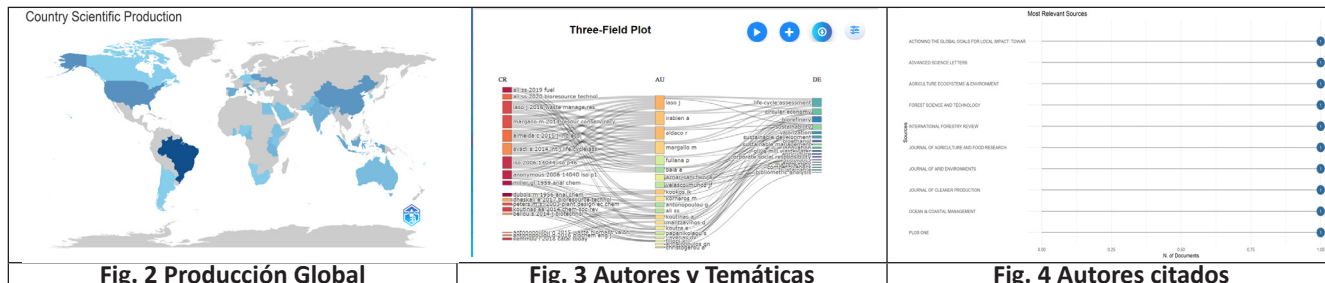
A. Tabla de Revisión Sistemática

De este modo, se desarrolló un análisis de la base de datos de artículos de la búsqueda en Web of Science y se presentan a continuación en la Tabla 1 Revisión Sistemática, la cantidad por cada búsqueda, donde se destacan los artículos relacionados, con el objeto de estudio que es la agroindustria no alimentaria y artesanal.

Tabla 1. Revisión Sistemática

| Búsqueda | Artículos | Artículos de acceso abierto | Artículos que corresponden al objeto de estudio |
|--|-----------|-----------------------------|---|
| ALL=(“Sustainable mangement” AND “Non-food agroindustries”) | 48 | 32 | 3 |
| ALL=(“Sustainable mangement” AND “Non-food agroindustries “ AND “Competitiveness”) | 283 | 156 | 5 |
| ALL=(“Sustainable mangement” AND “Craft”) | 13 | 10 | 1 |

En esta sección se presentan para la primera búsqueda en la Fig. 2. la producción científica a nivel global, para la segunda se detalla en la Fig. 3, sobre la vinculación de los autores y las temáticas y en la Fig. 4 sobre autores más citados, en dónde cabe destacar, que los artículos obtenidos son de las áreas de agricultura, economía verde, alimentos, suelos, sistemas, ecología, y del área que es de nuestro interés para el desarrollo de la presente investigación que es sustentabilidad, gestión gerencial y competitividad.



B. Base de datos

Por otra parte, se gestionó el QR en el mes de julio, en la Feria Internacional de Artesanías 2023, organizado por el Ministerio de Cultura, con la finalidad de obtener una base de datos de MIPYMES del sector de artesanías, y se destaca mayor interés en participar en proyectos de investigación a microempresas artesanales del tipo: manualidades, tembleques, artesanías, bisutería y sombreros, como se presenta en la Fig. 5.



Fig. 5. Tipos de Artesanías

4. CONCLUSIONES

La revisión bibliográfica gestionada mediante el sistema de RStudio y Bibliometrix, nos permite analizar que poco se ha escrito, en relación con, el objeto de estudio, en este caso el sector agroindustrial no alimentario y artesanal. Lo que nos indica que es un tema innovador al cual podemos aportar a la comunidad científica.

Entre los artículos recabados, se destaca la investigación de la temática de sostenibilidad, con la innovación social en proyectos artesanales de bambú en Taiwán, con resultados importantes mediante soluciones innovadoras de productos amigables con el medio ambiente y que resuelven problemas sociales y logran la sostenibilidad de manera colaborativa [11].

Los dueños de las MIPYMES del sector agroindustrial no alimentaria y artesanal, a los que se les aplicó el sondeo a través del QR, están interesados en formar parte de proyectos de investigación para determinar la gestión sostenible y competitiva; ya que la mayoría cuenta con redes sociales para la promoción y difusión de sus artesanías.

Una de las variables a considerar, sería el diseño de innovación social aplicada a la gestión sostenible. Un caso de estudio puede ser el cultivo de la “paja de junco” para mejorar la competitividad de la agroindustria no alimentaria, de manera específica, en el “sombrero de junco” confeccionado, por artesanos de la península de Azuero.

REFERENCIAS

- [1] M. V. Nagua Cartuche y J. E. Burgos Burgos, «El Control Interno en las PYMES Familiares, una oportunidad para mejorar la competitividad empresarial,» *Revista Caribeña de Ciencias Sociales*, Septiembre 2016..
- [2] V. Peñalba Achurra, *Modelo de Sostenibilidad para la Cadena de Suministro de Cacao en Panamá*, Panamá: Universidad del Istmo, 2022
- [3] B. Bernal , N. Martez, G. Vergara , E. Sanfilippo y G. Enith, «Technological Innovation and Performance of MSMEs in Panamá: Study in Times of Covid-19,» *8th International Engineering, Sciences and Technology Conferencie (IESTEC)*, pp. pp. 46-52, 2022J. Clerk Maxwell, *A Treatise on Electricity and Magnetism*, 3rd ed., vol. 2. Oxford: Clarendon, 1892, pp.68–73.
- [4] D. E. Molina Ycaza y A. M. Sánchez-Riofrío, «Factores de Competitividad orientados a la Pequeña y Mediana Empresa (PYME) en Latinoamérica: Revisión de la Literatura,» *Revista San Gregorio*, nº No. 15, pp. 104-111, 2016.
- [5] J. E. Mojica Peñalba, «La Microempresa en Panamá,» Panamá, 2015.
- [6] UNPYME-AMPYME, «Estudio Nacional de Impacto a MIPYMES por COVID-19,» 2020
- [7] CNC-UTP, *Impacto Económico de la Crisis del COVID-19 sobre la MIPYME en Panamá*, Panamá: FAEDPYME ISSN: 2792-4378, 2021].
- [8] J. Hurtado de Barrera, *Metodología de la Investigación, Guía para la comprensión holística de la ciencia*, Quirón Ediciones CIEA SYPAL
- [9] R. Sampieri Hernández, C. Fernández Collado y P. Baptista Lucio, *Metodología de la Investigación*, S. Edición, Ed., Mc Graw Hill Education, 2014
- [10] C.Manuel-Lopez, J. Marín-García, R. Alfalla-Luque. Una propuesta Metodológica para la realización de búsquedas sistemáticas de bibliografía. *Working Papers on Operations Management*. Vol 1, Nº 2 (13-30). ISSN: 1989-9068
- [11] D. Ying y H. Shyh-Huei, «Social Innovation Desing and Sustainability of Youth-Led Bamboo Craft Brand in Zhushan Township, Taiwan,» *MDPI*, vol. 13, nº 9911, 2021

AUTORIZACIÓN Y LICENCIA CC

Los autores autorizan a APANAC XIX a publicar el artículo en las actas de la conferencia en Acceso Abierto (Open Access) en diversos formatos digitales (PDF, HTML, EPUB) e integrarlos en diversas plataformas online como repositorios y bases de datos bajo la licencia CC:

Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International (CC BY-NC-SA 4.0) <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>.

Ni APANAC XIX ni los editores son responsables ni del contenido ni de las implicaciones de lo expresado en el artículo.

Análisis numérico de la capacidad de cimientos profundos en suelos estratificados

Almengor, Larisa

Facultad de Ingeniería Civil, Universidad Tecnológica de Panamá
Ciudad de Panamá, Panamá
larisa.almengor@utp.ac.pa/https://orcid.org/0009-0007-7722-3383

Grajales-Saavedra, Francisco

Facultad de Ingeniería Civil, Universidad Tecnológica de Panamá
Ciudad de Panamá, Panamá
francisco.grajales@utp.ac.pa/https://orcid.org/0000-0003-1705-864X

Abstract

The use of piles aims to bring more stability to structures without compromising its integrity. In the particular case of lateral loads, piles are subject to multiple lateral loads depending on the place where they are installed. The objective of this research is to carry out an analysis and numerical modelling of the behavior of a pile under lateral loads, considering the pile installation in layered soil and the properties of the pile. As part of this research a literature review of the analysis and design of piles in layered soil under the action of lateral loads was developed. Subsequently, a simplified procedure using finite difference method was developed and integrated into a spreadsheet that allows to calculate systematically and repetitively the pile capacity under lateral loads in layered soils. Results obtained in this research will be validated through comparisons of the numerical predictions to experimental tests and tests previously carried out and documented in the literature.

Keywords: Pile, lateral load, layered soil, numeric modelling, structure.

Resumen

El uso de pilotes tiene como finalidad dar mayor estabilidad a las estructuras sin comprometer la integridad de esta. En el caso particular de cargas laterales, los pilotes se ven sometidos a múltiples cargas laterales dependiendo del lugar donde son instalados. El objetivo de esta investigación es realizar un análisis y modelación numérica del comportamiento de un pilote ante la acción de carga lateral, considerando las propiedades del pilote y la instalación de este en un suelo estratificado. Para el desarrollo de esta investigación se realizó revisión literaria extensiva sobre el análisis y diseño de pilotes instalados en suelos estratificados y sometidos a cargas laterales. Posteriormente, se desarrolló un procedimiento simplificado utilizando

el método de diferencias finitas y de esta manera sintetizar el procedimiento programando una hoja de cálculo que permita calcular la capacidad de pilotes bajo carga lateral en suelos estratificados de forma sistemática y repetitiva. Los resultados obtenidos en esta investigación serán validados mediante comparaciones de predicciones numéricas de ensayos y pruebas experimentales realizadas previamente y documentadas en la literatura.

Palabras claves: Pilotes, carga lateral, suelo estratificado, modelación numérica, estructura.

1. INTRODUCCIÓN

La utilización de pilotes como cimentación profunda es empleada desde el siglo XIX, se observó que era necesario utilizar elementos más grandes y pesados, los cuales tuvieron la finalidad de aportar mayor estabilidad a las estructuras sin poner en riesgo la estabilidad de esta. En el proceso de diseño de pilotes es importante tener en cuenta las cargas actuantes a las que se verá sometido este, siendo las cargas laterales las que comúnmente afectan en mayor magnitud a la estructura. A lo largo de los años se han realizado numerosas investigaciones para el estudio de pilotes sometidos ante la acción de cargas laterales, los cuales han contribuido a mejorar el desempeño de estas fundaciones.

Las cargas laterales afectan dependiendo del lugar y del suelo donde se instale el pilote. En el caso particular de pilotes instalados en el mar, las cargas laterales que afectan comúnmente a la estructura son el oleaje, las corrientes marinas, el atraque y desatraque de buques, el viento, la presión lateral de la tierra [1]. El comportamiento del pilote puede darse por flexión o tracción, siendo la interacción suelo-estructura, parte influyente en este comportamiento.

A. INTERACCIÓN SUELO-ESTRUCTURA

La interacción suelo-estructura es producida a la interdependencia de ambos sistemas, donde las cargas que actúen sobre el pilote se transmiten al suelo por medio de la cimentación, generando una reacción en ambos sistemas, la cual puede variar según las características del pilote (e.g. diámetro, longitud, material) y las características del suelo (e.g. tipo de suelo, ángulo de fricción, cohesión) (Ver Fig.1). Por tanto, entre más se modifique el elemento debido al movimiento del suelo, mayor será la interacción suelo-estructura [2].

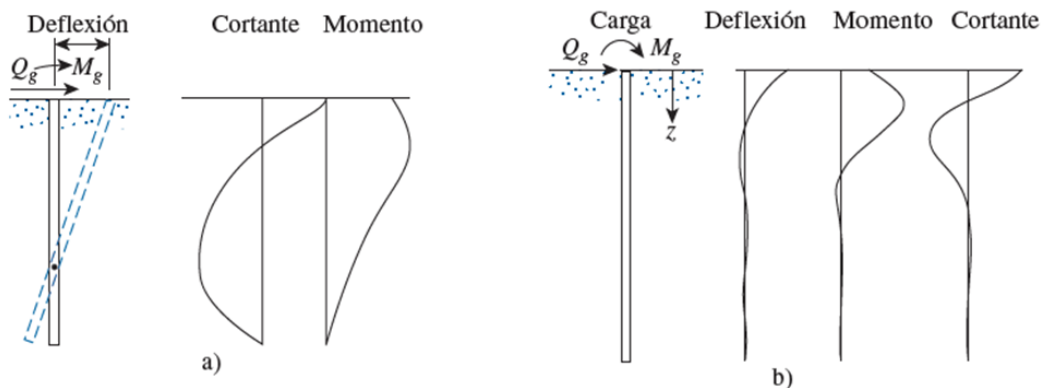


Fig. 1. Fenómeno suelo-estructura debido a la acción de cargas. [3].

2. MÉTODO DE CURVAS P-Y

Para representar el fenómeno suelo-estructura se utiliza el método de curvas p-y, el cual divide el pilote en varios elementos individuales, cada uno de ellos asociado a resortes equivalentes. Cada curva obtenida es única, ya que la mismas se generan para propiedades únicas del suelo y del pilote. De esta manera se describe la relación no lineal entre la deflexión del pilote y la resistencia del suelo.

Comúnmente, las cimentaciones suelen instalarse en suelos estratificados, lo que conlleva un gran reto para el diseñador debido a todas las variables que puedan presentarse. La información de pilotes en suelos estratificado es escasa, sin embargo, Georgiadis en 1983 [4], desarrolló un método de curvas p-y para suelos estratificados (Ver Fig. 2), el cual consiste en determinar la profundidad “equivalente” de todos los estratos debajo del estrato superior. En este método se debe determinar las curvas p-y del primer estrato considerando que este es homogéneo y, posteriormente, calcular la fuerza requerida para llevar a falla el suelo para determinar la profundidad “equivalente” de los siguientes estratos.

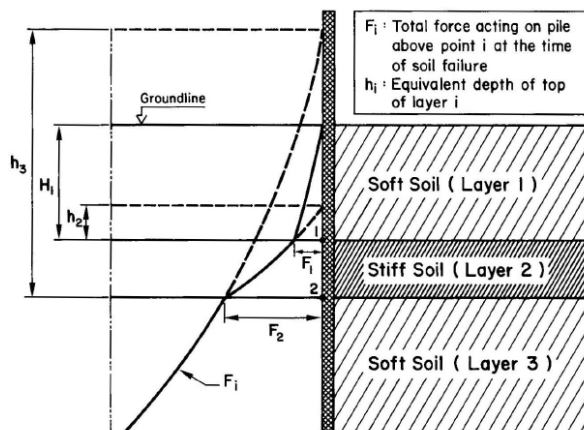


Fig. 2. Determinación de profundidades de los estratos según el método de curvas p-y propuesto por Georgiadis (1983) [4].

2. MÉTODO

Para el desarrollo de esta investigación se tuvo a bien establecer un procedimiento que permitiera puntualizar los pasos a seguir para la obtención de resultados. En Fig. 3 se puede observar un diagrama simplificado del procedimiento utilizado. La primera fase del procedimiento consistió en la revisión literaria, lo que conllevó a la selección de suelos que se emplearían para la investigación y, posteriormente, elegir y estudiar el método de curva p-y adecuado para cada suelo seleccionado. Los suelos seleccionados fueron la arena y la arcilla, en cuanto a los métodos de curvas p-y, se asignaron el método propuesto por Reese para arena y el método de Matlock para arcillas. Posteriormente, se inició la segunda fase, la cual consistió en la creación de la hoja de cálculo, la cual contiene los cálculos para la construcción de curvas p-y, la matriz de rigidez para cada curva calculada y las gráficas de deformación, cortante y momento. La última fase consiste en la validación del análisis realizado en la hoja de cálculo, dicha validación se logrará a través de la comparación con datos de campo.

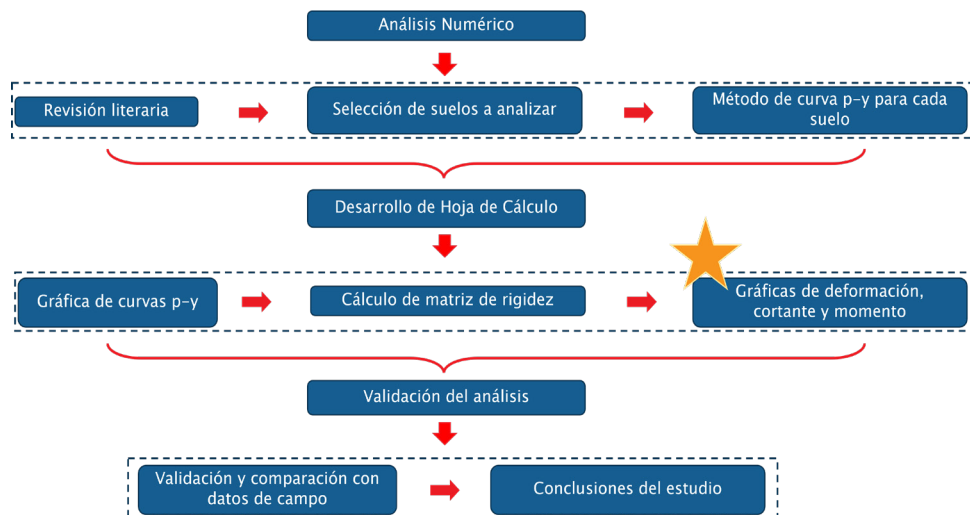


Fig. 3. Esquema utilizado para el desarrollo de la investigación.

Es importante resaltar que el procedimiento anteriormente explicado aún se encuentra en desarrollo, tal y como se aprecia en la Fig. 3, se destaca con una estrella la fase en la que actualmente se encuentra la investigación, en la sección de resultados se detallan los avances obtenidos a la fecha.

3. RESULTADOS

Si bien es cierto, aún no se ha completado el estudio. Sin embargo, los avances obtenidos a la fecha son relevantes ya que representan un 65% de la investigación. Para el desarrollo de la investigación se emplearon los parámetros del suelo y del pilote que se presentan en la Tabla 1. El pilote en cuestión fue discretizado en 40 secciones para ambos tipos de suelo.

Tabla 1. Parámetros utilizados para el desarrollo de la investigación.

| Pilote | Arena | Arcilla |
|--------------------------------|----------------------|-------------------------|
| L = 15 m | $\Phi = 35$ | Cu = 190 |
| D = 0.61 m | $\gamma = 9.8$ | $\gamma = 9.8$ |
| Incremento de prof. = 0.375 | Consistencia = densa | Consistencia = media |
| Módulo de elast. = 61554356.08 | N. F. = Sobre | N. F. = Sobre |
| | Kpy = 61000 | $\epsilon_{50} = 0.005$ |

En primera instancia, se establecieron los datos de entrada, se realizó la programación correspondiente de las curvas p-y según el tipo de suelo (Fig. 4 (a) y (b)) y se estableció la ecuación fundamental y las condiciones de borde. Seguidamente, se ensambló la matriz de rigidez, planteando la ecuación diferencial de diferencia finita, en la cual se asumió un valor de deflexión inicial de 0.04 m a lo largo de todo el pilote, al realizar las operaciones correspondientes de la matriz, esta arrojó otra serie de deflexiones los cuales se iteraron hasta lograr minimizar el error. Se realizaron 3 iteraciones en total en cada suelo. A partir de los valores obtenidos por la matriz, se obtuvieron las gráficas de deflexión, cortante y momento del pilote.

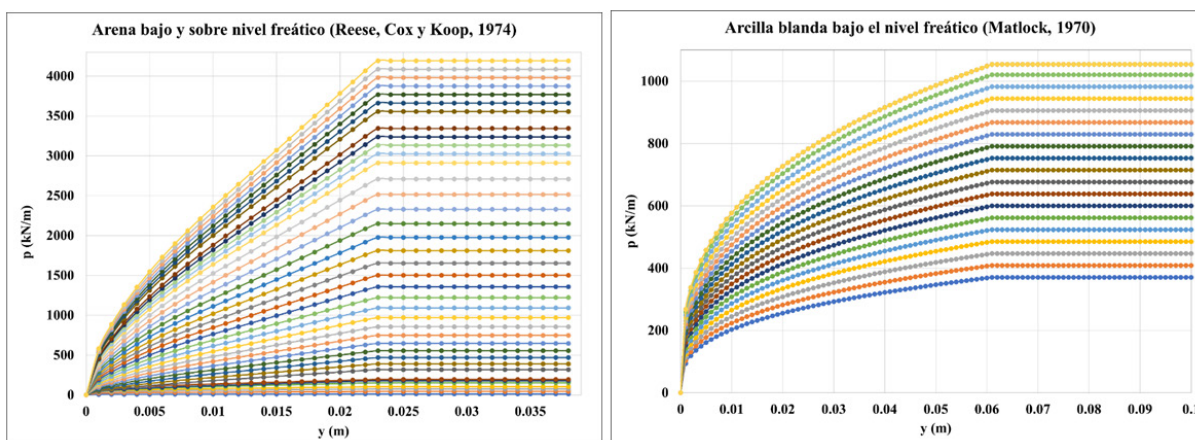


Fig. 4. (a) Método de curvas p-y para arena de Reese et. al. (1974), (b) Método de curvas p-y para arcilla de Matlock (1970)

Para efectos de este artículo en las Fig. 5(a), 5(b) y 5(c) se presentan las gráficas de deflexión, cortante y momento obtenidas para el pilote instalado en arena, las cuales son ejemplo de las gráficas obtenidas de la hoja de cálculo.

4. CONCLUSIONES

En base a la revisión literaria realizada, es importante comprender el uso adecuado de las curvas p-y dentro de la matriz de rigidez, al graficar las curvas de manera correcta podrá ayudar a minimizar los errores dentro de la matriz. Es por ello que realizar los cálculos correspondientes de manera manual servirá como comprobación del trabajo realizado.

Si bien es cierto, la investigación aquí presentada es un trabajo en progreso, los cálculos de las gráficas han sido validados de manera manual y se espera que puedan ser comparados con datos encontrados en la literatura, lo que permitirá que en las siguientes etapas de la investigación se logre un resultado más preciso.

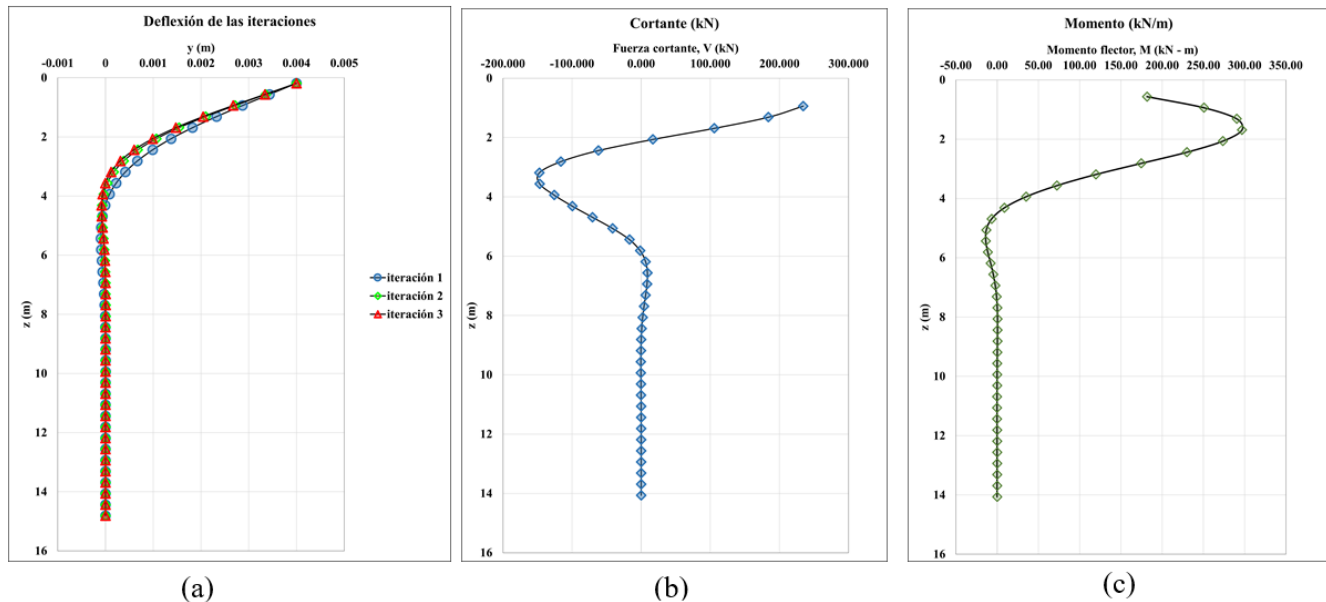


Fig. 5. (a) Diagrama de deflexión las iteraciones para el pilote en arena. (b) Diagrama de cortante del pilote en arena, (c) Diagrama de momento para el pilote en arena.

Como siguiente etapa se espera poder unir de manera estratigráfica los suelos estudiados de tal manera que se pueda observar el comportamiento de los pilotes ante cargas laterales, como ante la presencia de dos tipos de suelos. Esta etapa se logrará mediante el método de Georgiadis, quien, como se mencionó en la introducción, desarrolló un método para la elaboración de curvas p - y en suelos estratificados.

REFERENCIAS

- [1] Mejía Barba, George E., and Vallarino Castillo, Ruby Del C., Análisis Sistemático de Pilotes Bajo Carga Cíclica Mediante Resortes Equivalentes “ p - y ”. 2019. Universidad Tecnológica de Panamá, Facultad de Ingeniería Civil.
- [2] Davisson, M. T. and Gill, H. L., Laterally loaded piles in a layered soil system. May 1963. Journal of the Soil Mechanics and Foundation Division, Vol 89 (SM3, Paper 3509), pp. 63-94. ASCE.
- [3] Das, B. M. (2012). Fundamentos de ingeniería de cimentaciones. (S. Cervantes & O. Ramírez, Eds.) (7th ed.). Cengage Learning. Retrieved from <https://es.scribd.com/document/278994977/Fundamentos-de-Ingenieria-de-Cimentaciones-Braja-M-Da>
- [4] Georgiadis, M. Development of p - y curves for layered soils. April 27-29, 1983. Conference on Geotechnical Practice in Offshore Engineering Proceedings of the Conference on Geotechnical

Practice in Offshore Engineering: University of Texas in Austin, Austin Texas, pp. 536-545.

AUTORIZACIÓN Y LICENCIA CC

Los autores autorizan a APANAC XIX a publicar el artículo en las actas de la conferencia en Acceso Abierto (Open Access) en diversos formatos digitales (PDF, HTML, EPUB) e integrarlos en diversas plataformas online como repositorios y bases de datos bajo la licencia CC:

Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International (CC BY-NC-SA 4.0) <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>.

Ni APANAC XIX ni los editores son responsables ni del contenido ni de las implicaciones de lo expresado en el artículo.

Explorando las diferencias entre el café Geisha verde y tostado: Identificación de ácidos fenólicos y actividad antioxidante

Abrego González, Kilmara Abrego

Programa de Maestría en Ciencias Químicas con énfasis en Inocuidad Alimentaria, Universidad Autónoma de Chiriquí, Panamá, Panamá

<https://orcid.org/0000-0001-8385-5917>

Kilmara.abrego@unachi.ac.pa

Vega, Aracelly

Centro de Investigación en Recursos Naturales, Universidad Autónoma de Chiriquí
Chiriquí, Panamá

<https://orcid.org/0000-0002-8587-7439>

aravega@cwpanama.net

Sánchez-Martínez, Hugo Alexis

Centro de Investigaciones Psicofarmacológicas, Universidad de Panamá
Panamá, Panamá

<https://orcid.org/0000-0003-3442-797X>

hugo.sanchez02@up.ac.pa

Morales, Abdy

Centro de Investigaciones Psicofarmacológicas
Departamento de Farmacología, Fac. de Medicina, Universidad de Panamá
Panamá, Panamá

<https://orcid.org/0000-0002-4184-2912>

moba245@gmail.com

Morán-Pinzón, Juan Antonio

Centro de Investigaciones Psicofarmacológicas
Departamento de Farmacología, Fac. de Medicina, Universidad de Panamá
Panamá, Panamá

<https://orcid.org/0000-0002-5559-231X>

coljamp@gmail.com

López-Pérez, José Luis

Departamento de Ciencias Farmacéuticas: Química Farmacéutica, Facultad de Farmacia, Universidad de Salamanca, Salamanca, España

<https://orcid.org/0000-0002-3728-7602>

—

Santos-Buelga, Celestino

Grupo de Investigación en Polifenoles (GIP-USAL), Universidad de Salamanca
Salamanca, España

<https://orcid.org/0000-0001-6592-5299>
csb@usal.es

González-Paramás, Ana María

Grupo de Investigación en Polifenoles (GIP-USAL), Universidad de Salamanca
Salamanca, España

<https://orcid.org/0000-0001-5477-0703>
paramas@usal.es

Del Olmo, Esther

Departamento de Ciencias Farmacéuticas: Química Farmacéutica, Facultad de Farmacia, Universidad de Salamanca

Salamanca, España

<https://orcid.org/0000-0002-3965-3290>
olmo@usal.es

Guerrero De León, Estela

Sistema Nacional de Investigación

Centro de Investigaciones Psicofarmacológicas

Departamento de Farmacología, Fac. de Medicina, Universidad de Panamá

Panamá, Panamá

<https://orcid.org/0000-0002-0029-1827>
guerrerodleon@gmail.com

ABSTRACT

Due to the fact that the roasting process of coffee can generate changes in its constituents, and therefore in its biological properties, we sought to identify the phenolic acids present in green and roasted Geisha coffee, and at the same time, to evaluate its antioxidant properties. First, the raw material (Geisha coffee beans) was subjected to a “cold extraction” process with 70% ethanol and subsequently the phenolic profile of the ethanolic extracts of green coffee (EEtCG-V) and roasted coffee (EEtCG-T) was determined in a HPLC-MS using 280, 330 and 360 nm. The antioxidant activity was determined in aqueous extracts of green (EACG-V) and roasted (EACG-T) Geisha coffee, obtained through an Italian coffee extraction process, against DPPH and non-enzymatic superoxide anion ($\bullet\text{O}_2^-$) and lipid peroxidation at different concentrations (0,48-1000 mg/mL). The results for EEtCG-V, at 330 nm, indicate the presence of 17 chromatographic peaks corresponding to hydroxycinnamic acid derivatives, similar to those detected in EEtCG-T, with the exception of the appearance

of peaks corresponding to lactones of chlorogenic acids, related to the roasting process. For the results of the antioxidant activity: against the DPPH radical, both for EACG-V and EACG-T it was discrete, compared to $80,4 \pm 1,2\%$ obtained by quercetin; against $\bullet O_2^-$ it was significant for both extracts between 60 and 70% very similar to the quercetin standard ($75,8 \pm 0,6\%$) and in the lipid peroxidation test, EACG-T was superior ($73,0 \pm 1,7\%$) to EACG-V ($<50\%$), resulting similar to that obtained by our Quercetin standard ($73,7 \pm 2,7\%$). The results presented here are part of the first studies carried out on extracts of green and roasted Geisha coffee.

Keywords: Coffee, Geisha, extract, phytochemical, antioxidant.

Resumen

Debido a que el proceso de tostado del café puede generar cambios en sus constituyentes, y por ende en sus propiedades biológicas, buscamos identificar los ácidos fenólicos presentes en café Geisha verde y tostado, y a su vez, evaluar sus propiedades antioxidantes. Primero, se sometió la materia prima (granos de café Geisha) a un proceso de “extracción en frío” con etanol al 70% y posteriormente el perfil fenólico de los extractos etanólicos del café verde (EEtCG-V) y del café tostado (EEtCG-T) fue determinado en un HPLC-MS utilizando 280, 330 y 360 nm. La actividad antioxidante fue determinada en extractos acuosos de café Geisha verde (EACG-V) y tostado (EACG-T), obtenidos a través de un proceso de extracción en cafetera italiana, frente a los radicales: DPPH, anión superóxido no enzimático ($\bullet O_2^-$) y peroxidación lipídica a distintas concentraciones (0,48-1000 mg/mL). Los resultados para el EEtCG-V, a 330 nm, indican la presencia de 17 picos cromatográficos correspondientes a derivados de ácidos hidroxycinámicos, similar a los detectados en el EEtCG-T, éste con la excepción de la aparición de los picos correspondientes a lactonas de los ácidos clorogénicos, relacionadas con el proceso de tostado. Para los resultados de la actividad antioxidante: frente al radical DPPH, tanto para el EACG-V y EACG-T fue discreta, en comparación al $80,4 \pm 1,2\%$ obtenido por quercetina; frente al $\bullet O_2^-$ fue significativa para ambos extractos entre un 60 y 70% muy similar al patrón quercetina ($75,8 \pm 0,6\%$) y en la prueba de peroxidación lipídica, el EACG-T fue superior ($73,0 \pm 1,7\%$) al EACG-V ($<50\%$), resultando similar al obtenido por nuestro patrón de Quercetina ($73,7 \pm 2,7\%$). Los resultados expuestos constituyen una parte de los primeros estudios realizados sobre extractos de café Geisha verde y tostado.

Palabras claves: Café, Geisha, extracto, fitoquímica, antioxidante.

1. INTRODUCCIÓN

El café es una de las bebidas más populares en el mundo y su consumo aumenta de día en día. Forma parte de numerosos tipos de bebidas debido a su contenido en cafeína y las consiguientes propiedades energizantes y estimulantes [1]. En los últimos años se han hecho estudios exhaustivos para determinar el contenido de sustancias antioxidantes, investigar sus propiedades nutraceuticas [2], y su efecto sobre la prevención de enfermedades, así, hoy en día, se le considera una bebida funcional con propiedades nutraceuticas.

Tanto la cafeína como los ácidos clorogénicos son sustancias que imparten propiedades especiales al café. La cafeína es un estimulante, energizante y vasodilatador, mientras que los ácidos clorogénicos son antioxidantes naturales y protectores potenciales contra enfermedades degenerativas crónicas del ser humano. La relación en miligramos (mg) de ácidos clorogénicos/cafeína determina si un café puede usarse en la industria nutraceutica o no [3]. Cabe señalar que a medida que aumenta la relación de ácidos clorogénicos / cafeína (CGAs/Caf), mayor será la potencialidad de su uso en la industria nutraceutica, por la mayor seguridad que representa para el ser humano.

Se ha reportado que, una taza de café de 100 mL con 10 g de café de especialidad de la variedad Geisha aporta 92,8 mg de cafeína y 394,2 mg de ácidos clorogénicos [4]. En ese mismo estudio, se demuestra que los cafés con mayor contenido de ácidos clorogénicos son de la especie Arábica de altura como el Geisha y el Pacamara y los de más bajo contenido son los de bajura, según el sitio donde son cultivados.

El café Geisha panameño ha sido reconocido internacionalmente por sus altas puntuaciones en catas de cafés de especialidad y por alcanzar altos precios en subastas de café, llegando a ser reconocido como una marca del país [5]. Debido a que el proceso de tostado del café puede generar cambios en sus constituyentes, y por ende en sus propiedades biológicas, nos propusimos identificar los ácidos fenólicos presentes en café Geisha verde y tostado, y a su vez, evaluar sus propiedades antioxidantes.

2. MÉTODO

A. Identificación de ácidos fenólicos

Para determinar los constituyentes fitoquímicos, se sometió 1 g de la materia prima (granos de café Geisha) a un proceso de “extracción en frío” con etanol al 70 % [6] y posteriormente el perfil fenólico de los extractos etanólicos del café verde (EEtCG-V) y del café tostado (EEtCG-T) fue determinado utilizando un equipo de cromatografía líquida de alta eficacia acoplado a masas (HPLC-MS) utilizando 280, 330 y 360 nm como longitudes de onda preferentes.

B. Actividad captadora del radical DPPH

La determinación del porcentaje de inhibición al radical DPPH, se llevó a cabo de acuerdo con la metodología descrita por Pombal et al. (2017) [7]. En cada pocillo de una microplaca de 96 pocillos, se colocaron 100 µL de DPPH 600 µM y 100 µL de los productos a ser evaluados, los cuales fueron previamente disueltos en DMSO obteniendo concentraciones desde 0,48 µg/mL hasta 1000 µg/mL. Incubamos en la oscuridad durante 30 minutos y posteriormente, los datos de densidad óptica (DO) se obtuvieron a 492 nm. Cada evaluación se realizó por triplicado; utilizamos quercetina como sustancia de referencia y el porcentaje de inhibición del radical DPPH fue calculado a través de la siguiente fórmula:

FÓRMULA 1

$$\% \text{ inhibición} = \frac{\text{OD DPPH} - \text{OD extracto}}{\text{OD DPPH}} \times 100 \%$$

OD: Densidad óptica

C. Capacidad atrapadora del anión superóxido en un sistema no enzimático

La actividad inhibitoria del anión superóxido ($\bullet\text{O}_2^-$) por parte de los extractos se evaluó mediante el método descrito por otros autores Pombal et al. (2020) [8]. En cada pocillo de una microplaca de 96 pocillos, se colocaron 50 µL de los extractos disueltos en DMSO a diferentes concentraciones (0,48 µg/mL hasta 1000 µg/mL). Posteriormente a cada pocillo se le adicionó 50 µL de PMS (120 µM), 50 µL de NADH (936 µM), y finalmente 50 µL de NBT (300 µM). Utilizamos quercetina como sustancia de referencia y todas las concentraciones fueron ensayadas por triplicado. Una vez preparada la placa se procedió a incubar durante 5 minutos en oscuridad a una temperatura de 25°C. Después de este periodo, las determinaciones se realizaron a una longitud de onda de 560 nm.

Ensayo de inhibición de la peroxidación lipídica

Para cada 100 µl del homogeneizado de huevo (1:25, v/v en solución PBS, pH 7.4), añadimos 10 µL de extracto y 50 µL FeSO₄ (25 mmol/l) y PBS c.s.p. 300 µl. Incubamos a 37 °C durante 15 minutos, y añadimos 50 µl de ácido tricloroacético al 15% p/v. Centrifugamos la muestra (3,500 rpm x 15 minutos), extraemos 200 µl del sobrenadante y añadimos 100 µl de ácido tiobarbitúrico al 0.8%. Calentamos la mezcla a 95 °C durante 30 minutos. Dejamos enfriar antes de medir la absorbancia de las muestras a 532 nm [9].

3. RESULTADOS

A. Identificación de ácidos fenólicos

Los resultados para el EEtCG-V, a 330 nm, indican la presencia de 17 picos cromatográficos (tabla 1) correspondientes a derivados de ácidos hidroxicinámicos (cis ácido 5-cafeoilquínico, ácido 4,5-dicafeoilquínico, ácido 3-dicafeoilquínico, entre otros). Los compuestos detectados

en el EEtCG-T fueron similares a los descritos para EEtCG-V, con la excepción de la aparición de los picos correspondientes a lactonas de los ácidos clorogénicos, relacionadas con el proceso de tostado tal como se observa en las figuras 1 y 2.

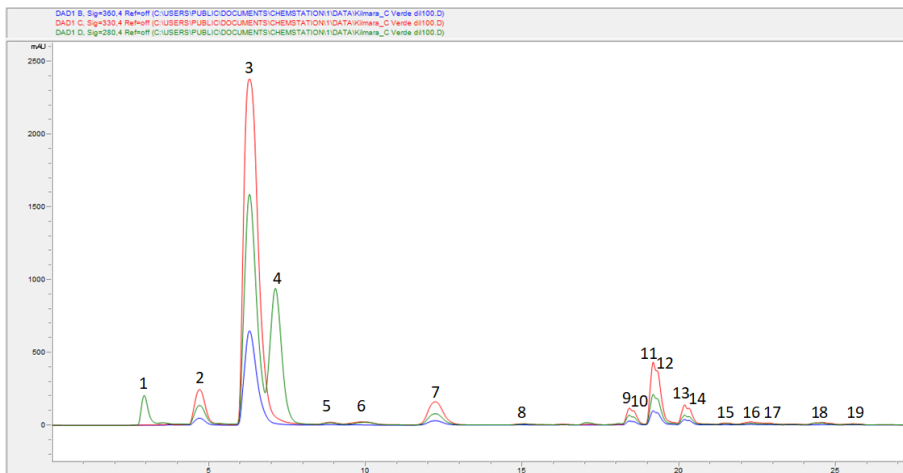


Fig 1. Cromatograma de café verde registrado a 330 nm (rojo), 280 nm (verde) y 360 (azul).

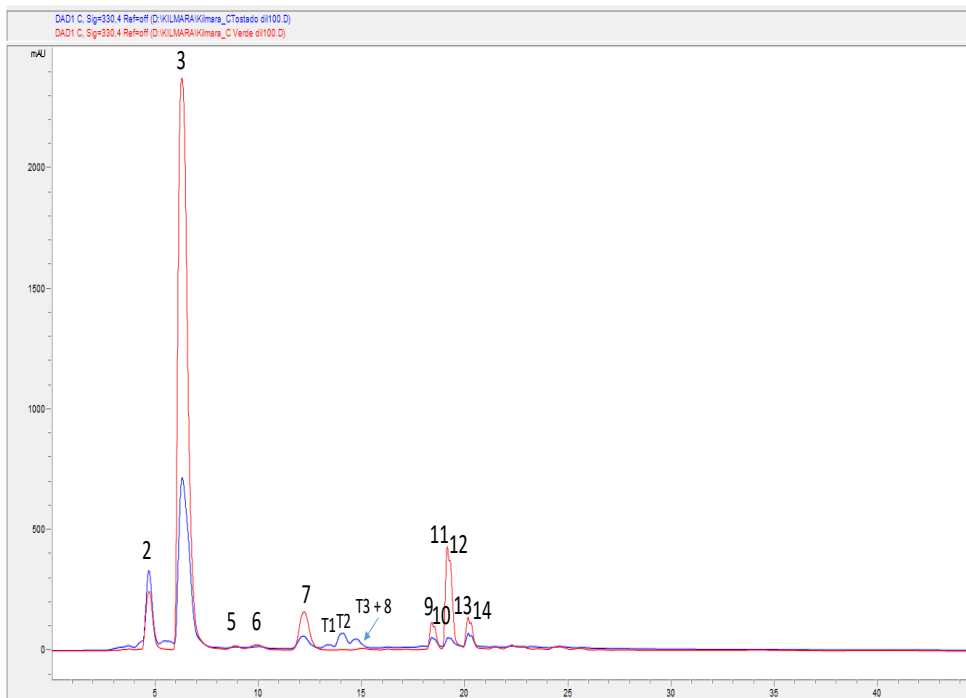


Fig 2. Cromatograma de café verde (rojo) y café tostado (azul) registrado a 330 nm.

Tabla 1. Identificación tentativa de los picos observados en el cromatograma

| Tr | Pico | Identificación Tentativa |
|------|------|--|
| 3 | 1 | quinic acid + Caffeic acid Glucoside (traces) |
| 4.7 | 2 | 3-CaffeoylQuinic Acid |
| 6.3 | 3 | 5-CaffeoylQuinic Acid |
| 7.1 | 4 | Hydroxybenzoic acid derivative |
| 8.9 | 5 | 3-Feruloylquinic acid cis 5-CaffeoylQuinic Acid |
| 9.9 | 6 | 5-p Coumaroylquinic Acid |
| 12.2 | 7 | 5-Feruloylquinic acid |
| 13.4 | T1 | caffeoylquinic acid lactone |
| 14 | T2 | caffeoylquinic acid lactone |
| 14.7 | T3 | caffeoylquinic acid lactone |
| 15 | 8 | Feruloylquinic acid isomer |
| 18.4 | 9 | 3,4-diCaffeoylquinic acid |
| 18.5 | 10 | 3,4-diCaffeoylquinic acid isomer |
| 19.2 | 11 | 4,5-diCaffeoylquinic acid |
| 19.3 | 12 | 3,5-diCaffeoylquinic acid |
| 20.2 | 13 | 4,5-diCaffeoylquinic acid isomer |
| 20.3 | 14 | 4,5-diCaffeoylquinic acid isomer |
| 21.4 | 15 | 4,5-caffeoylferuloylquinic acid |
| 22.3 | 16 | 3-Feruloyl-5-caffeoylquinic acid |
| 22.8 | 17 | 4,5-caffeoylferuloylquinic acid |
| 24.5 | 18 | Caffeoyl-N-Tryptophan |
| 25.5 | 19 | 4,5-dimethoxycinnamoyl-feruloylquinic acids |

B. Actividad captadora del radical DPPH

La evaluación frente al radical DPPH resultó en nula actividad antioxidante para el EACG-V, sin embargo, un $25,1 \pm 6.1$ % de inhibición se obtuvo con el EACG-T, frente al $80,4 \pm 1,2$ % desarrollado por el patrón quercetina (tabla 2).

Capacidad atrapadora del anión superóxido en un sistema no enzimático

La actividad inhibitoria del anión superóxido no enzimático fue de $66,8 \pm 2,3$ %, $64,1 \pm 1,8$ % y $75,8 \pm 0,6$ % para el EACG-V, EACG-T y quercetina, respectivamente (tabla 2).

Ensayo de inhibición de la peroxidación lipídica

Para evaluar la actividad de los extractos sobre TBARS, el EACG-T mostró una capacidad

antioxidante de 73.0 ± 1.7 % a la concentración de $15.6 \mu\text{g}/\text{mL}$, similar al obtenido por nuestro producto estándar Quercetina (% de inhibición = 73.7 ± 2.7) a la concentración de $1000 \mu\text{g}/\text{mL}$. Para el EACG-V, la actividad captadora frente al radical (TBARS) fue menor del 50 % en comparación con el efecto generado por nuestro estándar Quercetina (% de inhibición = 73.7 ± 2.7) (tabla 2).

Tabla 2. Valores del efecto inhibitorio máximo (Emax) y de la concentración inhibitoria 50 (CI50) obtenidos con los extractos de Café Geisha ensayados contra los radicales DPPH, $\bullet\text{O}_2^-$ y peroxidación lipídica

| Extractos | DPPH | | $\bullet\text{O}_2^-$ | | Peroxidación lipídica | |
|------------|----------------|--|-----------------------|--|-----------------------|--|
| | Emax (%) | CI ₅₀ ($\mu\text{g}/\text{mL}$) | Emax (%) | CI ₅₀ ($\mu\text{g}/\text{mL}$) | Emax (%) | CI ₅₀ ($\mu\text{g}/\text{mL}$) |
| Quercetina | $80,4 \pm 1,2$ | 44,1 | $75,8 \pm 0,6$ | 15,9 | $73,7 \pm 2,7$ | 80,5 |
| EACG-T | $25,1 \pm 6,1$ | Nd | $64,1 \pm 1,8$ | Nd | $73,0 \pm 1,7$ | Nd |
| EACG-V | $-1,9 \pm 2,7$ | 14,7 | $66,8 \pm 2,3$ | Nd | $39,0 \pm 3,4$ | 1,1 |

Los datos de Emax se presentan como la media \pm DS para un $n=3$ $\dagger p<0,05$ vs Quercetina. Nd= No determinado.

4.CONCLUSIONES

Los resultados expuestos constituyen una parte de los primeros estudios realizados sobre extractos de café Geisha verde y tostado, que pretenden conocer las características fitoquímicas y actividad antioxidante con el objetivo de enriquecer los estudios de inocuidad alimentaria para este producto, así como explorar el potencial nutracéutico de sus constituyentes.

REFERENCIAS

- [1] Wanyika, H. N., Gatebe, E. G., Gitu, L. M., Ngumba, E. K., & Maritim, C. W. (2010). Determination of caffeine content of tea and instant coffee brands found in the Kenyan market. *African Journal of Food Science*, 4(6), 353–358.
- [2] Perrone, D., Farah, A., & Donangelo, C. M. (2012). Influence of coffee roasting on the incorporation of phenolic compounds into melanoidins and their relationship with antioxidant activity of the brew. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 60(17), 4265–4275. <https://doi.org/10.1021/jf205388x>
- [3] Babova, O., Occhipinti, A. y Maffei, M.E. Chemical partitioning and antioxidant capacity of green coffee (*Coffea arabica* and *Coffea canephora*) of different geographical origin, *Phytochemistry*, 123, 33-39 (2016).
- [4] Vega, A., De León, J. A., Reyes, S. M., & Miranda, S. Y. (2018). Bioactive components of 34 commercial brands of coffee from Panama: Relationship between chlorogenic acids and caffeine. *Informacion Tecnologica*, 29(4), 43–54. <https://doi.org/10.4067/s0718-07642018000400043>
- [5] Hernández, K. (2021, September 28). El café geisha, un romance en Panamá | La Prensa Panamá. La Prensa, Martes Financiero. <https://www.prensa.com/impresamartes-financiero/el-cafe-geisha-un-romance-en-panama/>

- [6] Affonso, R. C. L., Voytena, A. P. L., Fanan, S., Pitz, H., Coelho, D. S., Horstmann, A. L., Pereira, A., Uarrota, V. G., Hillmann, M. C., Varela, L. A. C., Ribeiro-Do-Valle, R. M., & Maraschin, M. (2016). Phytochemical Composition, Antioxidant Activity, and the Effect of the Aqueous Extract of Coffee (*Coffea arabica* L.) Bean Residual Press Cake on the Skin Wound Healing. *Oxidative Medicine and Cellular Longevity*, 2016. <https://doi.org/10.1155/2016/1923754>
- [7] S. Pombal, Y. Hernández, D. Diez, E. Mondolis, A. Mero, J. Morán-Pinzón, E. I. Guerrero, J. M. Rodilla, "Antioxidant Activity of Carvone and Derivatives against Superoxide Ion," *Nat Prod Commun.*, vol. 12, no. 5, pp. 653-655, May 2017
- [8] Pombal, S., M. Roncero, A., E. Tobal, I., García, N., Silva, L., Diez, D., Mondolis, E., Mero, A., Morán-Pinzón, J., Guerrero, E. I., & Rodilla, J. M. (2020). Antioxidant Activity of New Carvone Derivatives. *Natural Product Communications*, 15(2). <https://doi.org/10.1177/1934578X20908081>
- [9] Y. Zhao, J. Dou, T. Wu, H. A. Aisa, "Investigating the antioxidant and acetylcholinesterase inhibition activities of *Gossypium herbaceum*," *Molecules*, vol. 8, no. 1, pp. 951–962, January 2013.

AUTORIZACIÓN Y LICENCIA CC

Los autores autorizan a APANAC XIX a publicar el artículo en las actas de la conferencia en Acceso Abierto (Open Access) en diversos formatos digitales (PDF, HTML, EPUB) e integrarlos en diversas plataformas online como repositorios y bases de datos bajo la licencia CC:

Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International (CC BY-NC-SA 4.0) <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>.

Ni APANAC XIX ni los editores son responsables ni del contenido ni de las implicaciones de lo expresado en el artículo.

ABORDANDO EL DESEQUILIBRIO DE DATOS EN CLASIFICACIÓN DE ATAQUES DE DENEGACIÓN DE SERVICIO DISTRIBUIDO (DDOS)

Acosta-Tejada, Danny

Polytechnic University of Puerto Rico
San Juan, Puerto Rico
acosta_130476@students.pupr.edu

Sanchez-Galan, Javier

Universidad Tecnológica de Panamá
Panamá City, Panamá
javier.sanchezgalan@utp.ac.pa

Torres-Batista, Nelliud

Polytechnic University of Puerto Rico
San Juan, Puerto Rico
ntorres@pupr.edu

Abstract

DDoS attacks pose a substantial menace to organizations and enterprises reliant on interconnected networks for their operational continuity. Distinguishing between malicious assaults and legitimate surges in web traffic represents a formidable challenge, with existing defense mechanisms struggling to precisely identify and counteract such threats. This research delves into the ramifications of data imbalance on the classification of Distributed Denial of Service (DDoS) attacks, presenting a remedy involving synthetic data. The methodology encompasses data acquisition, preprocessing, synthetic data generation, and performance assessment. Leveraging the CICDDoS2019 dataset, comprising 20 million instances characterized by 88 features, for evaluation purposes, synthetic data is artfully crafted through a Generative Adversarial Network (GAN). Specifically focusing on three original dataset attributes: time, attack type, and duration. Classification tasks entail three distinct dataset arrangements, ranging from balanced to imbalanced representations of attack categories. This is achieved by treating the dataset conventionally (imbalanced), subsampling the minority class, and supplementing the dataset with an additional 2 million data points synthesized by GANs. An evaluative comparison between conventional classification methodologies (CNN, KNN, and XGBoost) and GAN utilization demonstrates a substantial performance enhancement. While traditional methods yield accuracy rates

of 82-86%, GANs consistently achieve 98-99% accuracy. These findings underscore the pronounced impact of data imbalance on classification efficacy and underscore the efficacy of GANs in mitigating this challenge while enhancing accuracy. The research underscores the critical significance of accounting for data imbalance and adopting innovative techniques such as GANs in the realm of cybersecurity.

Keywords: DDoS, Cybersecurity, Machine Learning, Generative Adversarial Networks, Data Generation.

Resumen

Los ataques de denegación de servicio distribuido (DDoS) representan una amenaza significativa para instituciones y empresas que dependen de redes interconectadas. Distinguir entre ataques maliciosos y aumentos legítimos en el tráfico web es un desafío, y los sistemas de defensa existentes luchan por identificar. Este estudio explora el impacto del desequilibrio de datos en la clasificación de ataques DDoS y propone una solución utilizando datos sintéticos. La metodología involucra: recolección de datos, preprocesamiento, generación de datos sintéticos, y análisis de rendimiento. Utilizamos CICDDoS2019 dataset, contiene 22 millones de ejemplos medidos en 88 características. Generamos datos sintéticos utilizando Redes Generativa Antagónica (GANs), centrándonos en tres características del conjunto de datos: tiempo, tipo de ataque y duración. Se trabajó con tres grupos de datos del mismo dataset: manera convencional (desequilibrada), submuestreo de la clase minoritaria y utilizando GANs para generar un total adicional de 2 millones de puntos de datos. Una comparación de rendimiento entre métodos tradicionales de clasificación (CNN, KNN y XGBoost) y el uso de GANs muestra una mejora significativa. Los métodos tradicionales alcanzan tasas de precisión del 82-86%, mientras que las GANs logran consistentemente tasas de precisión del 98-99%. Estos hallazgos resaltan el impacto del desequilibrio de datos en la eficacia de la clasificación y demuestran la efectividad de las GANs para mitigar este desafío mientras mejoran la precisión. El estudio enfatiza la importancia de considerar el desequilibrio de datos y adoptar técnicas innovadoras como las GANs en el campo de la ciberseguridad.

Palabras claves: DDoS, Seguridad de datos, Aprendizaje de Maquinas, Redes Generativa Antagónica (GANs), Generación de Datos.

1. INTRODUCCIÓN

En el panorama digital actual, las empresas dependen en gran medida de redes interconectadas para agilizar sus operaciones y ofrecer servicios [1]. Sin embargo, esta creciente dependencia de la tecnología conlleva numerosos desafíos, siendo el más destacado la capacidad para distinguir entre los ataques de denegación de servicio distribuido (DDoS) y los aumentos legítimos en el tráfico web [2]. Los ataques DDoS representan una amenaza significativa para las organizaciones al sobrecargar sus recursos de red y perturbar los servicios. Diferenciar entre ataques maliciosos y picos genuinos en el tráfico web es una tarea compleja que requiere mecanismos avanzados de defensa. Los métodos y sistemas de defensa existentes se basan en la identificación de diferencias estadísticas en el tráfico de red para diferenciar entre ataques DDoS y multitudes repentinas [3]. Sin embargo, estas aproximaciones a menudo tienen dificultades para realizar distinciones precisas, lo que conduce a la clasificación errónea. Esta limitación subraya la necesidad urgente de técnicas de ciberseguridad más efectivas. Con su capacidad para reconocer patrones derivados de valores característicos, el aprendizaje automático ha surgido como un camino para combatir diversas amenazas cibernéticas.

Eventos recientes como el de Ticketera [4] en el cual confirma haber sido víctima de un ciberataque destinado a monopolizar la venta de boletos, ejecutado a través de bots que apuntaron a la infraestructura técnica de la empresa, lo que resultó en riesgos financieros y de reputación significativos. Dada la ubicuidad de estas vulnerabilidades en diversos sectores, incluyendo atención médica, automotriz, finanzas, seguridad y la rápida proliferación de dispositivos conectados a Internet [5], abordar los desafíos de seguridad se convierte en una prioridad. Este estudio busca ampliar el análisis de los métodos de clasificación al incorporar datos sintéticos para corregir el problema del desequilibrio de datos. Al explorar la utilidad de los datos sintéticos para abordar problemas de desequilibrio de datos, nuestra investigación pretende realizar contribuciones significativas al avance de los mecanismos de defensa de ciberseguridad, garantizando así un entorno digital más seguro tanto para las organizaciones como para las personas.

Este artículo aborda el desequilibrio de datos en los métodos de clasificación del aprendizaje automático y sus implicaciones para la ciberseguridad. Nuestro objetivo es doble: primero, examinar el impacto del desequilibrio de datos en la clasificación de ataques DDoS utilizando métodos tradicionales y técnicas de aprendizaje profundo de vanguardia; y segundo, proponer un remedio mediante la utilización de datos sintéticos para mitigar las preocupaciones por el desequilibrio de datos. Específicamente, realizamos una comparación de rendimiento entre metodologías tradicionales y enfoques de aprendizaje profundo de última generación utilizando el conjunto de datos CICDDoS2019, diseñado específicamente para la clasificación de ataques DDoS.

2. MÉTODO

Nuestra metodología se basa en seis pasos: (1) adquisición de datos, (2) luego se realizan los pasos de preprocesamiento para adecuar los datos. (3) Presentamos una estrategia de generación de datos sintéticos debido al desequilibrio en el conjunto de datos. Posteriormente, (4) probamos nuestro modelo; se probaron (5) tres algoritmos de aprendizaje automático y (6) se calcularon métricas de error para determinar cuál proporcionaba un resultado más preciso.

A. Adquisición de datos

Este estudio construye una metodología de análisis de clasificación en torno a un conjunto de datos reconocido y previamente publicado, el CICD-DoS2019 [6]. El conjunto de datos incluye 88 características y 7 registros, que abarcan diferentes tipos de ataques DDoS y tráfico de red normal. El conjunto de datos seleccionado se utilizó con fines de clasificación para diferenciar y reconocer una variedad de ataques del tráfico normal, es decir, no ataques. Para este estudio, el conjunto de datos se reorganizó de tres formas distintas: Primer Montaje (Equilibrada mediante submuestreo): análisis seleccionando un subconjunto y asegurando una representación equitativa de todas las clases en las distribuciones de ataques, como se muestra en la Tabla I.

Segundo Montaje (Desequilibrada): se creó seleccionando todo el conjunto de datos sin equilibrar, los detalles sobre el conjunto de datos se encuentran en la Tabla II.

Tercer Montaje (Equilibrada mediante la generación de datos sintéticos): en la Tabla III, se aseguró un equilibrio de clases generando un conjunto de datos utilizando GANs.

Tabla 1. Primer Montaje

| Tipo de Ataque | Ataques |
|------------------|-----------|
| LDAP | 9.931 |
| MSSQL | 205.744 |
| NETBIOS | 383.183 |
| Portmap | 186.960 |
| SYN | 265.120 |
| UDP | 278.059 |
| UDPLag | 1.873 |
| Total de Ataques | 1.330.870 |

Tabla 2. Segundo Montaje

| Tipo de Ataque | Ataques |
|------------------|------------|
| LDAP | 1.915.122 |
| MSSQL | 5.787.453 |
| NETBIOS | 3.657.497 |
| Portmap | 186.960 |
| SYN | 4.891.500 |
| UDP | 3.867.155 |
| UDPLag | 1.873 |
| Total de Ataques | 20.307.560 |

Tabla 3. Tercer Montaje

| Tipo de Ataque | Ataques |
|------------------|------------|
| LDAP | 1.915.122 |
| MSSQL | 5.787.453 |
| NETBIOS | 3.657.497 |
| Portmap | 1.520.290 |
| SYN | 4.891.500 |
| UDP | 3.867.155 |
| UDPLag | 1.285.403 |
| Total de Ataques | 22.924.420 |

B. Preprocesamiento

En este estudio, se realizó un exhaustivo preprocesamiento de datos con el propósito de transformar los datos crudos en un formato estructurado. Esta tarea incluyó la imputación de valores faltantes y la eliminación de datos ruidosos, inconsistentes y redundantes [7]. El objetivo primordial de este proceso fue garantizar la coherencia de los datos y reducir la dimensionalidad del conjunto de datos para facilitar su análisis [8]. La Figura 1 ilustra de manera visual los pasos que se llevaron a cabo en la etapa de preprocesamiento de datos de este estudio.

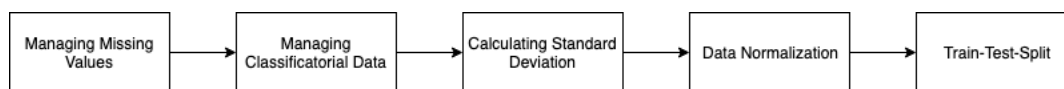


Fig. 1 Preprocesamiento de Datos

En cuanto a la gestión de valores faltantes, se reconoció la importancia de abordar este problema común en conjuntos de datos utilizados en el aprendizaje automático. En estudios previos, como el de Emmanuel et al. [9], se demostró que la omisión de valores faltantes

puede tener un impacto negativo en la precisión y la puntuación F1 de los modelos de clasificación. En este contexto, se realizó un minucioso análisis en busca de valores faltantes utilizando la potente herramienta `.isnull()` de Pandas. Afortunadamente, nuestro análisis no identificó ningún valor faltante que pudiera afectar nuestro estudio.

Asimismo, se abordó la gestión de datos categóricos, siendo las direcciones IP de origen y destino, la marca de tiempo y las etiquetas las variables no numéricas detectadas. Para lidiar con estas variables categóricas, se aplicaron técnicas específicas. En primer lugar, las direcciones IP se convirtieron en números enteros mediante el uso de la biblioteca `netaddr.IPAddress`, lo que facilitó su análisis y modelado. Posteriormente, la variable de marca de tiempo se transformó en un número entero, preservando el formato original de cadena, eliminando los dos puntos de la marca de tiempo y manteniendo la secuencia temporal de los datos. Por último, se reemplazaron los nombres de los ataques con valores numéricos, lo que simplificó la manipulación y el análisis de las etiquetas, proporcionando una representación numérica que se emplearía en los métodos de clasificación.

La gestión de la desviación estándar (Standard Deviation) en los conjuntos de datos utilizados en el aprendizaje automático se consideró crucial. Por lo tanto, se llevó a cabo una normalización de datos para reducir la desviación estándar y garantizar que las características del conjunto de datos tuvieran una escala similar. Tras esta gestión, se eliminaron con éxito todas las columnas donde la desviación estándar era igual a cero, lo que resultó en un conjunto de datos con 75 columnas para análisis posteriores.

La normalización de la puntuación Z se utilizó para estandarizar los datos, manteniendo las relaciones originales entre los puntos de datos y eliminando la influencia de escalas y distribuciones variables. Por último, se aplicó la técnica de división de entrenamiento-prueba, para garantizar un rendimiento confiable del modelo en datos no vistos. Nuestro estudio utilizó una división de entrenamiento-prueba del 75% para entrenamiento y del 25% incluyendo los datos generados sintéticamente mediante GANs.

C. Generación de Datos con GANs

Los Generative Adversarial Networks (GANs), introducidos por [10], presentaron el concepto de GANs, que constan de un generador y una red neuronal discriminadora que se entrenan de manera competitiva. El generador produce muestras de datos sintéticos, mientras que el discriminador intenta distinguirlos de las muestras de datos reales. La Figura 2 describe la arquitectura de GANs utilizada en este artículo:

Datos Reales: Empleamos CICDDoS19, que está compuesto por una colección de las solicitudes realizadas al servidor del conjunto de datos de evaluación de CICDDoS2019.

Penalización del Gradiente: Se utilizó la Penalización del Gradiente (GP) [11]. En términos generales, esto ocurre cuando se agrega ruido a los datos de entrada en proporción al gradiente de la salida del discriminador con respecto a los datos de entrada.

Red del Generador: El generador se entrena minimizando la diferencia entre las muestras de datos generadas y reales (error de clasificación).

Red del Discriminador: Entrenamos al discriminador para distinguir entre datos reales y falsos.

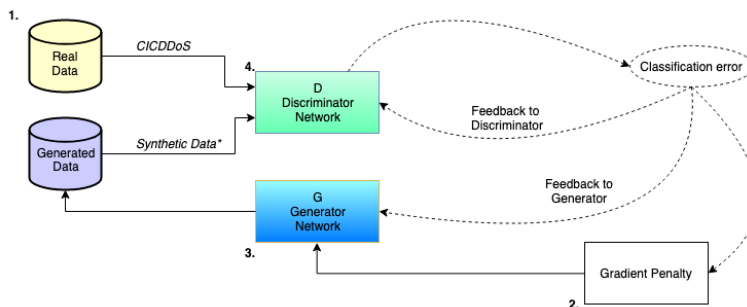


Fig. 2 Arquitectura GANs

D. Métodos de Clasificación

CNN: Las Redes Neuronales Convolucionales (CNN, por sus siglas en inglés) son una clase de redes neuronales profundas adecuadas para procesar datos de imágenes. Las CNN están compuestas por capas de convolución que aprenden características locales de los datos de entrada [12], seguidas de capas de agrupación que reducen la dimensionalidad espacial y capas completamente conectadas que realizan la clasificación final.

KNN: K-nearest neighbors (KNN) es un algoritmo de clasificación no paramétrico ampliamente utilizado en reconocimiento de patrones y aprendizaje automático [13]. La idea básica de KNN es clasificar un punto de datos desconocido basado en las etiquetas de clase de sus k vecinos más cercanos en el conjunto de entrenamiento [14].

XGBoost: XGBoost (Extreme Gradient Boosting) es un método de conjunto que combina múltiples aprendices débiles para formar un aprendiz fuerte [15]. XGBoost es una variante del algoritmo de aumento de gradiente introducido por Friedman [15]. El algoritmo fue posteriormente desarrollado y optimizado por Chen et al. [16].

Hardware

La configuración experimental para esta investigación implicó la implementación de los modelos descritos utilizando Python 3.10. El equipo utilizado estaba equipado con un procesador AMD Ryzen 5 3600XT, 32GB de memoria RAM DDR4 y una tarjeta de video EVGA NVIDIA 3080. La implementación del código se basó en las bibliotecas TensorFlow 2.8 y scikit-learn 1.1.

3. RESULTADOS

Por medio de esta investigación se pudo identificar que los ataques UDPLag y LDAP están subrepresentados. La Tabla 1 muestra que se obtuvo un total de 191,694 de los

cuales se identificaron que estos ataques tienen una representación de 0.746% y 0.141% equitativamente.

El segundo montaje, denotado en la Tabla 2, mostró que al utilizar el conjunto de datos completo se obtuvo un desbalance mayor. Al analizar los ataques, se pudo denotar que los ataques UDPLag (0.009%) y Portmap (0.921%) obtuvieron un desbalance mayor, el cual exigía un nivel de datos mayor para alcanzar un balance.

Una vez generado los datos sintéticos con GANs, se pudo presentar un conjunto de datos mejor representado. Tabla 3 muestra un conjunto de datos con una distribución más equitativa entre las diferentes categorías. Esta distribución equilibrada sugiere que el conjunto de datos abarcó una gama más amplia de categorías con magnitudes similares. Después de generar datos con una GAN, el conjunto de datos se normalizó y se combinaron los datos sintéticos con el conjunto de datos reales. Se entrenaron modelos de clasificación (KNN, CNN y XGBoost). El rendimiento se evaluó utilizando la precisión y el puntaje F1, que se pueden ver en la Tabla 4 y la Tabla 5, respectivamente.

Los resultados se pueden resumir de la siguiente manera: independientemente del método de clasificación (CNN, KNN o XGBoost), la precisión y puntaje F1, los mejores resultados se encontraron en el tercer conjunto de datos, es decir, utilizando el conjunto de datos más equilibrado obtenido a través de una GAN. En algunos casos, mejorando la evaluación del modelo en más del 10%.

Tabla 4. Comparación de Precisión

| Dataset | Classification Method | | |
|------------------|-----------------------|--------|---------|
| | CNN | KNN | XGBoost |
| Mismo Tamaño | 82,42% | 83,87% | 85,66% |
| Dataset Completo | 88,46% | 91,49% | 92,57% |
| GANs | 97,58% | 98,15% | 99,44% |

Tabla 5. Comparación de Puntaje F1

| Dataset | Classification Method | | |
|------------------|-----------------------|--------|---------|
| | CNN | KNN | XGBoost |
| Mismo Tamaño | 82,42% | 83,87% | 85,66% |
| Dataset Completo | 88,46% | 91,49% | 92,57% |
| GANs | 97,58% | 98,15% | 99,44% |

4. CONCLUSIONES

En conclusión, nuestro estudio empleó tres clasificadores diferentes: dos clasificadores tradicionales, CNN y KNN, y un clasificador novedoso, XGBoost, para evaluar la efectividad de incorporar datos sintéticos en el proceso de clasificación. Los tres modelos se entrenaron utilizando una combinación de datos reales y sintéticos. El uso de un conjunto de datos combinado demostró una mejora en términos de precisión y puntaje F1. Al aprovechar las representaciones sólidas aprendidas a partir del conjunto de datos aumentado, todos los clasificadores exhibieron capacidades de generalización mejoradas, especialmente cuando se enfrentaban a datos reales limitados y difíciles de obtener. Este artículo también aborda el problema del desequilibrio de datos en los métodos de clasificación de aprendizaje automático y sus consecuencias para la ciberseguridad. Por lo tanto, se cumplieron nuestros dos objetivos. Nuestros hallazgos resaltan los beneficios de utilizar datos sintéticos en la fase de entrenamiento de clasificadores de aprendizaje automático para reconocer ataques DDoS. Al aumentar los conjuntos de datos reales limitados de ataques con muestras generadas de manera sintética, observamos un mejor rendimiento de clasificación en los tres clasificadores.

REFERENCIAS

- [1] S. Randhawa, B. Turnbull, J. Yuen, and J. Dean, "Mission-centric automated cyber red teaming," in Proceedings of the 13th International Conference on Availability, Reliability and Security, 2018, pp. 1–11.
- [2] C. Cangea, P. Velic̃ković, N. Jovanović, T. Kipf, and P. Lio`, "Towards sparse hierarchical graph classifiers," arXiv preprint arXiv:1811.01287, 2018.
- [3] D. Sun, K. Yang, Z. Shi, and C. Chen, "A new mimicking attack by LSGAN," Proceedings - International Conference on Tools with Artificial Intelligence, ICTAI, vol. 2017-Novem, pp. 441–447, 2018.
- [4] R. Times, "Ticketera confirms that it was the victim of a new cyberattack," Jul 2022. [Online]. Available: <https://rivaltimes.com/ticketera-confirms-that-it-was-the-victim-of-a-new-cyberattack/>
- [5] N. F. Syed, Z. Baig, A. Ibrahim, and C. Valli, "Denial of service attack detection through machine learning for the IoT," Journal of Information and Telecommunication, vol. 4, no. 4, pp. 482–503, 2020.
- [6] I. Sharafaldin, A. H. Lashkari, S. Hakak, and A. A. Ghorbani, "Developing realistic distributed denial of service (ddos) attack dataset and taxonomy," in 2019 International Carnahan Conference on Security Technology (ICCST). IEEE, 2019, pp. 1–8.
- [7] S.-A. N. Alexandropoulos, S. B. Kotsiantis, and M. N. Vrahatis, "Data preprocessing in predictive data mining," The Knowledge Engineering Review, vol. 34, p. e1, 2019.
- [8] M. Kang and J. Tian, "Machine learning: Data pre-processing," Prognostics and Health Management of Electronics: Fundamentals, Machine Learning, and the Internet of Things, pp. 111–130, 2018.

- [9] [9] T. Emmanuel, T. Maupong, D. Mpoeleng, T. Semong, B. Mphago, and O. Tabona, “A survey on missing data in machine learning,” *Journal of Big Data*, vol. 8, no. 1, pp. 1–37, 2021.
- [10] I.J.Goodfellow, “Ondistinguishability criteria for estimating generative models,” arXiv preprint arXiv:1412.6515, 2014.
- [11] I. Gulrajani, F. Ahmed, M. Arjovsky, V. Dumoulin, and A. C. Courville, “Improved training of wasserstein gans,” *Advances in neural information processing systems*, vol. 30, 2017.
- [12] A. Krizhevsky, I. Sutskever, and G. E. Hinton, “Imagenet classification with deep convolutional neural networks,” *Communications of the ACM*, vol. 60, no. 6, pp. 84–90, 2017.
- [13] T. Cover and P. Hart, “Nearest neighbor pattern classification,” *IEEE transactions on information theory*, vol. 13, no. 1, pp. 21–27, 1967.
- [14] M. Mustaqeem and M. Saqib, “Principal component based support vector machine (pc-svm): a hybrid technique for software defect detection,” *Cluster Computing*, vol. 24, no. 3, pp. 2581–2595, 2021.
- [15] J. H. Friedman, “Greedy function approximation: a gradient boosting machine,” *Annals of statistics*, pp. 1189–1232, 2001.
- [16] T. Chen and C. Guestrin, “Xgboost: A scalable tree boosting system,” in *Proceedings of the 22nd acm sigkdd international conference on knowledge discovery and data mining*, 2016, pp. 785–794.

AUTORIZACIÓN Y LICENCIA CC

Los autores autorizan a APANAC XIX a publicar el artículo en las actas de la conferencia en Acceso Abierto (Open Access) en diversos formatos digitales (PDF, HTML, EPUB) e integrarlos en diversas plataformas online como repositorios y bases de datos bajo la licencia CC:

Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International (CC BY-NC-SA 4.0) <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>.

Ni APANAC XIX ni los editores son responsables ni del contenido ni de las implicaciones de lo expresado en el artículo.

Caracterización del suelo y su relación con el proceso de infiltración

Muñoz, Yaxuri

Facultad de Ingeniería Civil, Universidad Tecnológica de Panamá (UTP)
Panamá, Panamá
Yaxuri97munoz@outlook.com

Opolenko, Valentina

Centro del Agua del Trópico Húmedo para América Latina y el Caribe (CATHALAC)
Panamá, Panamá
Valentina.opolenko@cathalac.int

Barahona, Horacio

LABGEO, Centro Experimental de Ingeniería (CEI), Universidad Tecnológica de Panamá
Panamá, Panamá
Horacio.barahona@utp.ac.pa

Fábrega, José

Centro de Investigaciones Hidráulica e Hidrotécnicas Universidad Tecnológica de Panamá, Miembro del Sistema Nacional de Investigación (SNI) de Panamá, Investigador Asociado CEMCIT-AIP
Panamá, Panamá
Jose.fabrega@utp.ac.pa
ORCID: 0000-0003-1536-0386

Cedeño, Azeal

LABGEO, Centro Experimental de Ingeniería (CEI), Universidad Tecnológica de Panamá
Panamá, Panamá
ORCID: 0000-0003-3892-6514
Azeal.cedeno@utp.ac.pa

Abstract

The alteration of land use causes short-term changes in the hydrological variables. Therefore, efficient soil and water management needs to have a detailed knowledge of the infiltration rate due to the correlation between soil properties and the contribution of water to aquifers; since the movement of water into the soil, the porosity and content of the water determine the part of the precipitation that penetrates the ground, and that runs off it. The objective of this research was to evaluate the infiltration behavior and its

relationship with soil texture. The methodology consisted of taking 26 sampling points in the lower part of the Las Tablas district, using field equipment such as the Turf Tec Infiltrometer and the Porchet method. In addition, representative soil samples of the area were taken for further characterization, obtaining results 73% of Silt loam soil with the USDA Texture Triangle, 65% clay of high sandy plasticity, and 23% clay of low sandy plasticity with the Unified Soil Classification System. The Silt loam soil predominates in the region of Las Tablas with 73%, and the remaining 27% combines silt, sand, and clay. On the other hand, the Porchet method can be replaced by the Turf Tec infiltrometer because it gives comparable infiltration capacity values.

Keywords: Infiltration, Infiltration capacity, Las Tablas, soils, Turf Tec infiltrometer.

Resumen

La alteración del uso del suelo provoca cambios a corto plazo en las variables hidrológicas. Por lo tanto, una gestión eficiente del suelo y del agua necesita tener un conocimiento detallado de la tasa de infiltración debido a la correlación entre las propiedades del suelo y el aporte de agua a los acuíferos; dado que el movimiento del agua hacia suelo, la porosidad y el contenido del agua determinan la parte de la precipitación que penetra en el suelo y la que se escurre sobre él. El objetivo de esta investigación fue evaluar el comportamiento de la infiltración y su relación con la textura del suelo. La metodología consistió en tomar 26 puntos de muestreo en la parte baja del distrito de Las Tablas, utilizando equipo de campo como: el Infiltrómetro Turf Tec y el método de Porchet. Además, se tomaron muestras de suelo representativas de la zona para su mayor caracterización, obteniendo resultados 73% de suelo franco limoso con el Triángulo de Textura USDA, 65% arcilla de alta plasticidad arenosa y 23 % arcilla de baja plasticidad arenosa con la Clasificación Unificada de Suelos. Se pudo concluir que el suelo franco limoso predomina en la región de las tablas con un 73%, el 27% restante es una combinación de limo, arena y arcilla. Por otro lado, el método de Porchet puede sustituirse por el infiltrómetro Turf Tec, porque proporciona valores comparables de capacidad de infiltración.

Palabras claves: Capacidad de Infiltración, infiltración, infiltrómetro Turf Tec, Las Tablas, suelos.

1. INTRODUCCIÓN

La alteración del uso del suelo provoca cambios a corto plazo en las variables hidrológicas de este recurso [1]. Una vez en el suelo, el agua ingresa mediante el proceso de infiltración (Flujo de agua por unidad de tiempo que penetra desde la superficie [2]), el cual sucede a una velocidad que es función de múltiples variables biofísicas tales como las características físico-químicas del suelo (textura y estructura), grado de saturación, contenido de materia orgánica, temperatura del suelo, intensidad de precipitación y la condición de superficie (suelo cubierto por vegetación o suelo desnudo) [3]. Conocer la velocidad de infiltración y la cantidad de agua acumulada es de gran importancia por su aplicabilidad en el sector agrícola y ambiental [4]. La tasa máxima de entrada de agua en un suelo se conoce como capacidad de infiltración. Cuando el agua que alcanza la superficie del suelo es menor que la capacidad de infiltración, toda el agua se infiltrará. En la infiltración hay tres subprocesos: Entrada de agua al suelo, retención del agua y movimiento del agua en el interior del suelo.

El agua subterránea juega es fundamental en la región de Las Tablas, especialmente durante la época seca, ya que las aguas superficiales son muy escasas en las llanuras costeras circundantes- Esto se debe a la explotación del recurso hídrico, para el consumo humano y actividades como la agricultura y la ganadería [5]. De allí, la necesidad de un manejo eficiente del suelo y del agua para un conocimiento detallado de la tasa de infiltración, y su correlación con las propiedades del suelo y el aporte de agua a los acuíferos [6]. El objetivo de esta investigación fue evaluar el comportamiento de la infiltración y su relación con parámetros como la textura del suelo, humedad y pendiente, dentro de la Cuenca Hidrográfica 126 denominada Ríos entre Ríos Tonosí y Río La Villa.

2. MÉTODO

A. Localización del área de estudio

El área de estudio se focaliza dentro de la cuenca, No. 126, específicamente en la parte baja del Distrito de Las Tablas, que cuenta con una población estimada de unas 21 mil personas y representa 11 de los 24 corregimientos del distrito de Las Tablas (INEC, 2010). Estos 11 corregimientos integran la zona de interés, en donde se realizó la recolección de datos de campo.

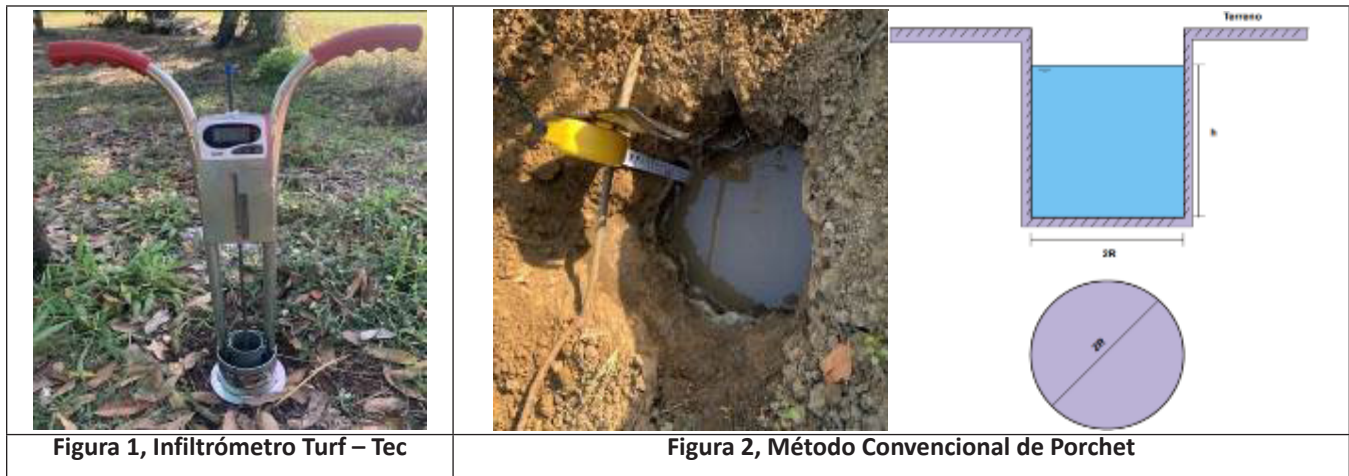
B. Equipo de campo

Se utilizó el Turf Tec Infiltrometer de la marca Taylor, modelo 5822, con el cual se evaluó la capacidad de infiltración, dicho valor se obtuvo de manera fácil y rápida ya que el mismo representa un doble anillo de precisión (ver figura 1). Además, se utilizó el método convencional de Porchet (figura 2), donde se obtuvo una lámina de infiltración en un tiempo

de 120 minutos, estos resultados fueron analizados con el modelo de Robert Horton [7], para determinar la capacidad de infiltración.

C. Pruebas de Laboratorio

Se evaluaron parámetros como: Humedad (ASTM 2216), la cual es una de las propiedades de índice más significativas para establecer correlaciones entre el comportamiento del suelo y sus propiedades de índice. Gravedad específica (ASTM D854), para determinar las relaciones de fase de los suelos como la relación de vacío y el grado de saturación. Límites de Atterberg (ASTM D4318), se calculó el límite líquido y límite plástico, para obtener el índice de plasticidad del suelo. Tamizado (ASTM 6913), se utilizó un tamiz de bronce certificado para separar las partículas en rangos de tamaño y para determinar cuantitativamente la masa de partículas en cada rango. Estos datos son usados para calcular la distribución granulométrica. Hidrómetro (ASTM D7928), para determinar de manera cuantitativa en porcentaje la distribución del tamaño de partículas finas en un suelo, es decir, las partículas de arena, limo y arcilla que pasan a través del tamiz No. 200 (75 μm). Con estos resultados, se clasificó la textura del suelo a partir del triángulo textural del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA) y el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS).



3. RESULTADOS

A. Distribución Porcentual de la Textura del Suelo

Con el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos se obtuvo como suelo predominante de la zona, la arcilla de alta plasticidad arenosa (CH) con un 65%, seguido de la arcilla de baja plasticidad arenosa (CL) con un 23%, y por último la arena arcillosa (SC), limo elástico con arena (MH) y limo arenoso (MH) con un 4%, mientras que con el Triángulo de Textura USDA se obtuvo un 73% de suelo franco limoso, 12% franco arcillo limoso, 11% suelo franco y 4% franco arenoso.

B. Comparación de la capacidad de Infiltración obtenida.

Estos datos fueron comparados con 4 de las 26 pruebas realizadas en campo, debido a que el método convencional de Porchet se realizó en 4 sitios seleccionados, en la tabla 1 se comparan los datos obtenidos y en la figura 3 se observa el grafico de la capacidad de infiltración. Se puede observar que la tasa de infiltración máxima permisible decrece con el incremento del tiempo. Esta tasa limitante es la capacidad de infiltración.

Tabla 1. Comparación de la capacidad de Infiltración y el Tipo de Suelo

| Muestra | TURF - TEC | PORCHET | TIPO DE SUELO | |
|---------|---------------------|---------------------|----------------------|-------------------------------------|
| | Infiltración (cm/h) | Infiltración (cm/h) | USDA | SUCS |
| M02 | 7.2 | 7.1 | Franco Limoso | Arcilla de Baja Plasticidad Arenosa |
| M08 | 8.4 | 8.2 | Franco Limoso | Arcilla de Alta Plasticidad |
| M09 | 30.4 | 30.3 | Franco Limoso | Arcilla de Baja Plasticidad Arenosa |
| M10 | 26.8 | 26.7 | Franco ArcilloLimoso | Arcilla de Alta Plasticidad |

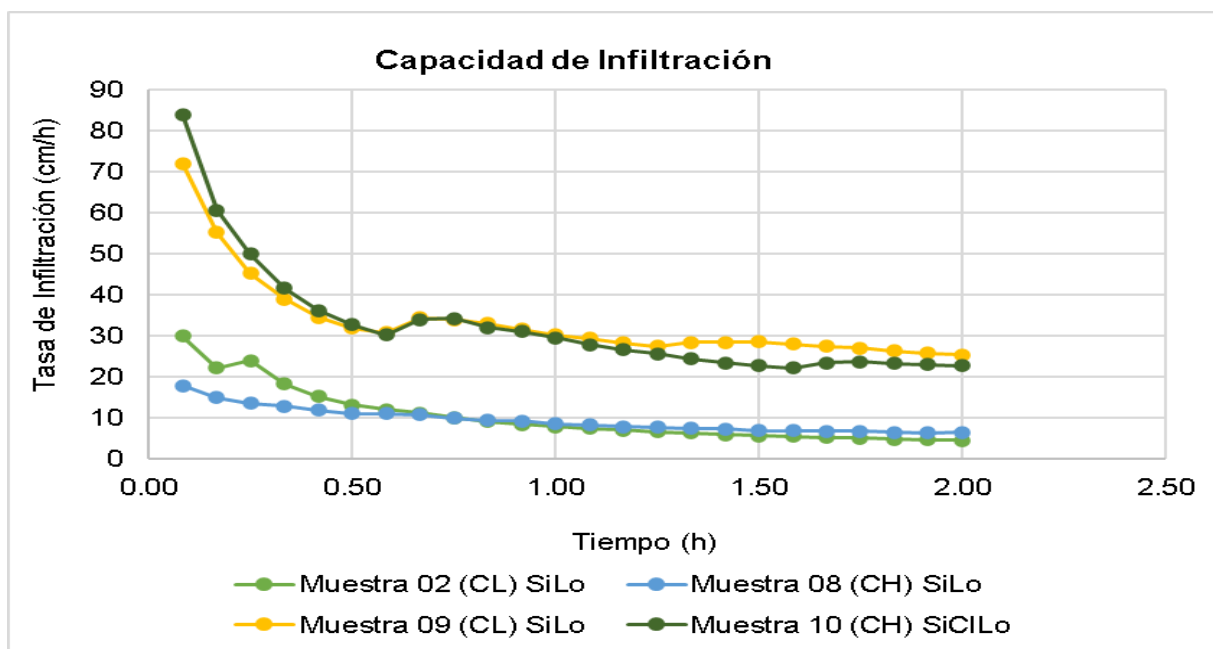


Figura 3, Curvas de Capacidad de infiltración.

4. CONCLUSIONES

Se evaluó el comportamiento de la infiltración y su relación con la textura del suelo, donde la capacidad de infiltración varía según la textura, el tamaño de los agregados y estructura del suelo. El suelo franco limoso predomina en la región de Las Tablas con un

73%, siendo el 27% restante es una combinación de limo y arena. Se puede reemplazar el método convencional de Porchet por el infiltrómetro Turf Tec, debido a que arroja datos muy similares, y es más práctico y fácil de usar. Los modelos de infiltración pueden ser considerados como una herramienta para la toma de decisiones, ya que cumplen con un grado de ajuste a los datos reales, como lo es el modelo de Horton altamente eficiente para describir el comportamiento de la infiltración de agua en los suelos estudiados.

REFERENCIAS

- [1] [1] S. Béjar, «Evaluación y predicción de la infiltración en un Andosol bajo diferentes usos de suelo,» *Revista Mexica de Ciencias Agrícolas* ol.12 no.7, pp. 0-1 <https://doi.org/10.29312/remexca.v12i7.2327>, 2021.
- [2] [2] R. Sánchez, «Efectos del manejo del suelo en la infiltración en una aforestación con *Quercus ilex* L. en un área semiárida de agricultura de temporal,» *Revista Latinoamericana de Recursos Naturales*, pp. 3-19, 2004.
- [3] [3] R. Tapia, «Evaluación de la infiltración en dos complejos suelo-vegetación en el Monte de San Juan (Argentina),» *Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica*, pp. 3-15 <http://dx.doi.org/10.31055/1851.2372.v57.n4.36882>, 2022.
- [4] [4] A. daSilva, «Variabilidad espacial de la infiltración y su relación con algunas propiedades físicas,» *Ingeniería e Investigación*, pp. 1-5 Print version ISSN 0120-5609, 2010.
- [5] [5] A. Caballero, «Explotación de aguas Subterráneas en el Arco Seco de Panamá (Sector de Las Tablas) Mediante Métodos Geofísicos,» Universidad de Barcelona, Barcelona, 2009.
- [6] [6] Gurovich, «Fundamentos y diseño de sistemas de riego,» Instituto Interamericano de cooperación para la agricultura., San José, Costa Rica, 1985.
- [7] [7] Horton, R. (1939). Analysis of runoff-plat experiments with varying infiltration capacity. *ransactions, American Geophysical Union*, 5, 399-417.

AUTORIZACIÓN Y LICENCIA CC

Los autores autorizan a APANAC XIX a publicar el artículo en las actas de la conferencia en Acceso Abierto (Open Access) en diversos formatos digitales (PDF, HTML, EPUB) e integrarlos en diversas plataformas online como repositorios y bases de datos bajo la licencia CC: Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International (CC BY-NC-SA 4.0) <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>.

Ni APANAC XIX ni los editores son responsables ni del contenido ni de las implicaciones de lo expresado en el artículo.

Pensamiento Computacional: Estrategia clave para la Inclusión Digital de las Personas Mayores: Caso Betania

Clunie, Clifton Eduardo

Universidad Tecnológica de Panamá
Panamá, Panamá
clunie.clifton@utp.ac.pa

Villarreal Cabuyales, Yazmina

Universidad Tecnológica de Panamá
Panamá, Panamá
yazmina.villarreal@utp.ac.pa

Morales Batista, Maritza

Universidad Tecnológica de Panamá
Panamá, Panamá
maritza.morales@utp.ac.pa

González Jaén, Elida Edith

Universidad Tecnológica de Panamá
Panamá, Panamá
elida.gonzalez@utp.ac.pa

López-Cabrera, Víctor

Universidad Tecnológica de Panamá
Panamá, Panamá
victor.lopez@utp.ac.pa

Pinel, Arletty

Genos Global Consulting
Panamá, Panamá
arletty@gmail.com

Resumen

El pensamiento computacional es una habilidad valiosa que las personas mayores pueden adquirir para resolver problemas de manera lógica y sistemática mediante el uso de herramientas informáticas. Esto les permite organizar información, encontrar soluciones a desafíos cotidianos y fortalecer habilidades cognitivas como el razonamiento lógico y la resolución de problemas. Practicar el pensamiento computacional mantiene sus mentes

activas y previene la disminución cognitiva relacionada con la edad.

En este proyecto de investigación la población de estudio fueron adultos mayores, con profesiones diversas, pertenecientes a tres asociaciones de jubilados del corregimiento de Betania. El objetivo fue evaluar el pensamiento crítico como estrategia clave para la inclusión digital en las personas mayores. Para recolectar los datos se utilizaron dos instrumentos que permitieron caracterizar la actitud hacia el uso de tecnologías y evaluar las capacidades del pensamiento crítico.

Los resultados de la investigación refleja que los adultos mayores mostraron una actitud abierta y curiosa hacia el aprendizaje digital, además de estar dispuestos a continuar actualizándose en el uso de la tecnología. Por otro lado, el comportamiento de las habilidades de pensamiento crítico mostró que se han mantenido a pesar del envejecimiento. Esta actitud positiva hacia la tecnología y sus habilidades de pensamiento se tradujo en una mayor capacidad para comunicarse efectivamente y tomar decisiones.

El pensamiento computacional y el pensamiento crítico son herramientas valiosas para fomentar la inclusión digital en las personas mayores. Estas habilidades les permiten adaptarse a los cambios tecnológicos, mejorar su calidad de vida y mantener sus mentes activas a medida que envejecen.

Palabras claves: Pensamiento computacional, pensamiento crítico, alfabetización digital, personas mayores, inclusión digital.

Abstract

Computational thinking is a valuable skill that seniors can acquire to solve problems logically and systematically using computer tools. This allows them to organize information, find solutions to everyday challenges, and strengthen cognitive skills such as logical reasoning and problem solving. Practicing computational thinking keeps their minds active and prevents age-related cognitive decline.

In this research project, the study population was three associations of retirees belonging to the township of Betania, with various professions. The objective was to evaluate critical thinking as a key strategy for digital inclusion in older people. To collect the data, two instruments were used that allowed us to characterize the attitude towards the use of technologies and evaluate critical thinking abilities.

The results of the research reflect those older adults showed an open and curious attitude towards digital learning, in addition to being willing to continue updating themselves in the use of technology. The behavior of critical thinking skills showed that they have been maintained despite aging. This positive attitude toward technology and their thinking skills translated into a greater ability to communicate effectively and make decisions.

Computational thinking and critical thinking are valuable tools to promote digital inclusion in older people. These skills allow them to adapt to technological changes, improve their quality of life, and keep their minds active as they age.

Keywords: Computational thinking, critical thinking, digital literacy, older people, digital inclusion.

1. INTRODUCCIÓN

En una sociedad cada vez más dominada por la tecnología digital, es crucial garantizar que todas las generaciones tengan igualdad de acceso a las oportunidades y recursos que ofrece esta era digital. Sin embargo, las personas mayores a menudo se enfrentan a desafíos significativos al adaptarse a esta evolución tecnológica. En este contexto, el pensamiento computacional, que es una habilidad que implica la capacidad de abordar problemas de manera lógica y algorítmica, se presenta como una herramienta fundamental para empoderar a las personas mayores en el entorno digital actual [1][2]. El pensamiento crítico, permite analizar y evaluar de manera objetiva la información y tomar decisiones desempeña un papel importante al ayudar a las personas mayores a discernir entre fuentes confiables y no confiables en línea, evitando así la desinformación y la manipulación [3][4]. Ambos, tanto el pensamiento computacional y el pensamiento crítico facilitan el acceso a un mundo digital más inclusivo y equitativo para todas las edades.

A este respecto, la inclusión digital, es un conjunto sistemático de estrategias, políticas y acciones orientadas a eliminar los obstáculos que limitan o impiden la participación y el aprovechamiento de las TIC en la cotidianidad, sin distingo alguno y de una manera consciente, sistemática y con miras a su transformación personal y colectiva, buscando el mejoramiento de su calidad de vida [5]. Por lo tanto, este estudio se desarrolló con el objetivo de evaluar el pensamiento crítico como estrategia clave para la inclusión digital en las personas mayores.

La investigación se enfocó en caracterizar la actitud de las personas mayores hacia el uso de tecnologías y evaluar sus habilidades de pensamiento crítico, que incluyen, entre otros, análisis, interpretación, inferencia y observación. A continuación, se detalla el método utilizado para llevar a cabo el estudio, se presenta un análisis descriptivo de los resultados obtenidos y se comparten las conclusiones derivadas de esta investigación

2. MÉTODO

A. ASPECTOS GENERALES

La investigación tiene un alcance descriptivo, con un enfoque mixto. El proyecto definió

requisitos para el desarrollo de la experiencia: población con diferentes características y profesiones, debían poseer un celular de gama intermedia que puedan interactuar con internet, WhatsApp, servicio de data y/o acceso a Wifi en su casa y residentes en Panamá centro.

B. POBLACIÓN Y MUESTRA

Se seleccionó el distrito de Panamá, específicamente el corregimiento de Betania, personas mayores de 55 años como población objeto de estudio y que pertenezcan a una asociación de jubilados. Se identificó a las asociaciones: Edad 3 Alfa y Omega de Villa Cáceres, Parroquia Santa Marta de Altos del Chase y Renovemos Nuestras Vidas de La Locería.

La muestra no probabilística fue por conveniencia, es decir se eligieron personas que estén disponibles, como aquellos que sean fáciles de acceder en términos logísticos [6][7]. Se escogieron 53 personas mayores para la recolección de datos.

C. PROCEDIMIENTO PARA LA RECOPIACIÓN DE DATOS

Para obtener los datos directamente de los sujetos de estudio, a fin de conseguir sus opiniones se diseñaron y aplicaron dos instrumentos:

Instrumento 1: Caracterización y Actitudes en el uso de la tecnología.

Esta encuesta estaba dividida en tres secciones: datos demográficos, aceptación de las TIC y disponibilidad para el uso de las TIC. Se envió un enlace del formulario por WhatsApp y respondieron 53 personas mayores, los cuales fueron apoyados por los estudiantes que participan en el servicio social de la Universidad Tecnológica de Panamá.

Instrumento 2: Evaluación de las capacidades del Pensamiento Crítico

Dividido en dos secciones: datos generales y las capacidades del pensamiento crítico. Se les envió el enlace del formulario al WhatsApp las personas mayores, que estarían dispuestos a hacerlo de forma voluntaria y que podían responder a las preguntas sin apoyo.

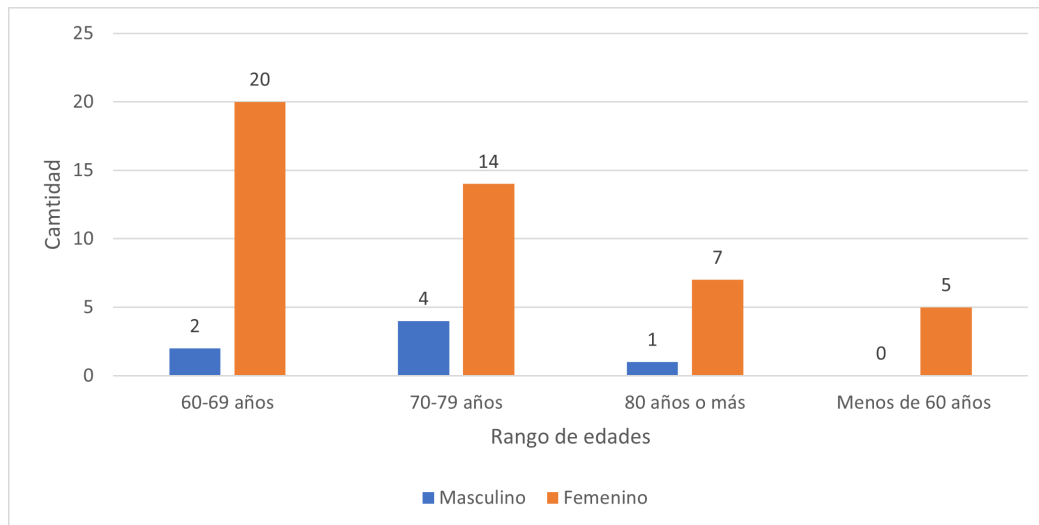
3. RESULTADOS

En esta sección, presentaremos los resultados obtenidos en relación con los objetivos de nuestro estudio. El estudio, en su primera fase se basó en la aceptación y disposición de las personas mayores, la receptividad en el uso de las tecnologías en su día a día. Los datos recopilados fueron analizados como parte del proceso de tratamiento de la información. En total, 53 personas completaron la encuesta N°1.

La gráfica 1 muestra los resultados de la edad y sexo de las personas mayores en la caracterización y actitudes en el uso de las tecnologías. La mayoría de las personas se encuentran en los grupos de edad de 60-69 años, 70-79 años y 80 años o más. Esto sugiere que la población en este conjunto de datos tiende a ser mayor, con una concentración particularmente notable en los grupos de edad mencionados. En cada grupo de edad, el

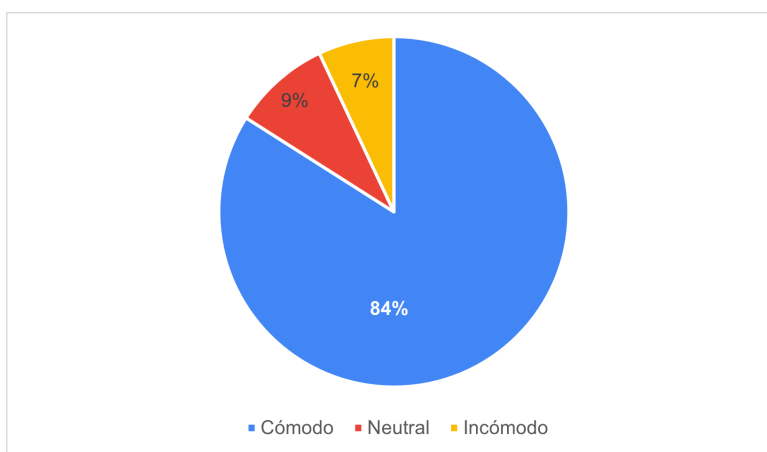
número de mujeres es mayor que el número de hombres. Las 5 personas menores de 60 años en este conjunto de datos son todas de género femenino.

Gráfico 1 Edad y sexo de las personas mayores en el uso de las TICs



En la gráfica 2 se muestran los resultados de la receptividad de las personas mayores en el uso de las tecnologías a través de la pregunta ¿Qué tan cómodo te sientes utilizando las tecnologías (celular, computadora, Tablet) ?, la mayoría de las personas un 84% se sienten cómodas o muy cómodas utilizando tecnologías como celulares, computadoras y Tablet. El 9% se considera “Neutral”, lo que sugiere que no tienen una opinión muy definida sobre su comodidad con las tecnologías. Un 7% se siente “Incómodo”, lo que indica que una minoría de las personas no se siente a gusto con las tecnologías.

Gráfico 2. Nivel de comodidad de las personas mayores utilizando las tecnologías (celulares, computadoras y Tablet)

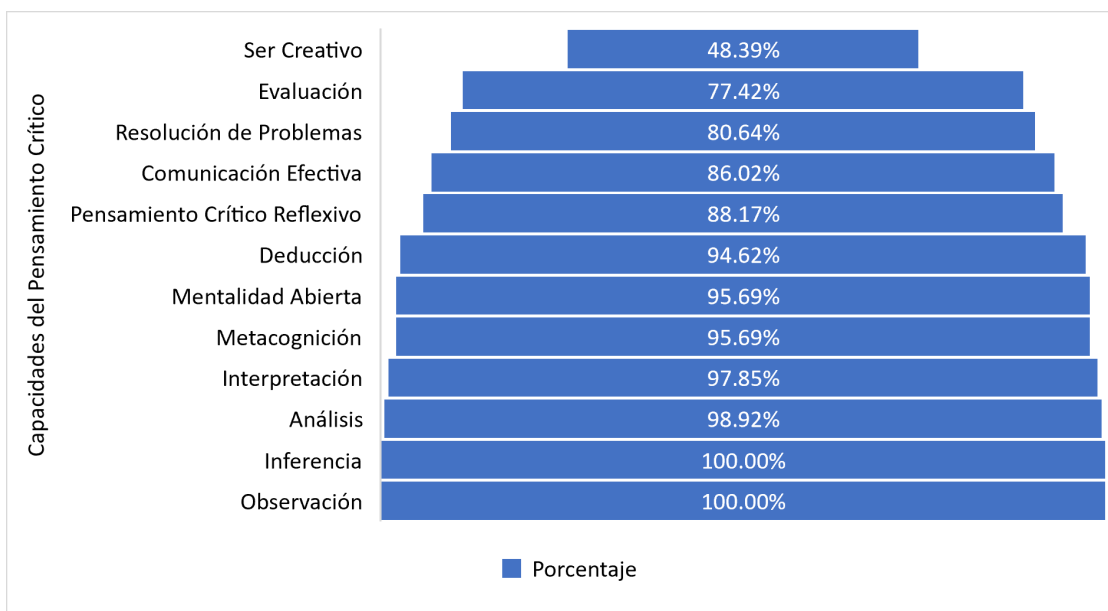


En la segunda fase del estudio se realizó de manera exploratoria la evaluación del comportamiento de las capacidades de pensamiento crítico. En la gráfica 3, los resultados sugieren que la inferencia y la observación tuvieron una alta puntuación, que entendemos se debe a las características profesionales y experiencia de vida que presentó la población en cuestión. Se muestra que tienen una capacidad para extraer conclusiones lógicas a partir de la información y para observar detalladamente su entorno. En cuanto al análisis 98.92%, la interpretación 97.85% y la metacognición 95.69% estas categorías muestran que los adultos mayores son capaces de analizar información, interpretarla de manera reflexiva y tener conciencia de sus procesos de pensamiento.

La mentalidad abierta 95.69% y la deducción 94.62% reflejan una disposición positiva hacia la apertura mental y la capacidad para realizar deducciones lógicas. La evaluación 77.42% y el pensamiento crítico reflexivo 88.17% muestran un margen de mejora en la evaluación crítica y la reflexión profunda en comparación con otras habilidades de pensamiento crítico.

La resolución de problemas 80.64% y la comunicación efectiva 86.02% muestran una capacidad para abordar problemas y comunicar sus ideas de manera efectiva. Por último, la capacidad de ser creativo 48.39 es una estimación subjetiva y no representa un elemento de juicio valorativo generalizado, por lo cual sugiere que puede existir una oportunidad para estimular esta capacidad desarrollando algunas actividades como juego, pintar, música entre otras.

Gráfico 3. Capacidades del Pensamiento Crítico



4. CONCLUSIONES

Los resultados de nuestro estudio revelan un panorama alentador en cuanto a la disposición de las personas mayores hacia la adopción de tecnologías digitales. La alta aceptación de este grupo etario está abierta a la inclusión digital, al uso efectivo de la tecnología.

Las actividades tecnológicas, culturales, recreativas y psicológicas para las personas mayores que participaron en el estudio favorece las capacidades de pensamiento crítico, además de empoderarse y ser autónomos en el uso de las tecnologías digitales.

La resolución de problemas y la comunicación efectiva son fortalezas notables entre este grupo demográfico, lo que indica que tienen la capacidad de abordar desafíos y expresar sus ideas de manera eficaz debido a su experiencia de vida. Sin embargo, la creatividad es un aspecto que se podría trabajar, lo que ofrece una oportunidad para desarrollar actividades que estimulen la creatividad, las funciones mentales relacionados con el procesamiento de información en las personas mayores.

PROYECTOS FUTUROS

Como estudios futuros se podrá realizar una investigación no experimental para evaluar la alfabetización digital en las personas mayores, que incluya a los jubilados de Soná, La Chorrera y la parroquia Nuestra Señora de los Ángeles, identificando una nueva caracterización de esta población y proponiendo un aprendizaje adaptativo en función de las necesidades individualizadas y preferencias.

BIBLIOGRAFÍA

| | |
|-----|---|
| [1] | J. M. Wing, «Computational Thinking, » Communications of the ACM, vol. 49, nº 3, pp. 33-34, 3 2006. |
| [2] | J. M. Wing, «Computational Thinking: What and Why? » The magazine of the Carnegie Mellon University School of Computer Science, vol. 6, pp. 20-23, 7 12 2011. |
| [3] | R. Mackay Castro, D. E. Franco Cortázar y P. W. Villacis Pérez, «El pensamiento crítico aplicado a la investigación,» Revista Universidad y Sociedad, vol. 10, N.º 1, pp. 336-342, enero 2018 |
| [4] | C. J. Ossa-Cornejo, M. R. Palma-Luengo, N. G. Lagos-San Martín, J. I. Boudon Araneda y H. C. Díaz-Larenas, «El concepto de pensamiento crítico según estudiantes chilenos de pedagogía,» Sophia, colección de Filosofía de la Educación, vol. 1, N.º 27, pp. 275-296, 28 Marzo 2018 |

| | |
|-----|---|
| [5] | L. M. Flores Cabello, «La Alfabetización digital en el público adulto mayor. Un acercamiento desde la comunicación de las relaciones públicas en Perú,» ComHumanitas: Revista Científica De Comunicación, vol. 11, nº 2, pp. 65-80, 2023. |
| [6] | T. Otzen y C. Manterola, «Técnicas de Muestreo sobre una Población a Estudio,» International journal of morphology, vol. 35, N.º 1, pp. 227-232, 2017 |
| [7] | C. Martín-Crespo y A. B. Salamanco Castro, «El muestreo en la investigación cualitativa,» NURE investigación: Revista Científica de enfermería, vol. 27, p. 10, 2007. |

AUTORIZACIÓN Y LICENCIA CC

Los autores autorizan a APANAC XIX a publicar el artículo en las actas de la conferencia en Acceso Abierto (Open Access) en diversos formatos digitales (PDF, HTML, EPUB) e integrarlos en diversas plataformas online como repositorios y bases de datos bajo la licencia CC:

Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International (CC BY-NC-SA 4.0) <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>.

Ni APANAC XIX ni los editores son responsables ni del contenido ni de las implicaciones de lo expresado en el artículo.

Propuestas de Nuevas Capacidades de Medición y Calibración en Tiempo y Frecuencia

Solís Betancur, Raúl Fernando

CENAMEP AIP

Ciudad de Panamá, Panamá

ORCID 0000-0003-1043-4294

Abstract

Analyzing the capabilities of the highest-level National Metrology Institutes in America, we look to match the CENAMEP AIP Calibration and Measurement Capacities with theirs. Therefore, new capabilities should be developed in the Time Scale Difference branch. For the new capabilities, characterizations of all laboratory equipment were carried out, in conjunction with the validation of the programs used, and the impact of the ionosphere and environmental measurements, in addition to the validation of the capture, analysis and emission methods. results, and incorporating GPS signal interference mitigation techniques. The technical results obtained are satisfactory with respect to the objective uncertainty and with room for improvement. But international recognition depends on external processes such as peer review under the ISO/IEC 17025:2017 standard, so it is expected that by 2030 they will be recognized by other Regional Metrology Organizations in the world.

Keywords: UTC(CNMP), atomic clocks, metrology, time, calibration.

Resumen

Analizando las capacidades de los Institutos Nacionales de Metrología de mayor nivel en América, se buscó igualar las Capacidades de Medición y Calibración del CENAMEP AIP con las de ellos, por lo que se debería desarrollar nuevas capacidades en la rama de Diferencia de Escalas de Tiempo. Para las nuevas capacidades, se realizaron caracterizaciones de todos los equipos de laboratorio, en conjunto con la validación de los programas empleados, y el impacto de la ionósfera y las mediciones ambientales, además de la validación de los métodos de captura, análisis y emisión de resultados, e incorporando técnicas de mitigación de interferencia de señales GPS. Los resultados técnicos obtenidos son satisfactorios con respecto a la incertidumbre objetivo y con espacio para mejora. Pero el reconocimiento internacional depende de procesos externos como es la evaluación por pares bajo la norma ISO/IEC 17025:2017 por lo que se espera que para 2030 sean reconocidas frente a otros

Organismos Regionales de Metrología en el mundo.

Palabras claves: UTC(CNMP), relojes atómicos, metrología, tiempo, calibración.

1. INTRODUCCIÓN

Las Capacidades de Medición y Calibración (CMC) son las mayores expresiones del reconocimiento científico internacional para los Institutos Nacionales de Metrología (INM). Esto es debido a que las CMC son parte fundamental en la trazabilidad de las mediciones, y la base para eliminar fronteras y obstáculos científicos y comerciales. Esto es acordado mediante el reconocimiento del Tratado del Metro, un acuerdo a nivel diplomático entre países firmado desde 20 de mayo de 1875.

El INM de Panamá es el Centro Nacional de Metrología de Panamá (CENAMEP AIP), el cual tiene declaradas CMC en Tiempo y Frecuencia: 1 CMC declarada en la rama de Intervalo de Tiempo (IT) y 9 CMC declaradas en la rama de Frecuencia, en un proceso que inició en el año 2005 y terminó en año 2011. Ya en el año 2016, cuando el CENAMEP AIP se traslada a sus nuevas instalaciones, se desarrollan mejoras en las capacidades técnicas de los laboratorios de Tiempo y Frecuencia, y en vista de los nuevos requisitos en el ámbito de laboratorios secundarios, la logística, la banca, la sincronización de redes de energía y de telecomunicaciones y la seguridad de la infraestructura pública clave, nace la necesidad de desarrollar nuevas CMC que den soporte a este tipo de actividades.

A analizar las CMC de los INM de la región del Sistema Interamericano de Metrología (SIM), se pudo ver que solo los INM de mayor nivel tenían declaradas CMC en la rama de Diferencia de Escala de Tiempo (DET) siendo estos: NIST (Estados Unidos), NRC (Canadá), CENAM (México) y el ONRJ (Brasil). Al analizar que sus CMC que cubrían la demanda de trazabilidad en áreas científicas, industriales, civiles y financieras se realizaron los análisis pertinentes para lograr desarrollar nuevas CMC en Tiempo y Frecuencia que sean comparables con las de ellos y nos permitan dar trazabilidad en esas áreas clave para el país y la región. De este análisis surgió la propuesta de tener nuevas CMC en la rama de DET: Reloj Local vs UTC(CNMP), Reloj Remoto vs UTC(CNMP), Reloj Local vs UTC y Reloj Remoto vs UTC.

2. MÉTODO

A. Análisis de las CMC de los demás INM

Mientras que las CMC en las ramas de IT y Frecuencia son principalmente orientada a equipamiento y sistemas de medida (tanto industrial como científico), la rama de DET tiene un alcance mucho más abarcador, ya que se trata de la comparación directa con la referencia

mundial de tiempo tanto su realización física, el UTC(k), como su estimación global, el UTC. Con estas capacidades no solo se realiza un trabajo científico o industrial (calibraciones de referencias de tiempo y de frecuencia), sino también se cumple normativa técnica y legal en telecomunicaciones, regulaciones financieras (temporización para intercambio de acciones a nivel mundial) y ciberseguridad (sincronización de relojes para temporización de claves y seguimiento del comportamiento).

En la tabla 1, se puede apreciar las CMC correspondientes declaradas por los INM de mayor nivel en el SIM. En términos generales, la capacidad de medición Reloj Local vs UTC(k) es la comparación directa de la realización local del UTC, siendo empleado para calibrar y verificar relojes atómicos. La capacidad de Reloj Local vs UTC es una comparación indirecta empleando proyecciones del UTC(k) y es empleado como método de transferencia para trazabilidad de relojes atómicos locales como método de respaldo a las comparaciones por vista común.

La capacidad de Reloj Remoto vs UTC(k) es una comparación directa a la realización local empleando vista común con sistemas de posicionamiento global o comunicación satelital, siendo usado para calibrar o verificar remotamente relojes atómicos o realizar transferencia de tiempo preciso a usuarios que requieran cumplimiento de regulaciones o normativa que defina diferencias en sincronización. Y la capacidad de Reloj Remoto vs UTC es una comparación indirecta empleando proyecciones del UTC(k) para ser empleado como método de transferencia junto con el método de vista común con sistemas de posicionamiento global o comunicación satelital, usado para calibrar o verificar remotamente relojes atómicos o realizar transferencia de tiempo preciso a usuarios que requieran cumplimiento de regulaciones o normativa que defina diferencias en sincronización.

Tabla 1. Análisis de las CMC de los demás INM junto con los resultados de las estimaciones contra los valores prácticos obtenidos.

| INM UTC(k) | Reloj Local vs UTC(k) | Reloj Remoto vs UTC(k) | Reloj Local vs UTC | Reloj Remoto vs UTC |
|-------------------|--------------------------------|---------------------------------------|--|------------------------------|
| NIST UTC(NIST) | U = 0,5 ns Ventana: 2 horas | U = de [10 a 14] ns Ventana: 1 día | No declara | No declara |
| NRC UTC(NRC) | U = 2 ns Ventana: 1 s a 1 d | U = 20 ns Ventana: 1 día | U = 50 ns Ventana: 1 s a 5 días | U = 50 ns Ventana: 1 día |
| CENAM UTC(CNM) | U = 2 ns Ventana: 1 horas | U = 15 ns Ventana: 1 día | Extrapolación: 40 días U = 20 ns | U = 25 ns Ventana: 5 días |
| ONRJ UTC(ONRJ) | U = 1 ns Ventana: 1 hora | No declara | U = 47 ns Ventana: 5 días Extrapolación: 30 días | No declara |

| INM UTC(k) | Reloj Local vs UTC(k) | Reloj Remoto vs UTC(k) | Reloj Local vs UTC | Reloj Remoto vs UTC |
|-------------------|------------------------------|------------------------------|---|---|
| CNMP UTC(CNMP) | U = 10 ns Ventana = 1 día | U = 30 ns Ventana = 1 día | U = 40 ns Ventana = 5 días Extrapolación: 45 días | U = 50 ns Ventana = 5 días Extrapolación: 45 días |

Se puede apreciar que no todos los INM cubren todos los servicios, y que sus especificaciones de trabajo (ventana de observación e Incertidumbre de calibración, U) son diferentes. Por ello, se realizó un análisis de las especificaciones técnicas de los equipamientos de los laboratorios para establecer las incertidumbres objetivo, con el propósito de corroborar si era técnicamente factible no solo alcanzarlas, sino mantenerlas. Hay que mencionar que todas las incertidumbres U tienen un intervalo de confianza del 95% con un factor de cobertura $k = 2$, según requisito de la Guía para la Estimación de la Incertidumbre de Medida (GUM).

Para el desarrollo de la especificaciones de las propuestas de las nuevas CMCs se trabajó en la caracterización de los receptores GNSS [1], la calibración de retrasos de cables, la caracterización de retrasos de los contadores de intervalos de tiempo, la caracterización de los distribuidores de señales, el diseño y la validación de los programas empleados, el impacto de la ionósfera y las mediciones ambientales (temperatura, humedad y presión interna como externa), la caracterización de los Patrones Nacionales de Tiempo y Frecuencia, el análisis histórico del UTC(CNMP), la validación de los métodos de captura, análisis y emisión de resultados y, con énfasis, las técnicas de mitigación de interferencia de señales GPS. En la tabla 1 se muestra el resultado teórico del establecimiento de las incertidumbres para las nuevas CMC.

B. Caracterización del equipamiento

Para caracterizar el UTC(CNMP) se comparó con las otras realizaciones de los INM descritos en la tabla 1. Los resultados obtenidos directamente de la Circular T (desde la número 396 hasta la número 425) [2] muestran que las diferencias son menores a ± 25 ns el 98% del tiempo en ese periodo. También se aplicó la Varianza de Allan, la Varianza de Tiempo y la técnica del *Three Corneret Hat* para obtener las estabilidades absolutas de los Patrones Atómicos de Tiempo y Frecuencia y con ello poder realizar las predicciones a 45 días, todo esto bajo el sistema de gestión del Laboratorio Primario de Tiempo y Frecuencia [3].

Los contadores de intervalos de tiempo fueron caracterizados empleando la misma técnica con la que se calibran los cables, ya que con ello se eliminan diferencias sistemáticas entre cables y conectores y se permite obtener valores más realistas. Mientas que en la Fig. 1 a) se muestra la técnica de calibración local de relojes y en la Fig. 1 b) se muestra la técnica de calibración de relojes remotos, también empleada para calibrar receptores GPS [4].

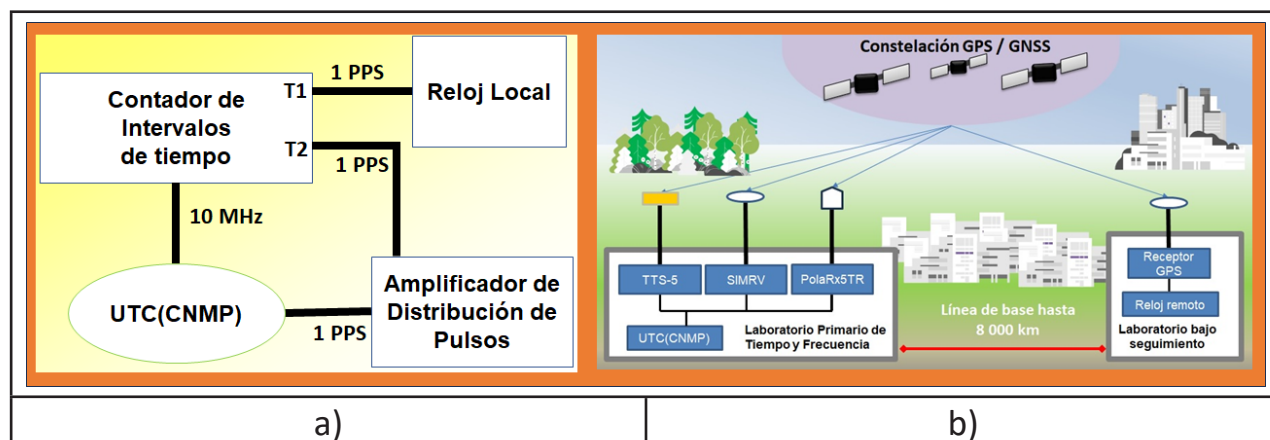


Fig. 2. Esquema de los métodos de adquisición de los datos para relojes locales y relojes remotos.

También se emplearon datos de la Red de Comparaciones Bilaterales del SIM [5] y los resultados de la Comparación Clave que define el UTC.

C. Posicionamiento y mitigación de interferencias

El posicionamiento de las antenas se realizó empleando mediciones basadas en una frecuencia usando el mismo receptor GPS y dos frecuencias usando el receptor GNSS. En ambos casos se tomaron datos por más de 3 días y los archivos fueron procesados por el *Canadian Spatial Reference System Precise Point Positioning (CSRS-PPP) Geodetic tools and data* [6]. Para la mitigación de interferencias se empleó una antena tipo *Choke-Ring* en conjunto con mediciones y el filtro integrado de un receptor GNSS para modelar el comportamiento típico y así obtener datos de referencia para analizar comportamientos parecidos en el futuro, y descartar causas de origen.

3. RESULTADOS

Los resultados de la caracterización de los sistemas, el posicionamiento y demás elementos que ejercen principalmente aporte o son elemento crucial en las mediciones, son mostrados en la tabla 2.

Tabla 2. Resultados de la caracterización de los principales elementos de aporte de incertidumbre.

| CMC relacionadas | Fuente de incertidumbre | Valor mínimo (ns) | Valor Máximo (ns) |
|-------------------------------|------------------------------------|-------------------|-------------------|
| UTC(CNMP) y UTC: Todos | Calibración de retrasos de cables | 0,25 | 0,25 |
| UTC(CNMP) y UTC: Reloj Local | Contador de pulsos | 0,01 | 0,15 |
| UTC(CNMP) y UTC: Reloj Local | Error por Distribuidor de Pulsos | 0,25 | 0,25 |
| UTC(CNMP) y UTC: Reloj Remoto | Calibración receptor GPS | 9,0 | 9,0 |
| UTC(CNMP) y UTC: Reloj Remoto | Estabilidad de medida del receptor | 1,0 | 5,0 |

| CMC relacionadas | Fuente de incertidumbre | Valor mínimo (ns) | Valor Máximo (ns) |
|---------------------------------|--------------------------------|-------------------|-------------------|
| UTC: Reloj Local y Reloj Remoto | Enlace [UTC – UTC(CNMP)] | 5,3 | 10 |
| UTC(CNMP) y UTC: Reloj Remoto | Error por coordenadas | 0,1 | 25 |
| UTC(CNMP) y UTC: Reloj Remoto | Error por <i>Multipath</i> | 0,4 | 5,0 |
| UTC(CNMP) y UTC: Reloj Remoto | Error por Ionósfera | 0,1 | 3,0 |
| UTC(CNMP) y UTC: Reloj Remoto | Error por Atmósfera/Tropósfera | 0,1 | 3,0 |
| UTC(CNMP) y UTC: Todos | Estabilidad UTC(CNMP) | 0,7 | 7,0 |

Se puede apreciar que, para la capacidad de Reloj Remoto tanto contra UTC(CNMP) como contra UTC, el componente de “Error por coordenadas” ejerce uno de los mayores pesos, y esto es debido a que, al usar una frecuencia, el error por altura (error por ionósfera y troposfera) es el más alto. Después de la caracterización de los equipos, se aplicó la GUM para estimar las incertidumbres para las capacidades buscadas y los resultados obtenidos se muestran en la tabla 2.

Tabla 2. Resultados de las estimaciones contra los valores prácticos obtenidos.

| | Reloj Local vs UTC(k) | Reloj Remoto vs UTC(k) | Reloj Local vs UTC | Reloj Remoto vs UTC |
|--|-----------------------|------------------------|---------------------------------|---------------------------------|
| Incertidumbre obtenida | [1,8 a 9,3] ns | [13 a 34] ns | [18 a 35] ns | [26 a 44] ns |
| Ventana de observación / Promedio de datos | 1 s a 1 día | 1 día | 5 días con predicción a 45 días | 5 días con predicción a 45 días |

4. CONCLUSIONES

Al analizar los resultados, concluimos que los laboratorios de Tiempo y Frecuencia del CENAMEP AIP tienen la capacidad para soportar 4 nuevas CMC en la rama de DET. Esto no solo deriva en la posibilidad de nuevos servicios de calibración/verificación bajo la Norma ISO/IEC 17025:2017, sino que abre el espacio para nuevas áreas de investigación, que den soporte a la temporización dentro de la infraestructura pública clave (por ejemplo, transferencias de tiempo seguro y auditorías de temporización en redes de nueva generación), cumplimiento con reglamentación financiera (Regulación Americana de la SEC y FINRA y la Regulación Europea MIFID II). Con todo esto se espera que se mantenga al Laboratorio Primario de Tiempo y Frecuencia del CENAMEP AIP como referente metrológico en la región ayudando a fortalecer a Panamá como el Hub de las Ciencias.

REFERENCIAS

- [1] R. Solis, “Traceability to UTC Using the SIM Time Network Bilateral Comparisons,” 2018 Conference on Precision Electromagnetic Measurements (CPEM 2018), 2018, pp. 1-2, doi: 10.1109/CPEM.2018.8500913.
- [2] “BIPM technical services: Time Metrology”. BIPM. Accedido el 20 de mayo de 2023. [En línea].

Disponible: <https://www.bipm.org/en/time-metrology>

- [3] Solís Betancur, R. F. (2016). Desarrollo de un Sistema para la Gestión de la Información para el Laboratorio Primario de Tiempo y Frecuencia. En Simposio de Metrología 2016 (pp. 213–214). CENAM. <https://www.cenam.mx/memorias/>
- [4] Yeh, Ta-Kang & Wang, C & Lee, C & Liou, Yuei-An. (2006). Construction and uncertainty evaluation of a calibration system for GPS receivers. *Metrologia*. 43. 451. 10.1088/0026-1394/43/5/017
- [5] J. M López-Romero, M. Lombardi, E. de Carlos-López, N. Diaz-Muñoz, C. A. Ortiz, R. de Carvalho, R. Solís, “Comparison of the multi-national SIM time scale to UTC and UTCr”, *IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement*, doi: 10.1109/TIM.2019.2943991, Julio 2020.
- [6] “Geodetic tools and data”. Language selection - Natural Resources Canada / Sélection de la langue - Ressources naturelles Canada. Accedido el 20 de mayo de 2023. [En línea]. Disponible: <https://natural-resources.canada.ca/maps-tools-and-publications/geodetic-reference-systems/data/10923>

AUTORIZACIÓN Y LICENCIA CC

Los autores autorizan a APANAC XIX a publicar el artículo en las actas de la conferencia en Acceso Abierto (Open Access) en diversos formatos digitales (PDF, HTML, EPUB) e integrarlos en diversas plataformas online como repositorios y bases de datos bajo la licencia CC:

Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International (CC BY-NC-SA 4.0) <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>.

Ni APANAC XIX ni los editores son responsables ni del contenido ni de las implicaciones de lo expresado en el artículo.

Competencias del docente-UMECIT en NTIC's y sus efectos en la enseñanza a nivel superior

Higuera Valdes, Guillermina

Universidad Metropolitana de Educación, Ciencia y Tecnología
Chitré, Panamá
guillehiguerav@gmail.com u ORCID: 0000-0003-1178-8000

Gómez, Anasario

Universidad Metropolitana de Educación, Ciencia y Tecnología
Chitré, Panamá
anasario.g.26@gmail.com u ORCID: 0009-0005-2743-8154

Abstract

It is relevant to know the teaching competencies in the management of NICTs and how this affects the teaching process at the higher level. Education has been impacted due to the pandemic, teachers, students, and educational institutions have sought strategies to carry out quality education for student learning. The objective is to know the level of competences of teachers in the management of ICTs, the repercussions of the use of ICTs in the teaching-learning process, to improve the quality of students' learning, specifically in the Metropolitan University of Education, Science and Technology, Chitré headquarters, Herrera, Panama. The research methodology is descriptive in nature, of the quantitative paradigm. The individuals who provide information are teachers and students. As a result of this study, strategies will be implemented to empower teachers in the effective management of NICTs. Concluding, interest in the use of NICTs must be motivated, implemented in the higher level classroom, and provided quality teaching for students. Technologies are scalable and new ways of teaching in technologies are here to stay and we must take advantage of these resources for better training of higher-level students.

Keywords: Competencies in NICTs; NTIC's; Teachers; Higher level education, teaching-learning.

Resumen

Es relevante conocer las competencias docentes en el manejo de las NTIC's y cómo repercute esto en el proceso de enseñanza del nivel superior. La educación ha sido impactada a causa de la pandemia, docentes, estudiantes, instituciones educativas han buscado estrategias para llevar a cabo una educación de calidad para el aprendizaje de los estudiantes. El objetivo es conocer el nivel de competencias de los profesores en el manejo de las NTIC's, las repercusiones del uso

de las TIC's en el proceso de enseñanza-aprendizaje, para mejorar la calidad de los aprendizajes de los estudiantes, específicamente en la Universidad Metropolitana de Educación, Ciencia y Tecnología, sede Chitré, Herrera, Panamá. La metodología de la investigación es de carácter descriptiva, del paradigma cuantitativo. Los individuos que brindan información son profesores y estudiantes. Como resultado de este estudio, se implementarán estrategias para empoderar a los profesores en el manejo efectivo de las NTIC's. Concluyendo, se debe motivar el interés por el uso de las NTIC's, implementar las mismas en el aula de clases del nivel superior, brindar calidad de enseñanza en los estudiantes. Las tecnologías son escalables y las nuevas formas de enseñar en tecnologías vinieron para quedarse y hay que aprovechar estos recursos para una mejor formación en los estudiantes del nivel superior.

Palabras clave: Competencias en NTIC's; NTIC's; Profesores; Educación nivel superior, enseñanza-aprendizaje.

1. INTRODUCCIÓN

La educación es la inversión más valiosa, pues esta es la base del desarrollo y competitividad de una sociedad. Nos encontramos inmersos en una sociedad de la información, impulsada por un vertiginoso avance globalizador y sustentada por el uso generalizado de las potentes y versátiles nuevas tecnologías de la información y la comunicación (NTIC's), lo cual conlleva a cambios acelerados que alcanzan todos los ámbitos de la actividad humana. Sus efectos se presentan de manera muy especial en las actividades laborales y en el mundo educativo, la forma de enseñar, de aprender y los medios que utilizamos para ello.

Astudillo Castro, M. E., Pinto Cotto, B. R., Arboleda Briones, M. J., & Anchundia, Z. (2018) señalan que en el siglo XXI, nos encontramos sumergidos en los avances y desarrollos acelerados del mundo de la tecnología, específicamente en el tema de las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) en el entorno de los aprendizajes virtuales, jugando un rol importante en los diferentes niveles educativos, y particularmente en la educación superior, alcanzando avances en la construcción de nuevos conocimientos. Pág.590.

Se pretende “Determinar el nivel de competencias de los docentes de UMECIT, en el manejo de las NTIC's y sus repercusiones en el proceso de enseñanza de los estudiantes del nivel superior”, es indispensable que los docentes desempeñen su función con calidad innovadora e integradora a nivel superior. Se busca beneficiar a estudiantes y a la vez a la institución educativa, en este caso UMECIT. Este estudio se realizó a través de la metodología descriptiva, del paradigma cuantitativo.

El objetivo de este estudio es describir la relación entre el manejo de las NTIC's y sus repercusiones en el desarrollo de los procesos de enseñanza en el nivel superior. La investigación se realiza en la Universidad Metropolitana de Educación, Ciencia y Tecnología (UMECIT), sede Chitré. Los sujetos que ofrecen información son los profesores y estudiantes de UMECIT.

Las competencias en las TIC se pueden clasificar como: a) las competencias básicas de

alfabetización digital, que se relacionan con el uso de las TIC e involucra la aplicación de herramientas digitales para obtener información utilizando diversos recursos en línea, b) las competencias de aplicación que están vinculadas con el uso de habilidades y conocimientos para crear y gestionar proyectos y colaborar con otros, c) las competencias éticas, cuando una persona entiende y demuestra el uso ético, legal y responsable de las TIC (Arras, 2021, p. 5)

Las razones que nos llevan a realizar esta investigación sientan sus bases en la importancia y las facilidades de aprendizaje que ofrecen las NTIC's. Con la obtención de los resultados de esta investigación buscamos comprobar que se está dando un uso adecuado de las NTIC's, éstas amplían el acceso a oportunidades de aprendizaje, mejoran los logros de aprendizaje y la calidad de la educación incorporando métodos avanzados de enseñanza en el nivel superior, así como impulsar la reforma o transformación de los sistemas educativos.

Morales Vera et al. (2019), señalan que la educación superior es dinámica y el aprovechamiento de los avances científicos y tecnológicos deben ser aprovechados de manera urgente por las instituciones de educación superior y de esta forma inducir cambios en las competencias de sus docentes, que corresponde a un cambio de paradigma educativo que busca un empoderamiento de la educación en todos los niveles.

2. MÉTODO

A. Naturaleza de la Investigación

La investigación es de naturaleza cuantitativa, se enfoca en describir las competencias de los docentes en el uso de las TIC's y su repercusión en la enseñanza a nivel superior

B. Tipo y Diseño de la Investigación

Este estudio se realizó mediante la metodología de la investigación descriptiva transeccional que es del paradigma cuantitativo, se solicitó información a los docentes y estudiantes. El diseño de la investigación es no experimental, porque la recolección de los datos se llevará a cabo en un solo momento del tiempo y serán analizados con técnicas estadísticas descriptivas de investigación.

C. Población y Muestra

En este estudio se trabajó con dos poblaciones de Ndatos 65 para los estudiantes y Ndatos 25 para los profesores, se utilizó el tipo de muestreo intencional, no probabilístico. Se aplicó la técnica de la entrevista, los datos recabados son fuente de información primaria.

D. Técnicas e instrumentos para la recolección de datos

En esta investigativo, "Manejo de las NTIC's de los docentes de UMECIT y sus repercusiones en el proceso de enseñanza a nivel superior", utilizamos como técnicas para la recolección de los datos, las siguientes:

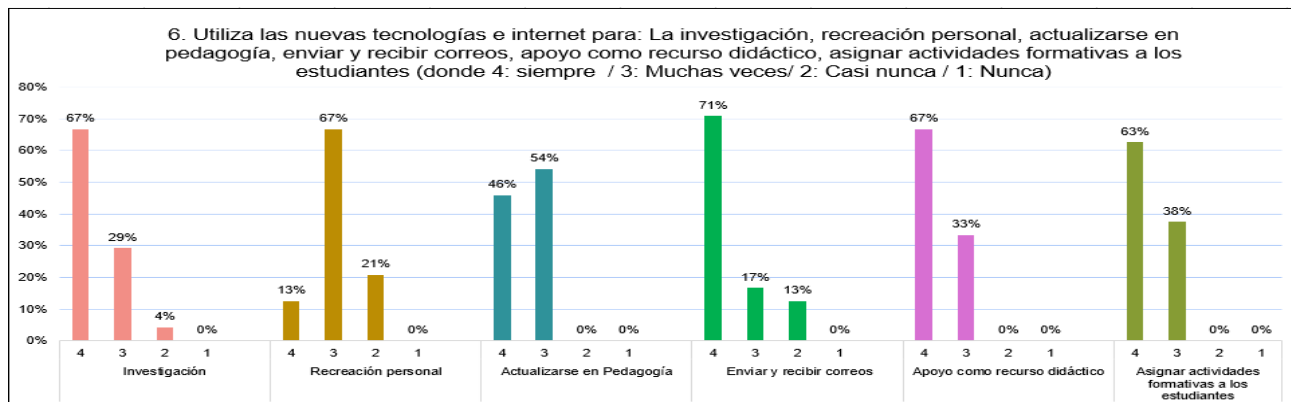
La entrevista, aplicada virtualmente por medio de un cuestionario, a los profesores.

La encuesta que se aplicó a través de un cuestionario estructurado, a los estudiantes
 La fuente de información en ambas técnicas, son primarias.

3. RESULTADOS

Se presentan algunos resultados obtenidos mediante la aplicación de los instrumentos.

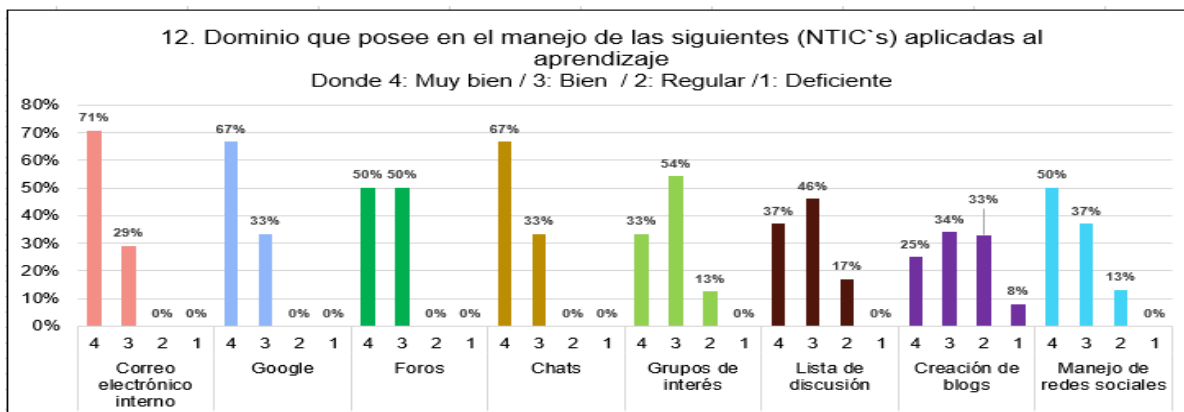
Figura 1: Muestra los diferentes usos que se le dan a las NTIC’s



En la Figura N°.1: Se muestra los diferentes usos que les dan los Profesores de UMECIT a las NTIC’s.

Estos resultados revelan que los profesores encuestados, siempre utilizan en un alto porcentaje las NTIC’s para las actividades académicas y su perfeccionamiento pedagógico y un 21% casi nunca las utilizan para la recreación personal. Existe un 4% de docentes que casi nunca utilizan la NTIC’s para la investigación, por lo que es recomendable gestionar actividades que motiven a la investigación entre la totalidad del personal docente.

Figura 2: Dominio de NTIC’s aplicadas en el proceso de aprendizaje



En la Figura N°.2: Dominio de los Profesores en la aplicación de las NTIC’s.

En la Figura N°.2: Se identifica el nivel de dominio que poseen los profesores, encuestados, sobre NTIC's. Se ha podido identificar que las NTIC's como los grupos de interés, lista de discusión y creación de blogs, demandan de la gestión de programas de capacitación, para que los docentes puedan explotar estos recursos en sus procesos de enseñanza-aprendizaje.

Tablas

Tabla 1. Uso que se le da a las NTIC's

| 1. Utilizan los profesores las NTIC's para: Donde 4: Siempre / 3: Muchas veces / 2: Casi nunca / 1: Nunca) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|-----|----|----|---------------------|-----|-----|----|---------------------------|-----|----|----|--------------------------|-----|-----|----|------------------------------|-----|----|----|--|-----|----|----|
| Investigación | | | | Recreación personal | | | | Actualizarse en Pedagogía | | | | Enviar y recibir correos | | | | Apoyo como recurso didáctico | | | | Asignar actividades formativas a los estudiantes | | | |
| 4 | 3 | 2 | 1 | 4 | 3 | 2 | 1 | 4 | 3 | 2 | 1 | 4 | 3 | 2 | 1 | 4 | 3 | 2 | 1 | 4 | 3 | 2 | 1 |
| 16 | 7 | 1 | 0 | 3 | 16 | 5 | 0 | 11 | 13 | 0 | 0 | 17 | 4 | 3 | 0 | 16 | 8 | 0 | 0 | 15 | 9 | 0 | 0 |
| 67% | 29% | 4% | 0% | 13% | 67% | 21% | 0% | 46% | 54% | 0% | 0% | 71% | 17% | 13% | 0% | 67% | 33% | 0% | 0% | 63% | 38% | 0% | 0% |

Los resultados obtenidos con relación al uso de las NTIC's por parte de los profesores indican que el 55% siempre la usan, que el 35.8% muchas veces, que el 8.2% casi nunca y el 1% nunca utilizan las tecnologías.

Tabla 2. Dominio en el manejo de las NTIC's

| 2. Utilizan los profesores las NTIC's para: Donde 4: Siempre / 3: Muchas veces / 2: Casi nunca / 1: Nunca) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|-----|----|----|--------|-----|----|----|-------|-----|----|----|-------|-----|----|----|-------------------|-----|-----|----|-------------------|-----|-----|----|
| Correo Electrónico | | | | Google | | | | Foros | | | | Chats | | | | Grupos de interés | | | | Creación de Blogs | | | |
| 4 | 3 | 2 | 1 | 4 | 3 | 2 | 1 | 4 | 3 | 2 | 1 | 4 | 3 | 2 | 1 | 4 | 3 | 2 | 1 | 4 | 3 | 2 | 1 |
| 17 | 7 | 0 | 0 | 16 | 8 | 0 | 0 | 12 | 12 | 0 | 0 | 16 | 8 | 0 | 0 | 8 | 13 | 3 | 0 | 6 | 8 | 2 | 2 |
| 71% | 29% | 0% | 0% | 67% | 33% | 0% | 0% | 50% | 50% | 0% | 0% | 67% | 33% | 0% | 0% | 33% | 54% | 13% | 0% | 25% | 34% | 33% | 8% |

El 50% de los profesores señalan que dominan muy bien las NTIC's aplicadas al aprendizaje de los estudiantes, un 39.5% indican que dominan bien las TIC's, un 9% de forma regular y un 1% de forma deficiente.

4. CONCLUSIONES

Podemos concluir que la educación ha sufrido cambios significativos en la forma de enseñar por parte de los docentes y en la forma de aprender por parte de los estudiantes, cambios generados por la pandemia COVID-19.

De acuerdo al estudio realizado se puede concluir que un gran porcentaje de los profesores si están utilizando las TIC's, sin embargo, hay un porcentaje que está en proceso del uso de las mismas, esto abre la posibilidad de trabajar con todos los profesores mediante talleres de sensibilización del uso de las herramientas TIC's en el proceso E-A y su importancia en el nivel superior

Se debe disponer de profesores con las competencias digitales en NTIC's, que propicien aprendizajes de calidad en los estudiantes del nivel superior.

Concluimos además que la práctica docente que integre las tecnologías en el proceso de enseñanza en el nivel superior garantiza mayor intercambio de conocimientos, promueve el uso de las mismas ya que éstas llegaron para quedarse en este contexto tan cambiante.

REFERENCIAS

- [1] Astudillo Castro, M. E., Pinto Cotto, B. R., Arboleda Briones, M. J., & Anchundia, Z. (2018). Aplicación de las Tic como herramienta de aprendizaje en la Educación Superior. *RECIMUNDO*, 2(2), 585-598. [https://doi.org/10.26820/recimundo/2.\(2\).2018.585-598](https://doi.org/10.26820/recimundo/2.(2).2018.585-598)
- [2] Arras, A., Bordas, J., Porras, D., & Gómez, J. (2021). Competencias en tecnologías de información y comunicación. Estudios de caso: Universidad Santo Tomas (Colombia) y Universidad Autónoma de Chihuahua (México). *Formación universitaria*, 14(1), 135- 146. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-50062021000100135>.
- [3] Morales Vera, C. F., Reyes Suárez, L. X., Medina Suarez, M. N., & Villon Cruz, A. R. (2019). Competencias digitales en docentes: desafío de la educación superior. *RECIAMUC*, 3(3), 1006–1034. [https://doi.org/10.26820/RECIAMUC/3.\(3\).JULIO.2019.1006-1034](https://doi.org/10.26820/RECIAMUC/3.(3).JULIO.2019.1006-1034).
- [4] Samamé, T. (2022). Competencias TIC de docentes para una educación superior virtual en América Latina. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Letras y Ciencias Humanas, Escuela Profesional de Bibliotecología y Ciencias de la Información]. Repositorio institucional Cybertesis UNMSM.
- [5] Sandi-Delgado, J. C., & Sanz, C. V. (2020). Juegos Serios para Potenciar la Adquisición de Competencias Digitales en la Formación del Profesorado. *Educación*, 2215 - 2644.

AUTORIZACIÓN Y LICENCIA CC

Los autores autorizan a APANAC XIX a publicar el artículo en las actas de la conferencia en Acceso Abierto (Open Access) en diversos formatos digitales (PDF, HTML, EPUB) e integrarlos en diversas plataformas online como repositorios y bases de datos bajo la licencia CC:

Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International (CC BY-NC-SA 4.0) <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>.

Ni APANAC XIX ni los editores son responsables ni del contenido ni de las implicaciones de lo expresado en el artículo.

SOSTENIBILIDAD HÍDRICA: CASO DE ESTUDIO PROVINCIA DE PANAMÁ

Chang-Fossatti, Lucila

Facultad de Ingeniería Civil, Universidad Tecnológica de Panamá
Centro de Estudios Multidisciplinarios en Ciencias, Ingeniería y Tecnología AIP
Ciudad de Panamá, Panamá
<https://orcid.org/0009-0008-0327-9197>

Tejedor-Flores, Nathalia

Centro de Investigaciones Hidráulicas e Hidrotécnicas, Universidad Tecnológica de Panamá
Centro de Estudios Multidisciplinarios en Ciencias, Ingeniería y Tecnología AIP
Sistema Nacional de Investigación (SNI)
Ciudad de Panamá, Panamá
<https://orcid.org/0000-0002-0154-1955>

Abstract

Panama has a vast water resource that sustains its society and economy. The objective of this study is to evaluate the water sustainability of the province of Panama for the year 2019. This analysis proposes to analyze water sustainability through the Social Metabolism grammar - taken from the Multiscale Integrated Analysis of Social and Ecological Metabolism (MuSIASEM) - which examines the interrelation of the variables: population, economy and water, to evaluate water sustainability. This type of analysis makes it possible to describe the role of water in society from a social and economic perspective. The results show that the highest water consumption occurs in the residential sector, while the economic sector has the highest water consumption and the highest contribution to GDP. When analyzing the indicators, the government sector stands out as the highest consumer per hour spent, while it contributes the lowest GDP per hour; therefore, it is recommended that efforts be focused on analyzing this sector.

Keywords: Panama, sustainability, water resources, nexus water-energy-food, MuSIASEM.

Resumen

Panamá posee un gran recurso hídrico del cual se sostiene su sociedad y economía. El presente estudio tiene como objetivo evaluar la sostenibilidad hídrica de la provincia de Panamá para el año 2019. En esta investigación se propone analizar la sostenibilidad hídrica a través de la gramática del Metabolismo Social - tomado del Análisis integrado

multiescalar del metabolismo social y ecológico (MuSIASEM por sus siglas en inglés) – el cual examina la interrelación de las variables: población, economía y agua, para evaluar la sostenibilidad hídrica. Este tipo de análisis permite describir el rol del agua en la sociedad desde un ambiente no sólo social sino económico. De los resultados, se señala que el mayor consumo de agua se da en el sector residencial, mientras que, en el trabajo remunerado, el sector económico registra el consumo más alto y, así mismo, el aporte al PIB más alto. Al analizar los indicadores, el sector de gobierno resalta como el mayor consumidor por hora dedicada, mientras que aporta el mínimo PIB por hora; por lo que se recomienda enfocar esfuerzos en analizar este sector.

Palabras claves: Panamá, sostenibilidad, recurso hídrico, nexo agua-energía-alimento, MuSIASEM.

1. INTRODUCCIÓN

Es menester describir qué implica un desarrollo sostenible, el cual es aquel que satisface las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades [1]. Por otro lado, [2] establece que el resultado de la evolución de la sostenibilidad a una concepción integral, diferencia tres tipos de sostenibilidad: ecológica, social y económica. De esta manera, se decide implementar una metodología que abarque estas tres variables: agua, sociedad y economía, que desarrolla la gramática del Análisis Multi-Escalar Integrado del Metabolismo Social y Ecosistémico (MuSIASEM, por sus siglas en inglés), la cual interrelaciona estas variables para describir la sociedad panameña, para el año 2019. Este análisis se aplica a la capital de Panamá, la cual desarrolla la mayor economía del país, así como el mayor consumo nacional.

método

A. Caso de estudio: provincia de Panamá

Describiendo el caso estudiado, Panamá es una provincia diversa y multicultural, que se distingue por un dinámico crecimiento económico sustentado en una sofisticada oferta de servicios logísticos y financieros, los cuales se desarrollan en consumos del recurso hídrico. Al ser la capital de Panamá, se concentra en esta provincia la mayor cantidad de personas, alcanzando con 1.439.575 habitantes según el censo del 2023 [3]. Así también se concentra la fuerza laboral más grande y el consumo más elevado de agua; lo que nos lleva a plantear este estudio de sostenibilidad hídrica y su repercusión económica y social en la capital.

B. MuSIASEM

Como mencionado anteriormente, se escogió la gramática MuSIASEM para estudiar la

sostenibilidad hídrica en la provincia de Panamá, por su interrelación de variables. Esta metodología es posible por la semántica con que se representan las variables, las cuales son desglosadas en fondos (variables independientes, lo que compone el sistema estudiado) y flujos (variables dependientes). Esta relación flujo-fondo funciona como un procesador, donde entra un flujo (agua, expresada como consumo de agua o WU, en litros) al sistema formado por fondos (población, expresada como actividad humana o HA, en horas) y se transforma en productos (economía, expresada como Producto Interno Bruto o PIB, en dólares); esta perspectiva permite crear patrones y analizar las presiones en el ambiente y en la sociedad [4]. Las variables fueron obtenidas del Instituto de Estadística y Censo (INEC). Como menciona [5], al analizar variables de diferente naturaleza, es necesario homologarlas para su estudio, lo que se logra a través de una jerarquía social y económica, en la cual se definen las variables, como se puede observar en la Fig. 1. A continuación, se ahonda en las actividades cubiertas por los sectores:

Servicios (denominado CE) engloba el sector económico del comercio y los servicios. Ejemplos: Almacenes, hoteles, restaurantes, talleres de servicio público, hospitales privados, escuelas privadas, cooperativas y bancos privados, entre otros.

Construcción y manufactura (llamado IND) incluye las actividades de fabricación, ensamblaje y almacenamiento de los establecimientos industriales, como fábricas, plantas, construcción y talleres.

El sector público (denominado GOV) abarca la actividad en instituciones como hospitales y clínicas estatales, edificios religiosos y educativos, bibliotecas, estadios deportivos y otros. Los consumos de los sectores agrícola, energético y minero no se consideran en el estudio de sostenibilidad del agua debido a la falta de disponibilidad de datos. Sólo se estudia el agua potable.

Luego de definir las variables, se crea una matriz multinivel según la jerarquía establecida. De este análisis surgen indicadores que permiten determinar la viabilidad de los consumos, que son la productividad económica del trabajo o ELP, por sus siglas en inglés (relación del PIB entre HA) y la tasa metabólica del agua o WMR, por sus siglas en inglés (relación entre WU y HA).

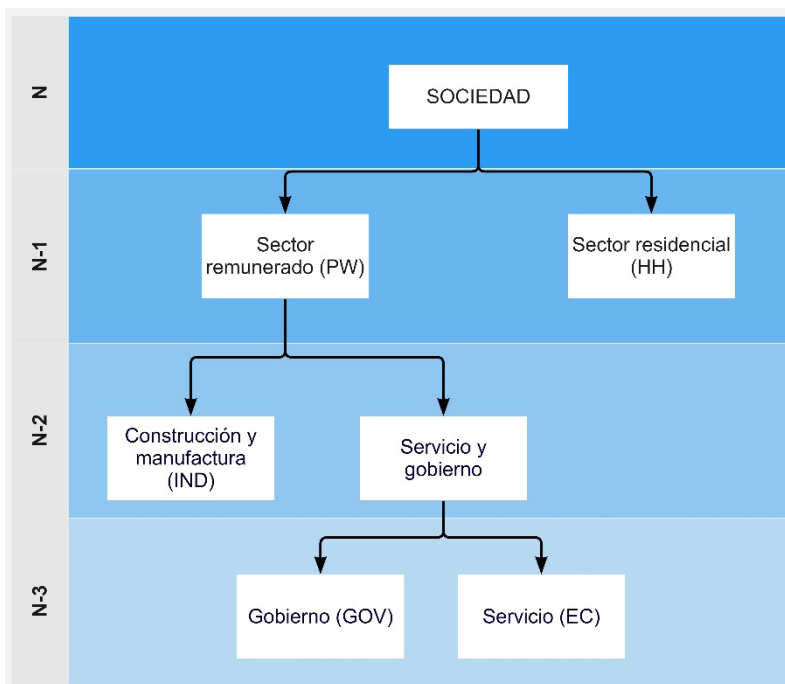


Fig. 1: Estructura jerárquica de la sociedad panameña. A partir de [5].

Tabla 1: Resumen de las variables MuSIASEM utilizadas. A partir de [5]

| Variable (Unidad) | Nombre y descripción de las variables | Fondo/Flujos | Cálculos |
|-------------------|---|--------------|--|
| THA (h) | Actividad humana total | Fondo | Población×8 760 horas por año |
| HAi (h) | Actividad humana por sector i. | Fondo | Empleados por sector × horas de trabajo por semana × semanas laboradas por sector i HAHH = THA - HAPW |
| PIB (USD) | Producto interno bruto por la sociedad | Flujo | Tomado directamente del INEC |
| PIBi (USD) | Producto interno bruto por sector i | Flujo | Tomado directamente del INEC |
| ELPi (USD/h) | Productividad económica del trabajo por sector i | Flujo | PIBi/HAi |
| GWU (l) | Consumo bruto del agua por la sociedad, incluye pérdidas y agua no facturada. | Flujo | Tomado directamente del INEC |
| WUi (l) | Consumo neto de agua por sector i | Flujo | Tomado directamente del INEC |
| WMRsa (l/h) | Tasa metabólica del agua, promedio de la sociedad | Flujo | WUSA/HASA |
| WMRi (l/h) | Tasa metabólica del agua por sector i | Flujo | WUi/HAi |

3. RESULTADOS

A. Variables

Una vez analizadas las variables, es posible definir las magnitudes del consumo de los recursos y los mayores aportes a la economía, como se puede observar en la Fig. 2. De estos resultados, es posible señalar que el mayor consumo de agua está en el sector residencial (1,66E+11 l), seguido por el sector de servicio y gobierno, con especial aporte del sector de servicio (3,86E+10 l). Por otro lado, se señalan que la actividad humana se encuentra, en su mayoría, repartida en estos mismos sectores (1,26E+10 h para el sector residencial y, 1,13E+09 h para el sector de servicio). Mientras que, respecto al aporte a la economía, es notorio que el mayor aporte al PIB se debe al sector de servicio (1,96E+10 USD), seguido por el sector industrial (4,59E+09 USD).

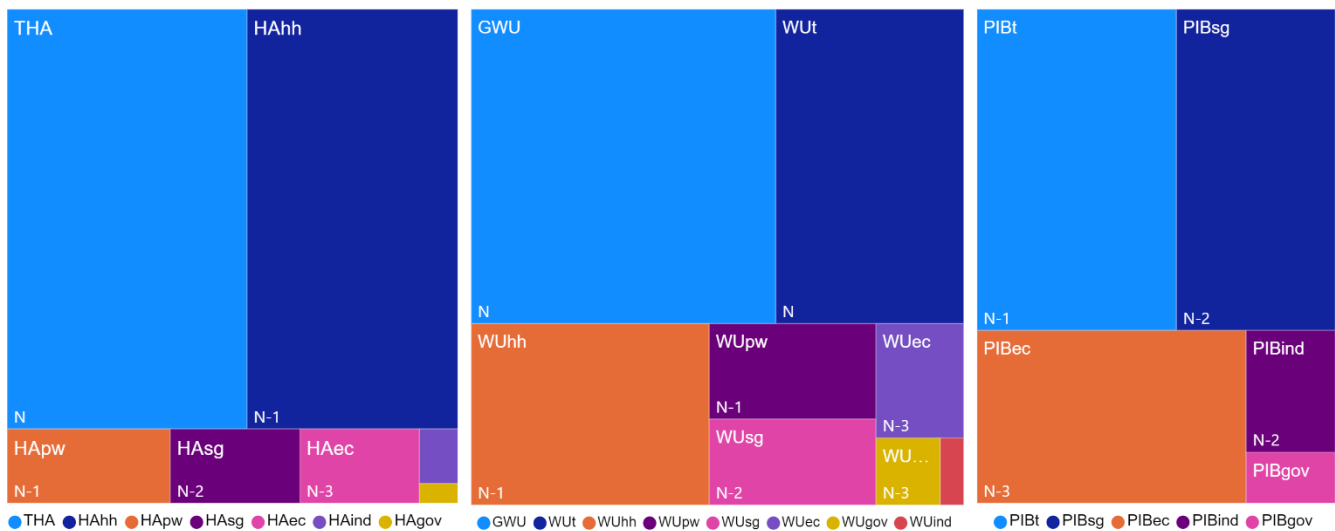


Fig. 2: Representación de las variables HA (a la izq.), WU (en el centro) y PIB (a la der.).

B. Indicadores

Los indicadores, como se observa en la Fig. 3, muestran que el mayor consumo de agua por hora laborada se ubica en el sector de gobierno (71,37 l/h), el cual es que menor ELP registra (8,25 USD/h). Por otro lado, en consumo le sigue el sector económico (34,17 l/h), que registra el mayor aporte al PIB por hora (17,35 USD/h).

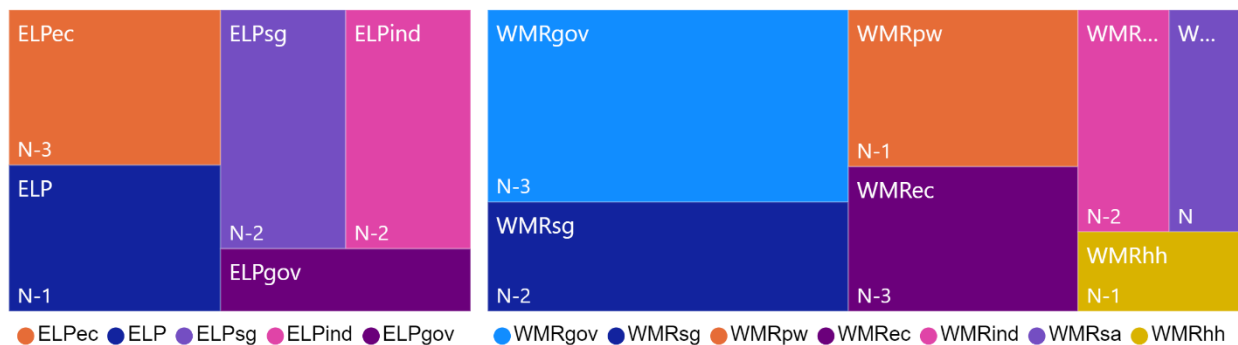


Fig. 3: Representación de los indicadores ELP (a la izq.) y WMR (a la der.).

4. CONCLUSIONES

De la presente investigación se puede concluir que MuSIASEM es una herramienta versátil que permite el estudio holístico de una sociedad en cualquier escala de análisis. De esta manera fue posible describir la sociedad de la provincia de Panamá para el año 2019, así como su economía y consumo hídrico. Este estudio arrojó que la mayor cantidad de actividad humana se encuentra en los hogares, mientras que, respecto al trabajo remunerado el sector de servicio y gobierno encabeza el lugar, especialmente el de servicio seguido por las industrias. De acuerdo con estos resultados, se encontró un consumo de agua acorde, donde la mayor cantidad se destina a las residencias y, en el trabajo remunerado, destacan el sector de servicio y gobierno, principalmente el sector de servicio. Adicionalmente, este comportamiento se ve apoyado por los aportes económicos, en los que encabeza el sector de servicio, seguido por el sector industrial.

Las variables fueron analizadas desde otra perspectiva, generando indicadores, que indican cuánto aporte al PIB se genera por hora laborada, productividad económica del trabajo, la cual encabeza el sector de servicio, seguido por la industria. Por otro lado, fue analizada la tasa metabólica del agua, o cuánta agua se consume por hora laborada en cada sector, donde el sector de gobierno resalta como el mayor consumidor, seguido por el sector de servicio. Esto nos indica en qué sectores de la provincia es necesario implementar acciones y medidas de eficiencia, por ejemplo, el sector de gobierno es el que mayor consumo por hora dedicada registra, a pesar de ser el que menos PIB aporta por hora, lo que señala la urgencia de evaluar este sector con mayor detenimiento para reducir sus consumos.

Se recomienda profundizar esta investigación a nivel de corregimiento para ubicar las mayores presiones en la geografía capitalina.

REFERENCIAS

- [1] Organización de las Naciones Unidas, “Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo, ‘Our common future,’” 1991. Accessed: May 17, 2023. [Online]. Available: <http://www.un-documents.net/our-common-future.pdf>
- [2] M. Luffiego García and J. M. Rabadán Vergara, “LA EVOLUCIÓN DEL CONCEPTO DE SOSTENIBILIDAD Y SU INTRODUCCIÓN EN LA ENSEÑANZA,” HISTORIA Y EPISTEMOLOGÍA DE LAS CIENCIAS, vol. 18, no. 3, pp. 473–486, 2000, Accessed: May 17, 2023. [Online]. Available: <https://ensciencias.uab.cat/article/view/v18-n3-luffiego-rabadan/1940>
- [3] INEC (2023). Viviendas particulares ocupadas y población en la República, por sexo, según provincia y comarca indígena: Censos 2010 y 2023. Accessed: August 20, 2023 [Online]. Available: <https://www.inec.gob.pa/archivos/P0705547520230911143755CUADRO%201.xls>
- [4] A. H. Sorman and M. Giampietro, “The energetic metabolism of societies and the degrowth paradigm: Analyzing biophysical constraints and realities,” J Clean Prod, vol. 38, pp. 80–93, Jan. 2013, doi: 10.1016/j.jclepro.2011.11.059.
- [5] L. Chang-Fossatti and N. Tejedor-Flores, “Water Sustainability: A Socioeconomic Analysis of Panama Using MuSIASEM Approach,” International Journal of Environmental Impacts, vol. 6, no. 3, pp. 113–120, Sep. 2023, doi: 10.18280/ijei.060303.

AUTORIZACIÓN Y LICENCIA CC

Los autores autorizan a APANAC XIX a publicar el artículo en las actas de la conferencia en Acceso Abierto (Open Access) en diversos formatos digitales (PDF, HTML, EPUB) e integrarlos en diversas plataformas online como repositorios y bases de datos bajo la licencia CC:

Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International (CC BY-NC-SA 4.0) <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>.

Ni APANAC XIX ni los editores son responsables ni del contenido ni de las implicaciones de lo expresado en el artículo.

Evaluación de la Estabilidad de Taludes Naturales en los Alveos, provincia de Coclé, Panamá

Poveda, Genesis

Universidad Tecnológica de Panamá
Panamá, Panamá
genesis.poveda@utp.ac.pa
0009-0008-2765-6401

Solís M., Yinela Y.

Universidad Tecnológica de Panamá
Panamá, Panamá
yinela.solis@utp.ac.pa
0000-0003-4588-9061

Bradley, Jaime

Universidad Tecnológica de Panamá
Panamá, Panamá
jaimе.bradley@utp.ac.pa
0009-0000-5384-4061

Grajales-Saavedra, Francisco

Universidad Tecnológica de Panamá
Panamá, Panamá
francisco.grajales@utp.ac.pa
0000-0003-1705-864x

Rodríguez, Rita

Universidad Tecnológica de Panamá
Panamá, Panamá
rita.rodriguez1@utp.ac.pa
0000-0003-4097-6502

Martínez, Ernesto

Universidad Tecnológica de Panamá
Panamá, Panamá
ernesto.martinez@utp.ac.pa
0000-0002-6108-9841

Mejía, George

Universidad Tecnológica de Panamá
Panamá, Panamá
george.mejia1@utp.ac.pa
0000-0002-6024-1290

Lam, Eufemia

Universidad Tecnológica de Panamá
Panamá, Panamá
eufemia.lam@utp.ac.pa
0009-0000-8307-204x

Miranda, Roberto

Universidad Tecnológica de Panamá
Panamá, Panamá
roberto.miranda2@utp.ac.pa
0009-0005-2771-9765

Nieto, Carlos

Universidad Tecnológica de Panamá
Panamá, Panamá
carlos.nieto2@utp.ac.pa
0000-0002-6357-2693

ABSTRACT

Landslides are destructive processes that can be avoided if the triggering factors that can influence their occurrence are previously identified, this under a preventive concept. In Panama, in 2022, multiple landslides were recorded in the community of Los Alveos, Antón, province of Coclé, which affected many homes, causing material and human losses. This study presents a qualitative characterization of the material present in the area's landslides. The preliminary geotechnical characterization was carried out through tests such as: visual description, Atterberg limits, soil classification, permeability tests and mineralogy through petrographic cutting. The petrographic evaluation of the samples shows the presence of fragments of pumice stone and minerals such as quartz, hornblende and magnetite; characteristic of the El Valle formation. The results of the preliminary geotechnical study reveals sandy soils with coarse characteristics for the size of the aggregate, with almost zero cohesion and high hydraulic conductivity. The study needs to be expanded to have a more detailed description of the area and to establish mitigation measures to help the people of this community.

Keywords: Landslides, stability, volcanic ash, geotechnics, inceptisols, sandy soil, petrography.

RESUMEN

Los deslizamientos son procesos destructivos evitables si se identifican con anterioridad los factores desencadenantes que pueden influir en su ocurrencia, esto bajo un concepto preventivo. En Panamá en el año 2022 se registraron múltiples deslizamientos en la comunidad de Los Alveos, Antón, provincia de Coclé, los cuales afectaron a un gran número de viviendas, causando pérdidas materiales y humanas. Este estudio presenta una caracterización cualitativa el material presente en los deslizamientos del área. La caracterización geotécnica preliminar fue realizada por medio de ensayos como: descripción visual, límites de Atterberg, clasificación de suelos, ensayos de permeabilidad y mineralogía a través de corte petrográfico. La evaluación petrográfica de las muestras evidencia presencia de fragmentos de piedra pómez y de minerales como cuarzo, hornblenda y magnetita; característicos de la formación El Valle. Los resultados del estudio geotécnico preliminar revelan que el suelo es arenoso con características de tipo grueso para el tamaño del agregado, con una cohesión casi nula y con una alta conductividad hidráulica. Se requiere ampliar el estudio para poder tener una descripción más detallada de la zona y poder establecer medidas de mitigación para ayudar a las personas de esta comunidad.

Palabras claves: Deslizamientos, estabilidad, cenizas volcánicas, geotecnia, inceptisoles, suelo arenoso, petrografía.

1. INTRODUCCIÓN

Un talud es una formación rocosa, de tierra o ambas, formada por la deposición de polvo, ceniza y tierra depositada en un sitio específico durante un tiempo determinado. La inestabilidad de los taludes puede tener sus causas en diferentes factores como la orografía, estratificación, meteorización, variación del nivel freático y modificaciones antropogénicas; dando origen a fallas en el terreno [1]. Los deslizamientos son procesos destructivos evitables siempre y cuando se logre identificar con anterioridad los factores desencadenantes que pueden influir en su ocurrencia, esto bajo un concepto preventivo (i.e. elusión del problema). Los deslizamientos de tierra son fenómenos de tipo gravitacional, los cuales pueden ocurrir debido alteraciones en el equilibrio natural de una pendiente, por lluvias torrenciales, sismos y cambios en el uso de suelo, entre otros [2].

Los deslizamientos de tierra constituyen amenazas para los asentamientos humanos. Desafortunadamente, como consecuencia del cambio climático, la incidencia de este tipo de eventos ha aumentado considerablemente. En el caso particular de estudio, el 16 de

septiembre 2022 durante un evento de precipitaciones de alta intensidad se registraron múltiples deslizamientos en la comunidad de Los Alveos, Antón, provincia de Coclé, dentro del complejo volcánico El Valle, los cuales dejaron la pérdida de dos vidas, 20 familias afectadas y pérdidas materiales.

Estos eventos de precipitación atípica son evidencia puntual de los efectos de la variabilidad climática y la poca preparación que tiene el país para adaptarse a estos cambios, motivo que resalta la importancia de aminorar los posibles daños en construcciones, forjando estudios adecuados sobre riesgos, evitando afectaciones económicas y posibles decesos en la población.

Esta investigación geocientífica, aporta a la Agenda 2030 principalmente al ODS 11 Ciudades y comunidades sostenibles en la meta 11.5 que indica que los peligros geográficos y los riesgos que enfrentamos debido a elementos de la geodiversidad como terremotos y volcanes son una cuestión clave que debe gestionarse a través del compromiso internacional, logrando que las comunidades sean más resilientes a los peligros geológicos y reduciendo los efectos de estos riesgos en el futuro, ejecutando acciones de caracterización de amenazas englobadas en el Marco Sendai para la prevención de riesgos de desastres [3]. El objetivo del estudio es ser utilizado por las autoridades como un impulsor para la ejecución de planes de adaptación evitando nuevas construcciones en sitios con características de terrenos similares al área de estudio.

2. MÉTODO

A. Trabajo de gabinete

La investigación comenzó con establecer el área de estudio mediante una revisión literaria que incluyó noticias, artículos científicos, mapas y la caracterización del área por medio de la herramienta Google Earth y del software ArcGIS Pro-3.1.0. Al establecer el área de estudio se definió la visita a campo, los objetivos que esta debía contener y el plan a seguir.

B. Levantamiento de campo

El 20 de mayo 2023, se llevó a cabo una inspección de los deslizamientos ocurridos efectuando observaciones puntuales sobre las dimensiones como se muestra en la figura 1, la cercanía a ríos y viviendas, así como su ubicación geográfica y otros, además se conversó con los pobladores.

C. Recolección de muestras

Se recolectaron muestras de suelo en la parte superior, media e inferior de dos taludes, incluyendo el talud que fue tema central en las noticias. Las muestras fueron rotuladas

y almacenadas en bolsas de polietileno para preservar su humedad, evitar pérdida de material y su contaminación.

D. Ensayos de laboratorio

Los ensayos de laboratorio involucraron la realización e una descripción geológica, como también un estudio geotécnico preliminar. Para la descripción geológica de las muestras recolectadas se realizó análisis macroscópico y microscópico utilizando un Microscopio TOMLOV DM401 2k Digital. La caracterización geotécnica se realizó por medio de pruebas de laboratorio según las normas internacionales ASTM D2488, D4318, D2216, C136, D2487, D2434: descripción visual en donde se detalla el color del suelo en estado seco y húmedo, pruebas de dilatancia, pruebas de resistencia al corte en estado seco, límites de Atterberg, contenido de humedad, análisis granulométricos, clasificación del suelo según el sistema (SUCS) y ensayos de permeabilidad, respectivamente, según su última edición.



Figura 1: Levantamiento de campo en la comunidad de Los Alveos.

3.RESULTADOS

A.Resultados Geológicos

Los estudios geológicos indican que el área de estudio se encuentra dentro del Complejo Volcánico El Valle, la formación geológica presente es Rio Hato (Erupciones Rio Mar y Mata Ahogado) con edad menor a 50 000 años, ver figura 2. Los suelos son inceptisoles, en etapas tempranas de formación [4], someros, producto de las erupciones volcánicas del volcán

de El Valle de Antón, que provienen de litologías caracterizadas como tobas incoherentes constituidas por aluviones y cenizas volcánicas básicas [5].

La evaluación petrográfica de las muestras evidencia presencia de fragmentos de piedra pómez y de minerales como cuarzo, hornblenda y magnetita, ver figura 3; característicos de la formación El Valle [6].

B. Resultados Geotécnicos

Los ensayos geotécnicos indican que el suelo que conforma el talud es de tipo arenoso, ligeramente plástico, con una permeabilidad alta debido a la disposición de los granos, ver tabla 1.

Tabla 1. Resultados de Análisis Granulométrico.

| CLASIFICACIÓN DE SUELOS (ASTM C136, ASTM D4318, ASTM D2487) | |
|--|---|
| SIMBOLO DE GRUPO | SP |
| NOMBRE DEL GRUPO | Arena pobremente graduada |
| OBSERVACIÓN | Con presencia despreciable de finos (Menos de 5%) |

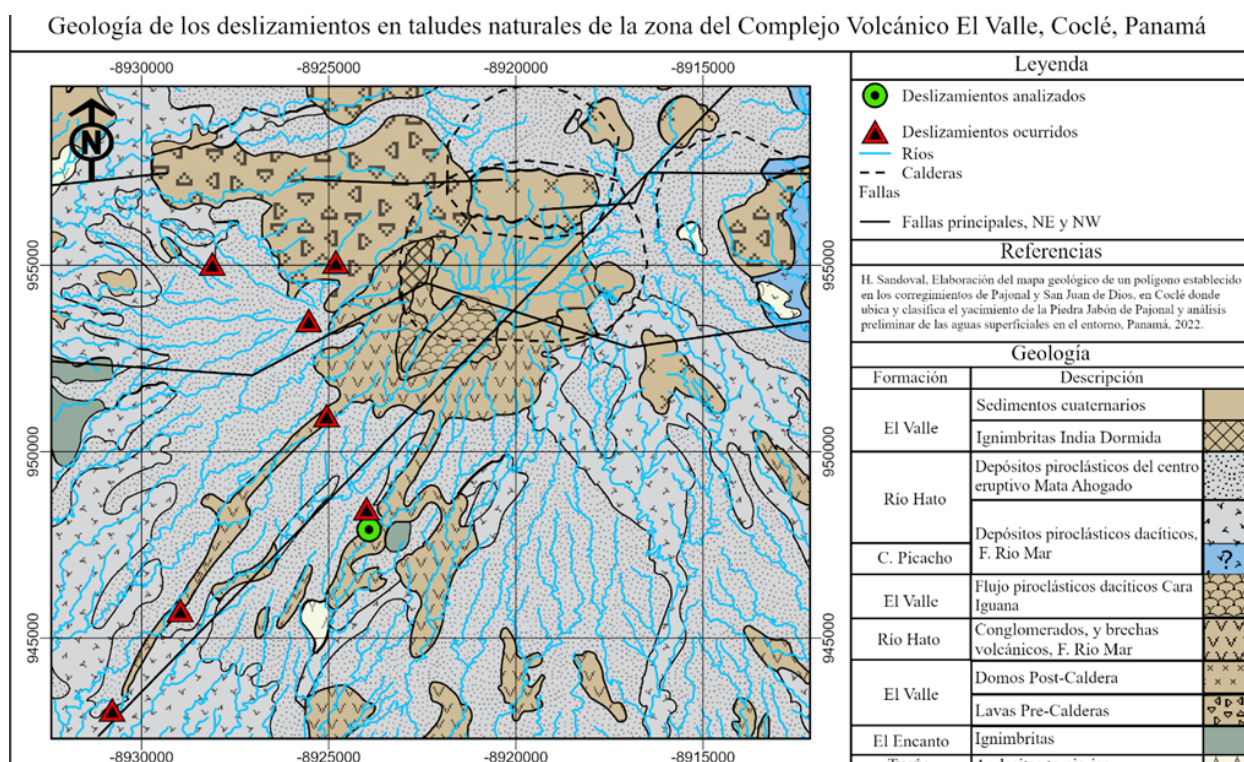


Figura 2: Geología de los deslizamientos en taludes naturales de la zona del Complejo Volcánico El Valle, Coclé, Panamá.

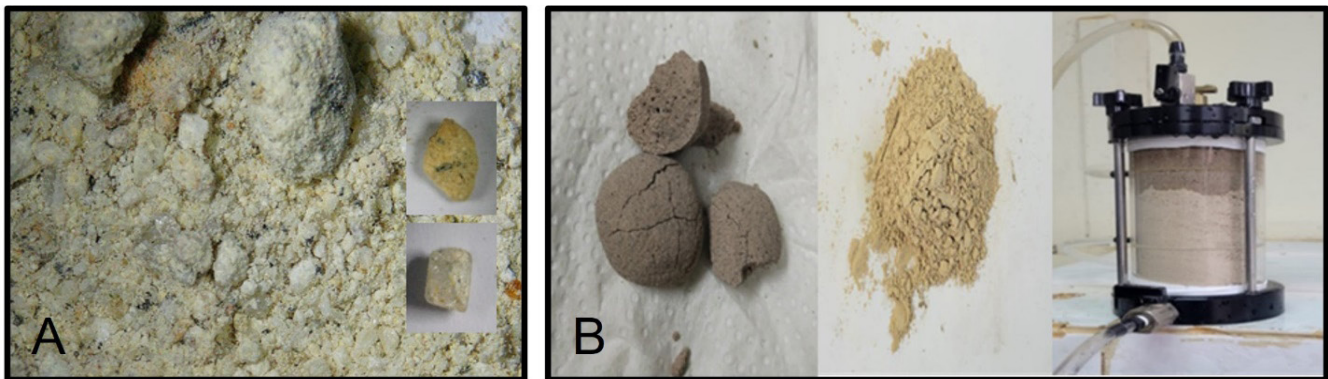


Figura 3: Análisis petrográficos (A) y geotécnicos realizados (B).4

4. CONCLUSIONES

EL área de estudio se encuentra dentro de la zona del Complejo Volcánico El Valle, con una marcada presencia de sistemas de fallas en distintas direcciones, cubierto en toda su extensión por tobas pocos consolidadas de erupciones recientes formando taludes naturales de aproximadamente 20 metros de altura. Previo al gran deslizamiento de la zona no se habían reportado grandes movimientos de masa y el evento ocurrió durante un evento de precipitación extraordinaria de una duración menor a una hora.

Con respecto al marco geológico, el área de estudio presenta inceptisoles, suelos someros en proceso de formación con edades menores a 50 000 años, que son medios adecuados para la agricultura, constituidos por aluviones y cenizas volcánicas. El estudio geotécnico muestra que el suelo es arenoso (SP, SW) con una presencia de finos menor al 5%, con características de tipo grueso para el tamaño del agregado, con una cohesión casi nula, permitiendo que la permeabilidad sea alta.

Para efectos de obtener una conclusión preliminar respecto a la estabilidad de los taludes, se requiere ampliar el estudio con ensayos de resistencia para posteriormente realizar un análisis de estabilidad de taludes en su condición actual mediante la utilización de softwares que utilicen tanto métodos clásicos (métodos de dovelas, talud infinito y métodos que consideren superficies de falla irregulares) como también el método de los elementos finitos, el cual permitiría realizar una simulación mucho mas precisa de las variaciones de presiones de poro a lo largo del talud. Esto es de particular importancia puesto que, a distintas intensidades de precipitación, se pueden producir distintas dinámicas de flujo subterráneo local a lo largo del talud.

Una vez realizado el análisis se podrían proponer posibles soluciones que permitan estabilizar

los taludes naturales en el área, y así poder apoyar a las personas de esta comunidad a través de la aplicación a fondos de adaptación y resiliencia climática.

Finalmente, se recomienda fomentar las iniciativas de regulación y reglamentación para la planificación y construcción de estructuras en áreas susceptibles a deslizamientos.

REFERENCIAS

- [1] J. I. Rodríguez Puentes, Análisis de deslizamientos superficiales generados por la lluvia en suelos de cenizas volcánicas mediante simulaciones de elementos finitos, Bogotá, 2016.
- [2] J. Suarez Diaz, «Deslizamientos y estabilidad de taludes en zonas tropicales,» Bucaramanga, 1998.
- [3] Naciones Unidas; CEPAL, «Repositorio CEPAL,» 2018. [En línea]. Available: http://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/40155/24/S1801141_es.pdf.
- [4] L. A. Barahona Amores, J. E. Villarreal Nuñez, W. González Carrasco y E. Quiro McIntire, «Absorption of nutrients in rice in an inceptisol soil under irrigation in Coclé, Panamá,» *Agronomía Mesoamericana*, vol. 30, nº 2, pp. 407-424, 2019.
- [5] Ministerio de Comercio e Industrias - Dirección General de los Recursos Minerales, «Estudio de las arenas continentales tobas incoherentes del Complejo Volcánico de el Valle de Antón,» Panamá, 1996.
- [6] H. Sandoval, Elaboración del mapa geológico de un polígono establecido en los corregimientos de Pajonal y San Juan de Dios, en Coclé donde ubica y clasifica el yacimiento de la Piedra Jabón de Pajonal y análisis preliminar de las aguas superficiales en el entorno, Panamá, 2022.

AUTORIZACIÓN Y LICENCIA CC

Los autores autorizan a APANAC XIX a publicar el artículo en las actas de la conferencia en Acceso Abierto (Open Access) en diversos formatos digitales (PDF, HTML, EPUB) e integrarlos en diversas plataformas online como repositorios y bases de datos bajo la licencia CC:

Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International (CC BY-NC-SA 4.0) <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>.

Ni APANAC XIX ni los editores son responsables ni del contenido ni de las implicaciones de lo expresado en el artículo.

Uso del Sap flow system (EMS81) en ecosistemas de manglar de la Bahía de Panamá

González, Jaime

Universidad de Castilla la Mancha.
Albacete, España
jaimegonzalez2@outlook.com

Tejedor-Flores, Nathalia

Centro de Investigaciones Hidráulicas e Hidrotécnicas, Universidad Tecnológica de Panamá
Centro de Estudios Multidisciplinarios en Ciencias, Ingeniería y Tecnología AIP
Sistema Nacional de Investigación (SNI)
Ciudad de Panamá, Panamá
<https://orcid.org/0000-0002-0154-1955>

Pinzón, Reinhardt

Centro de Investigaciones Hidráulicas e Hidrotécnicas, Universidad Tecnológica de Panamá
Centro de Estudios Multidisciplinarios en Ciencias, Ingeniería y Tecnología AIP
Sistema Nacional de Investigación (SNI)
Ciudad de Panamá, Panamá
<https://orcid.org/0000-0002-5746-9470>

Nieto, Daniel

Centro de Investigaciones Hidráulicas e Hidrotécnicas, Universidad Tecnológica de Panamá
Ciudad de Panamá, Panamá
daniel.nieto@utp.ac.pa

Abstract

Mangrove ecosystems are one of the most complex natural systems found on earth, their unique characteristics make them areas of a pronounced exchange of energies between all its participants, biotic and abiotic, and it is also known that exist a lack of data about the complexity of this ecosystem. For this research, the ecosystem located in the Bay of Panama was used, since it offers a study area with ideal characteristics, due to its excellent location very close to the Capital City. In recent years, sap flows have begun to be widely investigated, the investigation of these sap flows have allowed us to characterize, and understand a large number of plant species throughout the world, the main objective of the research project is to perform the complete process of installation, maintenance of the “Sap flow system (EMS81)”, data collection and analysis of sap flows, as well as its interpretation, to make a representation of what is happening in the study area, and generate a representation

of what is happening in the study area, maintenance of the “Sap flow system (EMS81)”, data collection and analysis of the sap flows, as well as their interpretation, to make a representation of what is happening in the study area, and to generate information about which species of the ones located in the area (*Avicennia germinans* and *Avicennia bicolor*).

Keywords: Mangrove, Ecosystem, Sap Flow, *Avicennia*, Climate Change.

Resumen

Los ecosistemas de manglar, son uno de los sistemas naturales más complejos que se encuentran sobre la tierra, sus características únicas, los hacen ser, zonas de un pronunciado intercambio de energías entre todos sus participantes, bióticos y abióticos, a la par que se conoce sobre la complejidad de este ecosistema, también se tiene un desconocimiento muy amplio en sus dinámicas, ya que uno de los principales problemas que presentan los ecosistemas marinos costeros, es por lo general la falta de datos, puede ser esto último debido a las condiciones únicas de estos ecosistemas, donde los altos niveles de humedad y salinidad hacen que muchos sensores de mediciones ambientales fallen. Para esta investigación se utilizó el ecosistema ubicado en la Bahía de Panamá, ya que, ofrece un área de estudio de características idóneas, debido a su excelente ubicación muy cerca de la Ciudad Capital. Durante los últimos años, se han comenzado a investigar ampliamente los flujos de savia, la investigación de estos flujos de savia ha permitido, caracterizar, interpretar y comprender un gran número de especies vegetales a lo largo y ancho del mundo, el objetivo principal del proyecto de investigación, es realizar el proceso completo de instalación, mantenimiento de los “Sap flow system (EMS81)”, toma de datos y análisis de los flujos de savia, así como su interpretación, para poder realizar una representación de lo que está ocurriendo en el área de estudio, y generar, información sobre las especies de manglar ubicadas en el área (*Avicennia germinans* y *Avicennia bicolor*).

Palabras claves: Manglar, Ecosistema, Flujo de Savia, *Avicennia*, Cambio Climático.

1. INTRODUCCIÓN

Los manglares se encuentran distribuidos a lo largo de las costas protegidas en los trópicos y subtrópicos, donde cumplen importantes funciones socioeconómicas y ambientales. Estos incluyen la provisión de una gran variedad de productos forestales madereros y no madereros; protección costera contra los efectos del viento, las olas y las corrientes de agua; la conservación de la diversidad biológica, incluidos varios mamíferos, reptiles, anfibios y aves en peligro de extinción; protección de arrecifes de coral, lechos de pastos marinos y rutas marítimas contra la sedimentación; y la provisión de hábitat, zonas de desove y nutrientes

para una variedad de peces y mariscos, incluidas muchas especies comerciales [1]. A pesar de que los manglares brindan una serie de importantes servicios ecosistémicos para la humanidad, su existencia está amenazada por la deforestación, el cambio de uso de suelo y el cambio climático [2]. Desde hace tiempo, se ha venido constatando que los bosques de manglar y las zonas asociadas, han sido consideradas como fuentes relevantes de carbono orgánico para las zonas costeras y para el secuestro del mismo [3-5], bien es conocida la alta densidad del carbono en los innumerables espacios donde estos se encuentran arraigados y la importancia de su conservación para el significativo papel histórico que desempeñan en el cambio climático, mitigando sus efectos y favoreciendo el crecimiento de la vida a su alrededor [6]. La presente investigación busca generar conocimientos sobre los aportes del manglar para una ciudad como la de Panamá, cercana y dependiente de su costa, la cual resulta tener una gran vulnerabilidad ante el cambio climático. El objetivo principal del proyecto de investigación, es realizar el proceso completo de instalación, mantenimiento de los “Sap flow system (EMS81)” [7], toma de datos y análisis de los flujos de savia, así como su interpretación, para poder realizar una representación de lo que está ocurriendo en el área de estudio, y generar por ende, información sobre que especies de las ubicadas en el sitio (*Avicennia germinans* y *Avicennia bicolor*) y de cómo pueden verse más favorecidas frente a otras (competencia interespecíficas e incluso intraespecíficas) en los escenarios actuales debido al cambio climático; todo esto permitirá generar una gran cantidad de material investigativo que puede ser utilizado o en algunos casos extrapolado a otros sistemas ecológicos de similares características, añadiendo un valor más, al ecosistema de manglar, aparte de los servicios ecosistémicos que se pueden obtener y que se obtienen actualmente del mismo.

2. MÉTODO

A. Área de Estudio.

El área de estudio se encuentra ubicada en la bahía de Panamá, en un área cercana a la ciudad por lo cual reporta su localización, datos interesantes que pueden ser de utilidad para el entorno urbano. Se localizaba en las siguientes coordenadas geográficas 9°00'51.82" N 79°27'10.60" (Figura 1).

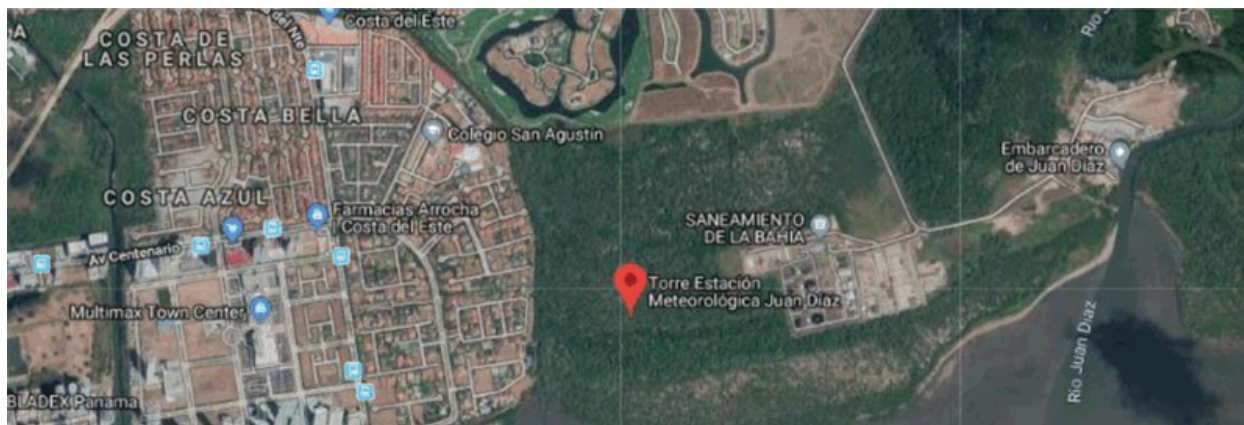


Fig. 1. Localización del proyecto. Fuente: Google Earth.

B. Equipos utilizados.

El equipo utilizado para la medición del flujo de savia es el sensor de Sapflow EMS81 de la compañía Emsbrno, los sensores se pueden instalar en troncos con un diámetro superior a 12 cm. Los criterios fundamentales para la ubicación de los puntos de medición en el tronco de un árbol son la homogeneidad del tejido y la altura sobre el suelo.

Tabla 1. Características técnicas sensores.

| Temperatura de funcionamiento | -20 a 50°C | Duración batería interna | 10 años |
|-------------------------------|-------------------|----------------------------------|---|
| Peso | 500 g | Consumo máximo | 400 mA |
| Tamaño | 160 x 80 x 60 mm | Consumo diario medio | 20 a 50 mA (dependiendo de la velocidad del flujo de savia) |
| Capacidad de memoria | 120.000 registros | Potencia máxima de calentamiento | 4 W (habitualmente 0.6 – 1W) a 1 kHz |
| Tipo de memoria | No volátil | Resistencia | 200 Ω a 25 kΩ |

C. Metodología de la Instalación.

La instalación de los equipos es un proceso a grandes rasgos sencillo, se debe saber el espesor de la corteza del árbol, hasta llegar a la zona de movimiento de savia, este dato se obtiene con el uso de una herramienta específica. Primeramente, se debe colocar la base de los electrodos lo más nivelada posible para evitar que los electrodos se posicionen torcidos, una vez colocada la base y con el dato del espesor de corteza, se realizan las incisiones para la colocación de los electrodos, se colocan tres (3) electrodos en la parte de arriba y un (1) electrodo en la parte de abajo (Figura 2).

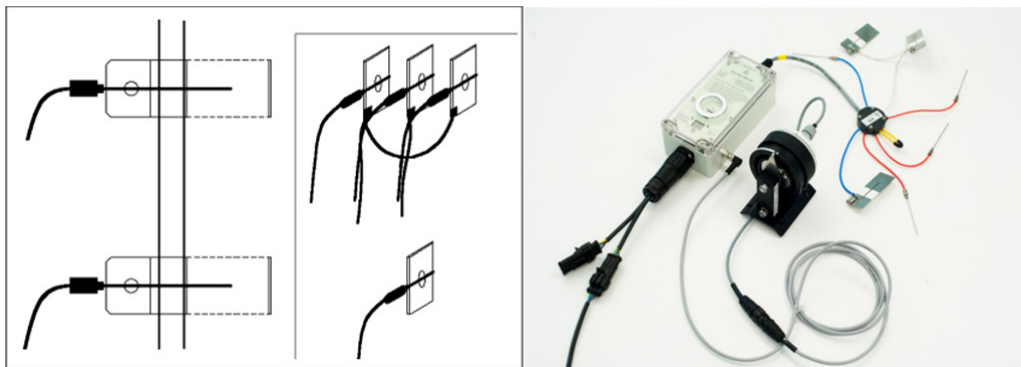


Figura 2 Colocación electrodos sensor y equipo completo de Sapflow. Fuente: [7]

Colocados los electrodos que transmiten la energía (corriente alterna) al xilema del árbol, se procede a colocar las agujas o sensores térmicos, una vez colocados y acoplados al sistema energético, se debe realizar una configuración en el Programa Mini32, consistente en la descripción del árbol, su Diámetro a la altura del pecho (DAP) y el espesor de la corteza, el programa permite realizar distintas configuraciones con distintos rangos de medición en el tiempo.

3. RESULTADOS

Los resultados obtenidos hasta la fecha, no han sido analizados en su totalidad y son considerados datos en bruto, aunque son datos muy representativos ya que permiten en la mayoría de los casos ver la influencia de la lluvia en el proceso del movimiento de savia dentro de los manglares, en la figura 3, se presentan datos mensuales.

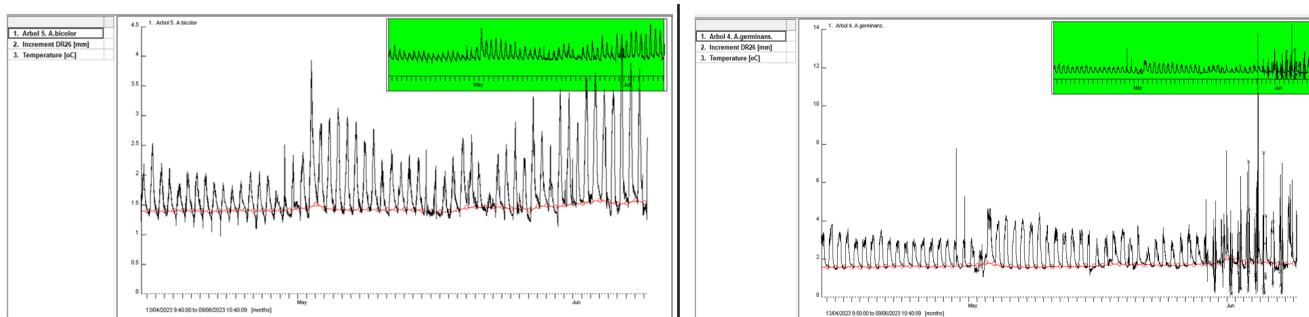


Figura 3. Datos obtenidos para las dos especies presentes en el área de estudio. Fuente: Mini32.

4. CONCLUSIONES

Al finalizar esta parte del proyecto, se puede concluir en que: El proyecto está obteniendo datos muy valiosos para evaluar y valorar el ecosistema objeto. La valoración e interpretación de los datos obtenidos será de gran utilidad para futuros

proyectos e investigaciones.

Se debe tratar de dar continuidad a este tipo de proyectos para generar conocimiento sobre un ecosistema tan peculiar como es el manglar.

REFERENCIAS

- [1] Baldocchi, D.D.; Hincks, B.B.; Meyers, T.P. 1988. Measuring Biosphere-Atmosphere Exchanges of Biologically Related Gases with Micrometeorological Methods. *Ecology*, 69, 1331-1340.
- [2] Lee, X.; Massman, W.J.; Law, B.E. 2006. *Handbook of Micrometeorology: A Guide for Surface Flux Measurement and Analysis*; Springer: New York, USA, Volume 29.
- [3] Baldocchi, D.D. 2003. Assessing the eddy covariance technique for evaluating carbon dioxide exchange rates of ecosystems: Past, present and future. *Glob. Chang. Biol.*, 9, 479-492. K. Elissa, "Title of paper if known," unpublished.
- [4] Fuentes JD, B Geerts, T Dejene, P D'Odorico, and E Joseph. 2006. Vertical attributes of precipitation in West Africa and adjacent ocean. *Theoretical and Applied Climatology*. Under review
- [5] Fuentes JD, QS McFrederick, J Kathilankal. 2006. Air pollution interference with pollinators. *Atmospheric Environment*. Under review.
- [6] Tiwary A, JD Fuentes, JG Barr, D Wang, JJ Colls. 2006. Inferring the source strength of isoprene from ambient concentrations. *Environmental Modelling and Software*. In press.
- [7] Cermák, Jan & Kučera, Jiri & Nadezhdina, N. (2004). Sap flow measurements with some thermodynamic methods, flow integration within trees and scaling up from sample trees to entire forest stands. DOI: 10.1007/s00468-004-0339-6.

AUTORIZACIÓN Y LICENCIA CC

Los autores autorizan a APANAC XIX a publicar el artículo en las actas de la conferencia en Acceso Abierto (Open Access) en diversos formatos digitales (PDF, HTML, EPUB) e integrarlos en diversas plataformas online como repositorios y bases de datos bajo la licencia CC:

Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International (CC BY-NC-SA 4.0) <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>.

Ni APANAC XIX ni los editores son responsables ni del contenido ni de las implicaciones de lo expresado en el artículo.

Rol de la Precipitación en la Cuenca del Río Guararé (Costa Pacífica de Panamá), 1981 – 2020

Abrego-Bonilla, Jessie

University of Arkansas
Fayetteville - Arkansas, Estados Unidos
jabregob@uark.edu

Guccione, Margaret

University of Arkansas
Fayetteville - Arkansas, Estados Unidos
guccione@uark.edu

Abstract

Rivers are ecosystems that host a variety of species and contribute to the growth of the communities that develop along their banks. However, global climate and its variations significantly affect these water ecosystems. In particular, the El Niño/Southern Oscillation (ENSO) phenomenon directly impacts rivers due to changes in the distribution of precipitation caused by variations in the surface temperature of the Pacific Ocean. The Azuero Peninsula, part of the Dry Arc of Panama and located on the Pacific Coast, is known for its climatic variability, particularly susceptible to the effects of the El Niño phenomenon, which causes droughts and floods. Through quantifying climatic effects in the Guararé River basin, significant changes in precipitation patterns can be observed over forty years (1981 – 2020) and their distribution according to the ENSO classifications. To measure the impacts of precipitation on the flow of the Guararé River, the variability in precipitation has been calculated using geostatistical techniques and Geographic Information Systems (GIS) tools. The results show significant variability in precipitation, according to elevation and proximity to the sea, as well as areas most susceptible to drought and others to flooding. This first-of-its-kind analysis paves the way for disaster forecasting in the Guararé River basin, helping communities develop climate change resilience plans.

Keywords: Precipitation, ENSO, Climate Change, Azuero, GIS.

Resumen

Los ríos son ecosistemas que albergan una variedad especies y contribuyen al crecimiento de las comunidades que se desarrollan a lo largo de sus riberas; sin embargo, estos ecosistemas hídricos son afectados por el clima global. En particular, el fenómeno de El Niño/Oscilación del Sur (ENSO) tiene un impacto directo en los ríos, debido a los cambios en la distribución de la precipitación provocados por las variaciones en la temperatura de la superficie del Océano Pacífico. La Península de Azuero es conocida por su variabilidad climática particularmente susceptible a los efectos del fenómeno de El Niño, que provoca sequías e inundaciones. La cuantificación de los efectos climáticos en la cuenca del Río Guararé muestra los cambios significativos en los patrones de precipitación en cuarenta años (1981 – 2020) y su distribución de acuerdo con las clasificaciones del ENSO. Para medir los impactos de la precipitación sobre el caudal del Río Guararé, se calculó la variabilidad en la precipitación utilizando técnicas geoestadísticas y herramientas de Sistemas de Información Geográfica (GIS). Los resultados muestran una variabilidad en la precipitación, de acuerdo con la elevación y la proximidad al mar, así como también las áreas más susceptibles a la sequía y otras a las inundaciones. Este análisis, primero en su tipo, allana el camino para el pronóstico de desastres en la cuenca del Río Guararé, ayudando a las comunidades a desarrollar planes de resiliencia ante el cambio climático.

Palabras claves: Precipitación, ENSO, Cambio Climático, Azuero, GIS.

1. INTRODUCCIÓN

Panamá posee altas tasas de precipitación por estar localizada en la región tropical: 233.8 billones de metros cúbicos por año, el volumen más alto registrado en Centroamérica. Parte de esta precipitación es capturada por 52 cuencas hidrográficas con cerca de 500 ríos primarios y secundarios. Del total de la precipitación, solo el 25.8% está disponible para actividades económicas y tan solo el 0.32% es utilizado para consumo humano [1]. La mayor demanda de este recurso se presenta en la Costa Pacífica, donde la densidad de población es más alta, y las actividades que requieren uso del agua se presentan en mayor número [2]. En las últimas décadas, debido a los eventos climáticos y las actividades antropológicas, el acceso al agua se ha reducido y el manejo de este recurso requiere una evaluación para mejorar su almacenamiento y distribución.

El clima a gran escala influye en la distribución de la precipitación, incluyendo los eventos que se presentan de manera cíclica cada año. El Fenómeno del Niño (ENSO, por sus siglas en inglés) es un evento climático que altera el ciclo hidrológico en las regiones de la Costa Pacífica Tropical del continente americano por las anomalías en la temperatura de la superficie

del mar que interactúan con los vientos alisios y producen cambios significativos en los patrones climáticos que impactan la distribución de la precipitación en las zonas costeras [3][4]. Durante el Fenómeno del Niño en la Costa Pacífica, las temperaturas aumentan, el volumen de precipitación disminuye, por lo cual la descarga de los ríos disminuye. Por otro lado, durante el Fenómeno de La Niña, las temperaturas disminuyen, la precipitación y la descarga de los ríos aumenta [5][6][7].

La Península de Azuero, localizada en la saliente sur de Panamá, forma parte del Arco Seco y se caracteriza por poseer un clima tropical de sabana con un promedio de precipitación anual de 1,054 mm. Las principales actividades económicas de esta zona son la agricultura y ganadería para el consumo nacional y para exportación [8]. Esta península enfrenta las consecuencias del Fenómeno del Niño, con largos periodos de sequía que impactan de manera significativa las cuencas hidrográficas y en estas, el flujo de los ríos, con severas consecuencias para las actividades antropológicas. Particularmente, la Cuenca entre los Ríos La Villa y Tonosí cuyo río principal es el Río Guararé, depende en gran medida del recurso hídrico para sus actividades y que se ven afectadas de acuerdo con el tipo de ENSO que enfrente la península. Los recursos hídricos del Río Guararé son cruciales para el desarrollo de cultivos de maíz, tomate, melón, sandía y cebolla. Un significativo porcentaje de estos cultivos, el 24%, están destinados a la exportación hacia Europa y los Estados Unidos [9]. Esto impulsa conocer los efectos globales del cambio climático sobre la cuenca del Río Guararé en los patrones de precipitación en los últimos cuarenta años.

2. MÉTODO

A. Análisis de los Datos de Precipitación y Descarga del Río Guararé.

La evaluación de precipitación de la Cuenca del Río Guararé se realizó utilizando data colectada en las estaciones meteorológicas administradas por el Instituto de Hidrología y Meteorología de Panamá para cuatro décadas, desde 1981 hasta 2020. La selección de las estaciones meteorológicas se realizó basada en la elevación de cada estación desde el punto más alto hasta el punto más bajo (cerca de la costa), como franjas de terreno para toda la cuenca, siendo escogidas las estaciones 126-010: Valle Rico (173 m.s.n.m.), 126-012: El Cañafístulo (140 m.s.n.m.) y 126-002: Pocrí (70 m.s.n.m.) (Fig. 1).

Los datos de precipitación fueron clasificados por estación y por evento de ENSO. La precipitación mensual fue calculada con la suma de los milímetros diarios de precipitación por mes y por estación. En cuanto a las estaciones, la clasificación se hizo de acuerdo a: estación seca, de Enero a Marzo; y estación lluviosa, de Abril a Diciembre [10][11]. En cuanto a la clasificación por evento de ENSO, se consideró el Índice Oceánico Niño (ONI, por sus siglas en inglés) del Centro de Predicción Climática del Servicio Nacional del Clima

de los Estados Unidos. Esta clasificación utiliza los índices de temperatura de la superficie del océano para definir los eventos como El Niño (identificado con el color naranja), una temporada Neutral (identificado con el color verde) y La Niña (identificado con el color azul).

Guarare River Watershed, Azuero, Panama.

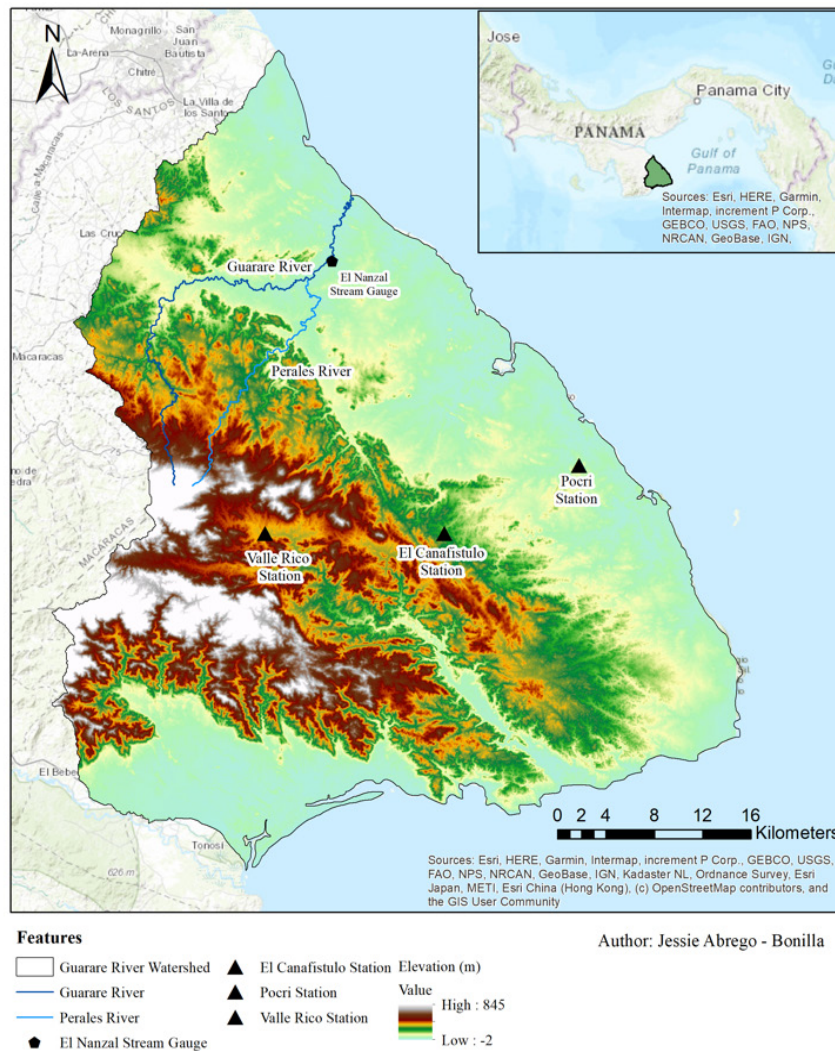


Fig. 1 Cuenca del Río Guararé: Elevación y Estaciones Meteorológicas

B. Método de Interpolación de Kriging utilizando modelado GIS.

Los datos utilizados para analizar los patrones de precipitación en la cuenca del Río Guararé fueron obtenidos desde estaciones meteorológicas con ubicaciones específicas. Por lo cual, se utilizó un método de interpolación geográfica que pudiese mostrar los cambios en la precipitación de acuerdo con la elevación e identificar las áreas en las cuales la

precipitación tiene mayor influencia sobre la descarga del Río. A través del Método de Interpolación de Kriging podemos predecir los valores de las variables en ubicaciones en las que no hay muestras de datos utilizando datos tomados en ubicaciones con características seleccionadas y definidas similares a las ubicaciones en las que se obtuvieron las muestras de datos [12]. La selección del método de interpolación espacial está basada en la Primera Ley de la Geografía que establece que existe una correlación entre las variaciones a lo largo de la distancia espacial [13][14]. De acuerdo con Meng et. Al (2013), para mejorar la predicción de los patrones de precipitación mediante una aproximación espacial realista de la elevación y precipitación en toda la cuenca, se utiliza el Método de Interpolación de Kriging a través de una Modelo de Elevación Digital (DEM) de la Cuenca del Rio Guarare [12].

3. RESULTADOS

A partir del Método de Interpolación de Kriging utilizando modelado GIS con base en el análisis de los datos de precipitación en la Cuenca del Río Guararé, se obtuvo los patrones de precipitación para la Cuenca del Río Guararé de acuerdo con las estaciones seca y lluviosa, y de acuerdo con el Fenómeno del Niño, periodo Neutral y La Niña. Los resultados son contundentes en mostrar los efectos de ENSO con mayor intensidad sobre las zonas costeras en comparación con los resultados para las zonas de mayor elevación en la Cuenca.

De manera similar, se puede observar que los patrones de precipitación durante el Fenómeno del Niño y los años neutrales son similares entre sí e inversos a los patrones mostrados durante el Fenómeno de La Niña.

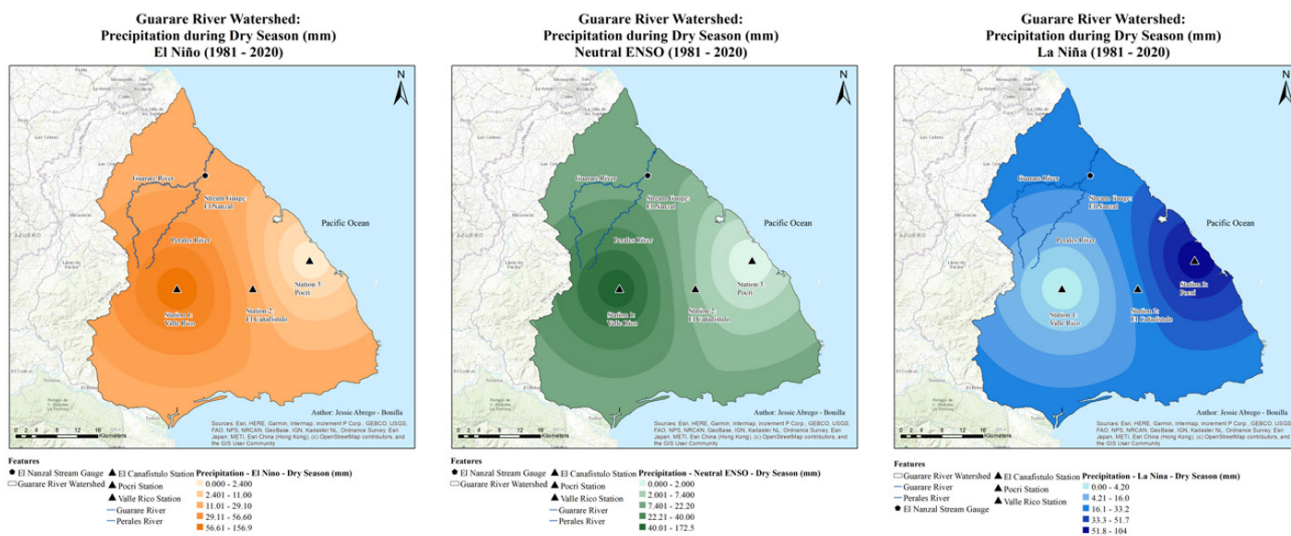


Fig. 2 Patrones de Precipitación durante la Estación Seca en la Cuenca del Río Guararé: a) Durante El Niño, b) Durante periodo Neutral, c) Durante La Niña.

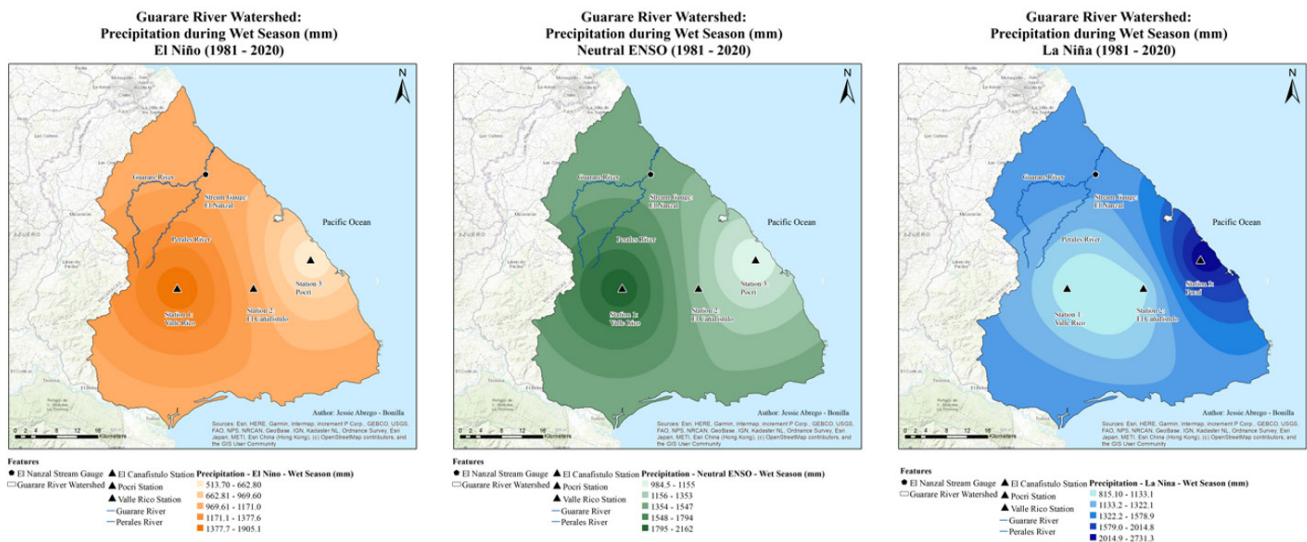


Fig. 3 Patrones de Precipitación durante la Estación Lluviosa en la Cuenca del Río Guararé: a) Durante El Niño, b) Durante periodo Neutral, c) Durante La Niña.

El rol de la precipitación en la descarga del Río Guararé se muestra en los hidrogramas a continuación:

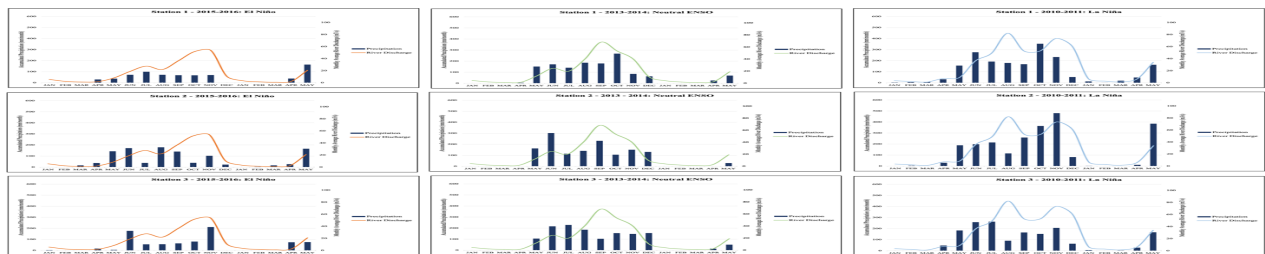


Fig. 4 Hidrogramas de Comparación entre la descarga del Río Guararé y los patrones de precipitación en las estaciones meteorológicas seleccionadas durante eventos diferentes de ENSO.

4. CONCLUSIONES

El Fenómeno del Niño ejerce una influencia significativa en los patrones de precipitación, los cuales varían de acuerdo con el tipo de evento ENSO. Particularmente, sus efectos más marcados son visibles sobre las zonas costeras. Por otra parte, los hidrogramas muestran el rol de la precipitación sobre el Río Guararé: ante una disminución en el volumen de la precipitación, una disminución en la descarga del Río. Para los años con evento de El Niño, es visible la participación de un tercer actor en el ciclo del agua que sustenta el caudal del

Río: las aguas subterráneas. Son las aguas subterráneas, el enfoque para investigaciones futuras sobre la misma cuenca.

REFERENCIAS

- [1] Comité de Alto Nivel de Seguridad Hídrica. (2016). Plan Nacional de Seguridad Hídrica 2015-2050. In Gobierno de la República de Panamá. <http://www.conagua.gob.pa/images/documentos/Plan/PRIMER-PLAN-NACIONAL-DE-SEGURIDAD-HIDRICA-DE-LA-REPUBLICA-DE-PANAMA.pdf>
- [2] Bennett, V. (2017). Agua Para Todos: In The Politics of Water. <https://doi.org/10.2307/j.ctt5hjn9.12>
- [3] Philander, S. G. (1983). El Niño Southern Oscillation Phenomena. *Nature*, 302. <https://doi.org/0028-0836>
- [4] Philander, S. G. (1999). A review of tropical ocean-atmosphere interactions. In *Tellus, Series B: Chemical and Physical Meteorology* (Vol. 51, Issue 1 SPEC. ISS., pp. 71–90). Blackwell Munksgaard. <https://doi.org/10.1034/j.1600-0889.1999.00007.x>
- [5] Corredor-Acosta, A., Acosta, A., Gaspar, P., & Calmettes, B. (2011). Variation in the Surface Currents in the Panama Bight During El Niño and La Niña Events From 1993 To 2007. *Boletín de Investigaciones Marinas y Costeras*, 40, 33–56. <https://doi.org/10.25268/BIMC.INVEMAR.2011.40.0.127>
- [6] Estoque, M. A., Luque, J., Chandeck - Monteza, M., & Garcia, J. (1985). Effects Of El Nino on Panama Rainfall. *International Geophysics - Mexico*, 24(3), 355–381.
- [7] Olmedo, B. (2015). Estado Actual de las Condiciones el Oceano Pacifico y su Posible Evolucion durante el año 2015-2016. http://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/analysis_monitoring/lanina/enso_evolutionstatu
- [8] Castillo, J., & Patiño, A. (2012). Diagnóstico y propuesta de desarrollo sostenible del Arco seco de Panama,2012. <https://docplayer.es/48305299-Informe-final-diagnostico-y-propuesta-de-desarrollo-sostenible-del-arco-seco-de-panama-registro-no-vip-preparado-por.html>
- [9] Instituto Nacional de Estadísticas y Censos de la Contraloría General (Panamá). (2011). Informe Metodológico del VII Censo Nacional Agropecuario de Panamá.
- [10] ANAM. (2011). Plan Nacional de Gestión Integrada de Recursos Hídricos de la República de Panamá 2010-2030. <http://extwprlegs1.fao.org/docs/pdf/pan118989anx.pdf>
- [11] Ruiz De Leon, I. (2012). Linea Base: Diagnóstico Biofísico, socioeconómico y potencial energético de la Cuenca Hidrografica entre los rios Tonosi y La Villa - Guarare (#126).
- [12] Meng, Q., Liu, Z., & Borders, B. E. (2013). Assessment of regression kriging for spatial interpolation - Comparisons of seven GIS interpolation methods. *Cartography and Geographic Information Science*, 40(1), 28–39. <https://doi.org/10.1080/15230406.2013.762138>
- [13] Miller, H. J., & Miller, H. J. (2018). Tobler' s First Law and Spatial Analysis. *Annals of the Association of American Geographers*, 94(2), 284–289.
- [14] Tobler, W. R. (1970). A Computer Movie Simulating Urban Growth in the Detroit Region. *Economic Geography*, 46, 234. <https://doi.org/10.2307/143141>

AUTORIZACIÓN Y LICENCIA CC

Los autores autorizan a APANAC XIX a publicar el artículo en las actas de la conferencia en Acceso Abierto (Open Access) en diversos formatos digitales (PDF, HTML, EPUB) e integrarlos en diversas plataformas online como repositorios y bases de datos bajo la licencia CC:

Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International (CC BY-NC-SA 4.0) <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>.

Ni APANAC XIX ni los editores son responsables ni del contenido ni de las implicaciones de lo expresado en el artículo.

APLICACIÓN DE HEC-HMS PARA LA PREDICCIÓN DE INUNDACIONES EN LA CUENCA DEL RÍO LA VILLA

Concepción, Erick

Universidad Tecnológica de Panamá
Panamá, Panamá
erick.concepcion@utp.ac.pa

Hooper, Mauricio

Universidad Tecnológica de Panamá
Panamá, Panamá
mauricio.hooper@utp.ac.pa

Abstract

Flood events are natural events that consist of the overflow of water from its natural channel. Throughout its history, Rio La Villa basin has witnessed continuous flooding events that mainly affect the cities of Chitre and La Villa de Los Santos, and for which no hydrological information is available. In order to evaluate flood events in Rio La Villa basin, HEC-HMS model was adopted for the development of an event-based hydrological model of the basin. The evaluation of the model focused on the Nash Sutcliffe and R^2 efficiency statistical parameters. The hydrological model developed was used for the forecast of flood events based on synthetic rainfall designed based on intensity-duration-frequency curves for return periods of 10, 20, 50 and 100 years. It was found that the maximum magnitudes of the flood hydrographs were 1050.40 m³/s, 1222.60 m³/s, 1454.10 m³/s y 1627.10 m³/s, respectively. The results found in this research can be used for studies of the hydraulic behavior of the river during flood events and the projection of the extensions of such events.

Keywords: Hydrologic model, HEC-HMS, flood, precipitation, flood forecasting.

Resumen

Los eventos de inundación son eventos naturales que consisten en el desbordamiento de las aguas de su encauzamiento natural. A lo largo de la historia, la cuenca del Río La Villa ha sido testigo de continuos eventos de inundación cuya afectación principal se encuentra entre las ciudades de Chitré y La Villa de Los Santos, y para los cuales no se cuenta con información hidrológica. Con el objetivo de evaluar los eventos de inundación en la cuenca del Río La Villa, se adoptó el modelo HEC-HMS para el desarrollo de un modelo hidrológico basado en eventos de la cuenca. La evaluación del modelo se enfocó en los parámetros

estadísticos de eficiencia Nash Sutcliffe y R^2 . El modelo hidrológico desarrollado fue utilizado para la predicción de eventos de inundación basado en lluvias sintéticas diseñadas en base a curvas de intensidad-duración-frecuencia para periodos de retorno de 10, 20, 50 y 100 años. Se encontró que las magnitudes máximas de los hidrogramas de inundación fueron de 1050.40 m³/s, 1222.60 m³/s, 1454.10 m³/s y 1627.10 m³/s, respectivamente. Los resultados encontrados en esta investigación pueden ser utilizados para estudios del comportamiento hidráulico del río durante eventos de inundación y la proyección de las extensiones de dichos eventos.

Palabras claves: Modelo hidrológico, HEC-HMS, inundación, precipitación, predicción de inundación.

1. INTRODUCCIÓN

La cuenca del Río La Villa, identificada como la cuenca 128 en la República de Panamá. Se ubica en la Península de Azuero entre las provincias de Herrera y Los Santos; entre las coordenadas 8° 30' y 8° 00' de latitud norte, y 80° 12' y 80° 50' de latitud oeste. La precipitación media anual registrada es de 1751.68 mm, de acuerdo con los registros del periodo comprendido entre 1972 y 2008; donde se identifica febrero como el mes de menor lluvia y octubre como el mes más lluvioso. Dentro de la cuenca encontramos una topografía con una elevación media de 135 msnm. Su punto de mayor elevación es el cerro Cacarañado, que se encuentra en el distrito de las minas con una elevación de 982 msnm [1].

Los eventos de inundación son eventos naturales que consisten en el desbordamiento de las aguas de su encauzamiento natural. Son reconocidos a nivel mundial por ser la causa de una gran cantidad de pérdidas de carácter social y económico. Además, son considerados como uno de los eventos naturales de mayor frecuencia e impacto [2]. A lo largo de la historia, la cuenca del Río La Villa ha sido testigo de continuos eventos de inundación los cuales se presentan en la cuenca baja entre las Ciudades de Chitré y La Villa de Los Santos, siendo esta la zona más vulnerable ante los efectos de este desastre natural.

Actualmente se carece de información relacionada con el comportamiento hidrológico de la cuenca ante eventos de inundación, como caudales máximos o hidrogramas de inundación. Por lo tanto, es imperante evaluar el comportamiento de la cuenca ante los eventos de inundación y buscar la posibilidad de poder predecirlos. A través de esta investigación se evaluó el comportamiento hidrológico de la cuenca ante los eventos de inundación utilizando un modelo matemático. Se adoptó el modelo hydrologic engineering center – hydrologic modeling system (HEC-HMS, por sus siglas en inglés), desarrollado por el cuerpo de ingenieros del ejército de Estados Unidos, para el desarrollo de un modelo hidrológico basado en eventos. Dicho modelo se utilizó para predecir los hidrogramas de

inundación para periodos de retorno de 10, 20, 50 y 100 años, para la cuenca baja del Río La Villa.

2. MÉTODO

A. Datos Meteorológicos e hidrológicos

El desarrollo de un modelo hidrológico requiere del procesamiento previo de datos meteorológicos e hidrológicos. Durante este proceso se realiza la validación y relleno de los datos. Para el desarrollo del modelo hidrológico se obtuvieron datos del Instituto de Meteorología e Hidrología de Panamá (IMHPA) e Instituto de Innovación Agropecuaria de Panamá (IDIAP). Los datos obtenidos están distribuidos espacialmente como se observa en (Figura 1, A).

Se obtuvieron nueve estaciones con datos de precipitación dentro y fuera de la cuenca del Río La Villa; además de datos hidrológicos de dos estaciones ubicadas en el Río La Villa, correspondientes a las estaciones de Macaracas y Atalayita. Estos datos fueron suministrados por el IMHPA en una resolución diaria para un periodo de 12 años que abarcaba desde 1997 hasta 2012. Por otro lado, se obtuvieron datos de precipitación de diez estaciones meteorológicas del IDIAP. Estos datos fueron suministrados del año 2016 hasta el año 2022. Los datos que se obtuvieron cuentan con una resolución de 10 y 15 minutos. Para determinar la influencia de cada una de las estaciones consideradas se utilizó la metodología de polígonos de Thiessen, de manera que se seleccionaron solo aquellas estaciones que tuvieran influencia sobre el área de la cuenca del Río La Villa en estudio.

B. Datos de Suelo

Para determinar los parámetros dentro de la modelación hidrológica fue necesario tomar en consideración información de suelo del área de estudio. Se utilizó el mapa de uso de suelo del Ministerio de Ambiente del año 2021 y el mapa de capacidad hidrológica del suelo derivado del conjunto de datos mallado de grupos hidrológicos del suelo globales para la modelación de la escorrentía por el método de número de curva (HYSOGs250m) [3]. Este producto fue desarrollado por la Administración Nacional de Aeronáutica y el Espacio (NASA, por sus siglas en inglés) como apoyo para la modelación de la escorrentía por medio del método de número de curva. Dicho producto tiene una extensión global a una resolución de celdas de 250 metros.

Por otro lado, fue utilizado un Modelo Digital de Terreno (DEM, por sus siglas en inglés) con resolución de 5m del Instituto Geográfico Tommy Guardia; este fue necesario para la definición geomorfológica de la cuenca y el preprocesamiento de la cuenca.

C. Modelo HEC-HMS

Se desarrolló el modelo hidrológico en base a la representación de eventos de inundación. Inicialmente, se seleccionaron los eventos que serían tomados en consideración en base a un umbral. Este fue definido como el promedio de los eventos máximos de cada uno de los años con datos. El procedimiento se llevó a cabo para la estación hidrológica de Macaracas y Atalayita. De esta manera fueron seleccionados cinco eventos de inundación para el proceso de desarrollo, donde tres eventos fueron utilizados para el proceso de calibración y dos eventos para el proceso de validación.

Se utilizó el modelo matemático HEC-HMS, con el cual se desarrolló un modelo hidrológico conceptual de precipitación-escorrentía. El proceso de creación inició con el delineamiento de la cuenca utilizando las herramientas de sistemas de información geográfico (SIG) de delineamiento dentro de HEC-HMS. Esta herramienta consiste en una serie de procesos fundamentados en el procesamiento del DEM para la generación del delineamiento y configuración del modelo de la cuenca en estudio. Se desarrolló un modelo compuesto de nueve subcuencas y cinco tramos de río como se aprecia en (Figura 1, B).

Dentro del desarrollo del modelo hidrológico de la cuenca se tomaron en consideración los siguientes procesos para la representación del ciclo hidrológico. Método de pérdidas se utilizó el número de curva, método de caudal base se utilizó el método de recesión, método de transformación se utilizó el diagrama unitario de Clark y como método de tránsito de caudal se utilizó Muskingum. El proceso de desarrollo culminó con los procesos calibración y validación de cada uno de los parámetros de los procesos considerados dentro del modelo.

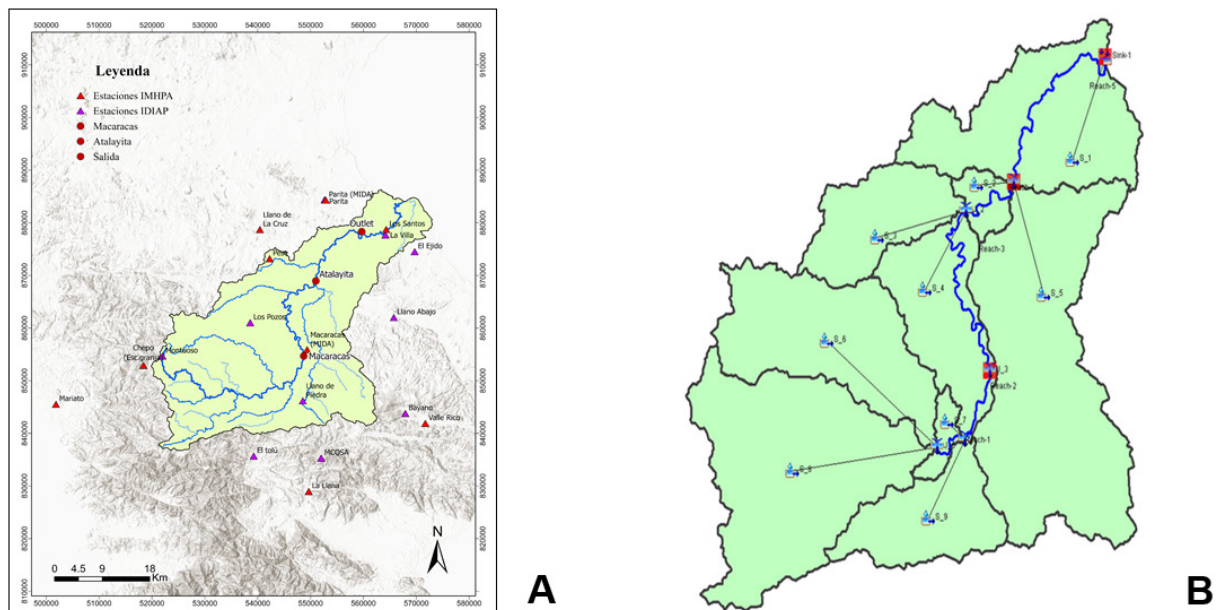


Figura 1. Metodología de desarrollo de modelo hidrológico. A) Distribución espacial de estaciones meteorológicas e hidrológicas. B) Modelo hidrológico HEC-HMS de la cuenca del Río La Villa.

D. Predicción de eventos de inundación

La predicción de los eventos de inundación para los periodos de retorno de interés se realizó confeccionando hietogramas sintéticos para cada uno de estos. Se adoptó la metodología de bloques alternos de Chow con una distribución temporal media. Los datos de profundidad de precipitación fueron extraídos de la curva de intensidad-duración-frecuencia (IDF) de la cuenca de los ríos entre Antón y Caimito en base a la reglamentación nacional. Cada uno de estos hietogramas fue confeccionado dentro del modelo HEC-HMS utilizando la herramienta de tormenta de frecuencia. Esta herramienta permite definir un evento de precipitación para un tiempo de retorno definido. La tormenta generada tendrá una duración y un punto máximo en el hietograma especificado por el usuario. La duración podrá ser de 1, 2, 3, 6, 12 horas, 1, 2, 4, 7 y 10 días y la ubicación del punto máximo se especifica en base al inicio de la tormenta y puede ser a 25, 33, 50, 67 o 75% [4]. Para nuestra investigación utilizamos la herramienta para definir los hietogramas de 10, 20, 50 y 100 años, para una duración de 1 día y con un punto máximo del hietograma de 50%.

4. RESULTADOS

A. Calibración

El objetivo de este proceso fue ajustar los valores simulados del modelo a los valores observados en las estaciones hidrológicas de la cuenca. Fueron utilizados tres puntos de calibración. Estación de Macaracas para cuenca alta, estación de Atalayita para cuenca media y la salida del modelo para la cuenca baja. Los datos observados para la salida del modelo fueron extrapolados de la estación de Atalayita utilizando el método de relación área-precipitación-caudal. Este proceso se realizó considerando que no se contaba con estaciones hidrológicas en el Río La Villa aguas abajo de la estación de Atalayita del IMHPA. El proceso de calibración inició por los parámetros de número de curva del método de pérdidas y el coeficiente de almacenamiento del método de transformación, ya que estos parámetros fueron identificados como los de mayor sensibilidad. El proceso culminó de manera satisfactoria mediante la utilización de la herramienta de optimización del HEC-HMS, la cual permite evaluar el comportamiento del modelo y determinar los parámetros óptimos. La evaluación del modelo se realizó considerando los estadísticos de eficiencia Nash Sutcliffe, R^2 , PBIAS y RSR, haciendo mayor énfasis en los dos primeros y considerando las recomendaciones de Moriasi et al [5]. Una vez finalizado este procedimiento, cada uno de los parámetros de los procesos tomados en consideración estaban ajustados para representar la respuesta hidrológica de la cuenca con estadísticos de eficiencia Nash Sutcliffe y R^2 promedio de 0.793 y 0.902, respectivamente.

B. Validación

La validación consistió en la verificación de los parámetros seleccionados para cada uno de los procesos considerados dentro del modelo. Este proceso se realizó utilizando los dos eventos de inundación restantes. La evaluación se realizó considerando los mismos estadísticos que fueron considerados durante el proceso de calibración. Los resultados de la modelación hidrológica fueron satisfactorios, con estadísticos de eficiencia Nash Sutcliffe y R^2 promedio de 0.769 y 0.865, respectivamente. Estos valores fueron tomados como aceptables para el objetivo de la investigación.

Hidrogramas de inundación

Una vez calibrado y validado el modelo hidrológico, se realizó la predicción de eventos de inundación. Se obtuvieron los resultados a partir de la simulación de los hietogramas diseñados para los periodos de retorno de 10, 20, 50 y 100 años. Se generaron los hidrogramas correspondientes a la respuesta hidrológica de la cuenca baja para estos eventos extremos como se aprecia en (Figura 2). De esta manera se generaron cuatro hidrogramas de inundación. Se determinó que las magnitudes máximas de estos eventos fueron de 1050.40 m³/s, 1222.60 m³/s, 1454.10 m³/s y 1627.10 m³/s.

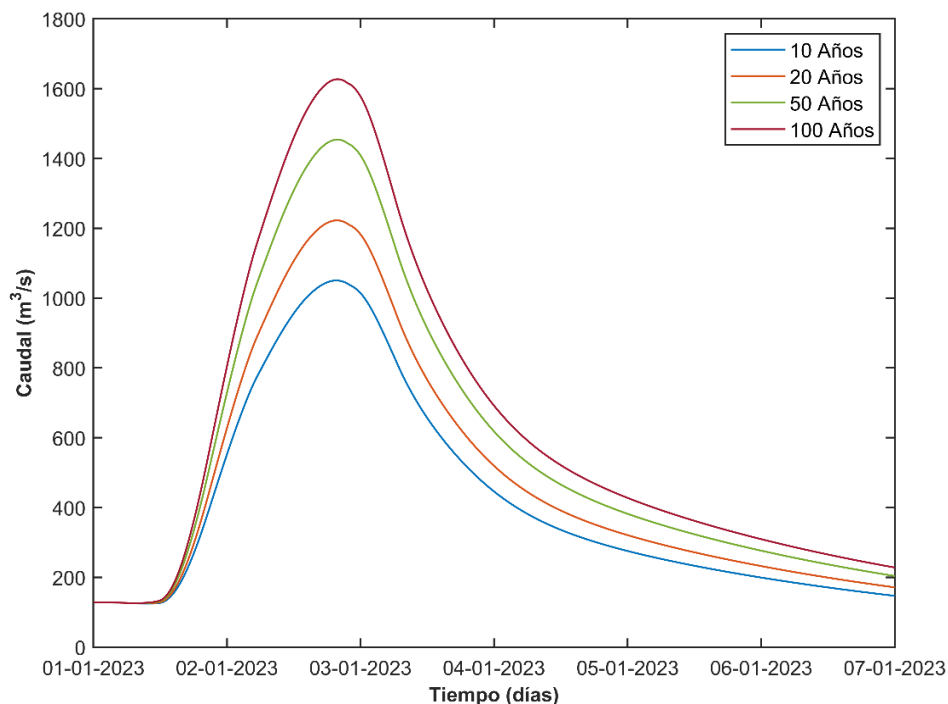


Figura 2. Predicción de eventos de inundación para periodos de retorno de 10, 20, 50 y 100 años en la cuenca del Río La Villa.

4. CONCLUSIONES

El desarrollo de este modelo hidrológico de la cuenca del Río La Villa permitió conocer las condiciones meteorológicas, uso de suelo y topografía que toman acción al momento de estudiar el ciclo hidrológico de la cuenca. A través del proceso de desarrollo del modelo hidrológico basado en eventos, utilizando HEC-HMS, se determinó el comportamiento hidrológico de la cuenca del Río La Villa mediante los procesos de calibración y validación. Se determinaron los hidrogramas correspondientes a los periodos de retorno de 10, 20, 50 y 100 años para la cuenca del Río La Villa, los cuales tuvieron una magnitud máxima de 1050.40 m³/s, 1222.60 m³/s, 1454.10 m³/s y 1627.10 m³/s. Los resultados encontrados en esta investigación pueden ser utilizados para estudios del comportamiento hidráulico del río durante eventos de inundación y la proyección de las extensiones de dichos eventos mediante un estudio hidráulico de planicies de inundación.

REFERENCIAS

- [1] CATHALAC, & Mi Ambiente. (2018). Estado Actual de la Disponibilidad del Agua en las Cuencas Hidrográficas del los Río La Villa (128), Santa María (132) y Grande (134).
- [2] Teng, J., Jakeman, A. J., Vaze, J., Croke, B. F. W., Dutta, D., & Kim, S. (2017). Flood inundation modelling: A review of methods, recent advances and uncertainty analysis. *Environmental Modelling & Software*, 90, 201–216. <https://doi.org/10.1016/j.envsoft.2017.01.006>
- [3] Ross, C. W., Prihodko, L., Anchang, J., Kumar, S., Ji, W., & Hanan, N. P. (2018). HYSOGs250m, global gridded hydrologic soil groups for curve-number-based runoff modeling. *Scientific Data*, 5(1), 180091. <https://doi.org/10.1038/sdata.2018.91>
- [4] Bartles, M. (2022). HEC-HMS Hydrologic Modeling System - User's Manual Version 4.10.
- [5] Moriasi, D. N., Zeckoski, R. W., Arnold, J. G., Baffaut, C., Malone, R. W., Daggupati, P., Guzman, J. A., Saraswat, D., Yuan, Y., Wilson, B. N., Shirmohammadi, A., & Douglas-Mankin, K. R. (2015). Hydrologic and Water Quality Models: Key Calibration and Validation Topics. *Transactions of the ASABE*, 58(6), 1609–1618. <https://doi.org/10.13031/trans.58.11075>

AUTORIZACIÓN Y LICENCIA CC

Los autores autorizan a APANAC XIX a publicar el artículo en las actas de la conferencia en Acceso Abierto (Open Access) en diversos formatos digitales (PDF, HTML, EPUB) e integrarlos en diversas plataformas online como repositorios y bases de datos bajo la licencia CC:

Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International (CC BY-NC-SA 4.0) <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>.

Ni APANAC XIX ni los editores son responsables ni del contenido ni de las implicaciones de lo expresado en el artículo.

Aplicación de isótopos ambientales para determinar zonas de recarga en el complejo sistema acuífero de la subcuenca del río Zaratí

González-González, Alexandra

Universidad Tecnológica de Panamá, Facultad de Ingeniería Civil
Panamá, Panamá

alexandra.gonzalez1@utp.ac.pa

Fábrega-Duque, José

Universidad Tecnológica de Panamá
Panamá, Panamá

Jose.fabrega@utp.ac.pa

ORCID: 0000-0003-1536-0386

Adar, Eilon

Ben Gurion University
Israel, Israel

eilon@bgu.ac.il

Atencio, Betzabé

Ben Gurion University
Israel, Israel

betzabe.atencio24@gmail.com

Abstract

The city of Penonome and its municipalities are facing an increase in water demand due to population growth. To address this need, excessive exploitation of groundwater has been used as a temporary solution without a view to sustainable management of these waters in the Zarati River sub-basin. For this reason, the need arises to identify recharge areas as a first step to identify the origin of these waters through the measurement and spatial distribution of stable isotopes (^{18}O and 2H). These allowed us to identify different recharge areas, one to the NE, corresponding to the middle and upper part, and another to the NW of the lower part, which should be designated for conservation.

Key words: Hidrogeología, isótopos estables, zonas de recarga

Resumen

La ciudad de Penonomé y sus municipalidades enfrentan un incremento en la demanda de agua debido al crecimiento poblacional. Para abordar esta necesidad, se ha recurrido a una explotación excesiva de agua subterránea como una solución temporal sin miras a una gestión sostenible de estas aguas en la subcuenca del río Zarati. Por esta razón surge la necesidad de identificar las zonas de recarga como primer paso para identificar el origen de estas aguas a través de la medición y distribución espacial de isótopos estables (^{18}O y ^2H). Estos permitieron identificar diferentes áreas de recarga una al NE correspondiendo a la parte media y alta; y otro al NO de la parte baja, las cuales deben ser destinadas para su conservación.

Palabras claves: Hidrogeología, isótopos estables, zonas de recarga

1. INTRODUCCIÓN

El conocimiento de las zonas de recarga del sistema acuífero de la subcuenca del río Zarati (SRZ) es vital para la implementación de estrategias para la gestión y conservación de los recursos hídricos, que podrían asegurar el agua subterránea para esta región. La ciudad de Penonomé y sus municipalidades se enfrentan a un aumento de la demanda de agua debido a la creciente población, el turismo, auge agrícola e industrial y para solventar esta necesidad se ha optado por una explotación excesiva de agua subterránea como una medida paliativa sin miras a una gestión sostenible de las mismas, por esta razón surge la necesidad de identificar las zonas de recarga como primer paso para lograr una comprensión de estas aguas [1]–[3].

Determinar zonas de recarga a partir de técnicas físicas requiere de grandes volúmenes de mediciones directas y de data hidrometeorológica para evaluar un sistema acuífero y en regiones como la SRZ este tipo de información es escaso, lo que dificulta la aplicación de estos métodos. Hasta el momento se han desarrollado modelos conceptuales integrando información existente sobre geología, estratigrafía, hidrología y clima para simplificar el comportamiento hidrogeológico, pero el nivel de detalle es muy general para poder explicar procesos tan complejos como las zonas de recarga [4]. Por esta razón en este estudio se utilizan los isótopos estables como una alternativa frente a los métodos físicos, que permite conceptualizar cualitativa y cuantitativamente las zonas de recargas. Al estar inmersos en el ciclo hidrológico de forma natural, permiten rastrear el origen de las aguas subterráneas teniendo como referencia la precipitación local. El comportamiento general de los isótopos estables Oxígeno $\delta^{18}\text{O}$ (‰) y Deuterio $\delta^2\text{H}$ (‰) es que se encuentren valores muy negativos o empobrecidas en las regiones montañosas y valores más positivos o enriquecidos a medida que se aproximan a la costa [5].

2. MÉTODO

Se colectaron 79 muestras de agua de las cuales 15 corresponden a manantiales y 54 a pozos distribuidos espacialmente dentro de la SRZ y sus alrededores, además de 10 a muestras de agua superficial del río Zaratí. Las mismas fueron filtradas con filtros de 0.22 micras y almacenadas en viales de 2 ml, procurando evitar la evaporación. En campo se midieron parámetros como: Conductividad eléctrica (uS/m), oxígeno disuelto (mg/l), temperatura (°C) y nivel piezométrico (m).

Las muestras fueron analizadas con el espectrómetro Picarro isotópico H₂O-CRDS (Cavity Ring-Down Spectroscopy) en los laboratorios de análisis de agua del Zuckerberg Institut of Water Research, Israel. Los valores obtenidos de $\delta^{18}\text{O}$ (‰) y $\delta^2\text{H}$ (‰) se representaron gráficamente a lo largo de la Línea de agua meteórica global (GMWL) y la Línea de agua meteórica local (LMWL) [6] proporcionando información sobre su origen. Las firmas isotópicas se analizaron espacialmente a través de la interpolación IDW, en Arcgis Pro. Además, se elaboró una aproximación del flujo de las aguas subterráneas a partir de mediciones puntuales de niveles piezométricos tomadas en campo y de registros encontrados en otros estudios.

3. RESULTADOS

La grafica de relación $\delta^{18}\text{O}$ vs $\delta^2\text{H}$ en la figura 1, indica que todas las aguas muestreadas son de origen meteórico debido a su cercanía a la línea meteórica local (LMWL), además sugiere al menos dos distintas fuentes contribuyen a la composición de las aguas subterráneas en la cuenca de Zaratí.

La subcuenca de Zaratí se encuentra dentro del área de influencia del Volcán el Valle de Antón y se encuentran aguas termales, sin embargo, se identifican dos tipos de aguas termales, el primero se refiere a los pozos termales dentro de la caldera (circulo morado figura 1), estas corresponden a un acuífero confinado que se recarga de agua meteórica a través de las fisuras de los domos: Cerro Gaital, Pajita, Caracoral, y además se mezcla con agua termal de un acuífero más profundo [7], [8]. Por otro lado, se encuentran aguas termales con alta salinidad (>8mS/cm), señaladas en el circulo naranja de la figura 1, con valores isotópicos enriquecidos que afloran aproximadamente a 20 km de la caldera de El Valle, en el corregimiento de Pajonal, este grupo pertenece a un acuífero profundo sometido a 600°C, este proceso geotérmico altera la composición isotópica de las aguas termales haciendo que estas sean altamente enriquecidas en isótopos pesados, por esto se encuentran muy alejadas de la línea meteórica local.

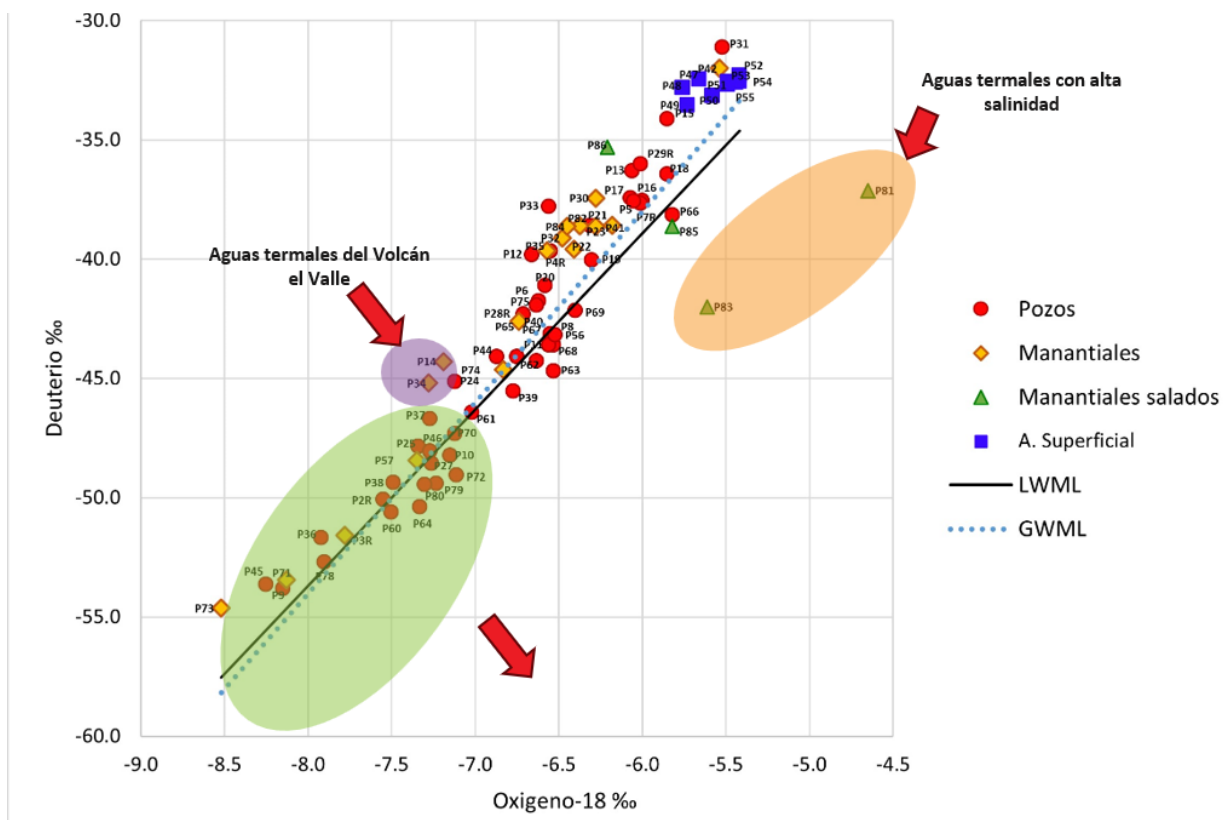


Figura 1. Relación isotópica entre $d^{18}O$ y d^2H de las diferentes tipos de fuentes y las líneas meteoricas local en color negro [6] y la meteorica global en color azul (Craig, 1961)

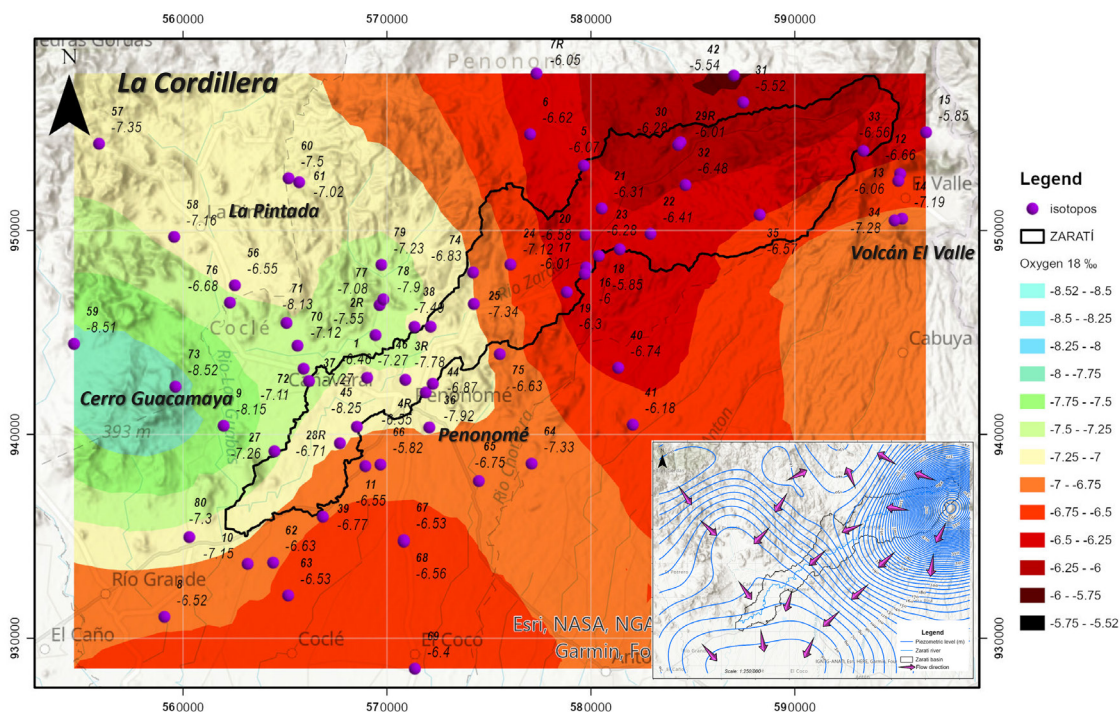


Figura 2. Distribución espacial de las firmas isotópicas en Zarati.

Los valores en tonos claros corresponden a isótopos empobrecidos y los tonos oscuros a isótopos enriquecidos. Las flechas indican la dirección del flujo subterráneo.

El mapa con la distribución espacial de las firmas isotópicas del δ^{18} sobre Zaratí (figura 2) ilustra que los valores empobrecidos (circulo verde figura 1) se localizan en la cuenca baja. Este comportamiento sugiere que la recarga de la cuenca baja proviene directamente de las montañas de la Cordillera Central y del Cerro Guacamaya. Lo anterior coincide con la dirección general del flujo de agua subterránea en la figura 2, que indica un aporte en dirección NO-S. Generalmente, se puede decir que los flujos subterráneos de Zaratí, al igual que la región de Coclé, fluyen directamente desde la Cordillera Central hacia la base del escurrimiento en forma de abanico

4. CONCLUSIONES

Se determinaron dos tipos de aguas termales en el área de estudio, unas localizadas únicamente en la caldera del Volcán El Valle de Antón, que se consideran una mezcla de agua recargada directamente de la precipitación y mezclada con aguas más profundas cercanas a la cámara magmática. Las otras aguas termales son salobres y con diferente composición isotópica porque estas emanan directamente del acuífero profundo que está en contacto con la cámara magmática.

La cuenca baja de Zaratí, es una zona de mezcla de dos áreas de recarga, la primera proveniente de la parte alta y la segunda con origen en las montañas de la Cordillera y el Cerro Guacamaya.

Las direcciones de flujo subterráneo coinciden con los patrones isotópicos encontrados. Dirección Noreste-Sudoeste (NE-SO) y Noroeste-Sur (NO-S), con algunas desviaciones hacia el Norte de la parte alta.

Las áreas de recarga identificadas en este estudio requieren prioridad en cuanto a protección por parte de las autoridades competentes para procurar la seguridad del recurso subterráneo.

REFERENCIAS

- [1] M. Lorenzo, E. Sanchez, M. Munoz, J. Fabrega, J. A. Leiva, and M. G. Castellon, "Groundwater Budget of the Zaratí River Sub-Catchment," Proc. - 2022 8th Int. Eng. Sci. Technol. Conf. IESTEC 2022, pp. 567–574, 2022, doi: 10.1109/IESTEC54539.2022.00095.
- [2] J. O. Noel Amaya, J. Fábrega Duque, and M. G. Casstrellón, "Identificación de áreas de recarga a través de un modelo hidrológico en la región del Arco Seco de Panamá," 2805-1807, pp. 251–256, Jun. 2021, doi: 10.33412/APANAC.2021.3193.
- [3] W. del C. González, "Manejo y protección de zonas de recarga hídrica y fuentes de agua para

- consumo humano en la subcuenca del río Zaratí, Panamá.,” pp. 1–175, 2011, [Online]. Available: <http://repositorio.bibliotecaorton.catie.ac.cr/handle/11554/2932>
- [4] C. W. Andries, T. Kanyerere, S. Israel, and M. Butler, “The application of environmental isotopes to conceptualize groundwater recharge in a coastal aquifer system: Case study of the West Coast Aquifer System, South Africa,” *Phys. Chem. Earth*, vol. 124, no. February, p. 102995, 2021, doi: 10.1016/j.pce.2021.102995.
- [5] P. Cook, *Introduction to Isotopes and Environmental Tracers as Indicators of Groundwater Flow*. Guelph, Ontario, Canada, 2020. doi: 10.21083/978-1-7770541-8-2.
- [6] A. Caballero, “Exploración de aguas subterráneas en el Arco Seco de Panamá (Sector de Las Tablas) mediante métodos geofísicos,” Jan. 2010, Accessed: Apr. 28, 2023. [Online]. Available: <https://diposit.ub.edu/dspace/handle/2445/64879#.ZEsuAn4AleM.mendeley>
- [7] E. Martínez and R. Rodríguez, “Diseño de un modelo para crear un Geoparque en El Valle de Antón.,” Universidad Tecnológica de Panamá, 2017.
- [8] H. Sandoval, T. Destro, R. Rodríguez, E. Martínez, E. Gutiérrez, and Y. Solís, “Study and description of the Soap Stone of Pajonal,” *Proc. - 2022 8th Int. Eng. Sci. Technol. Conf. IESTEC 2022*, pp. 733–739, 2022, doi: 10.1109/IESTEC54539.2022.00120.

AUTORIZACIÓN Y LICENCIA CC

Los autores autorizan a APANAC XIX a publicar el artículo en las actas de la conferencia en Acceso Abierto (Open Access) en diversos formatos digitales (PDF, HTML, EPUB) e integrarlos en diversas plataformas online como repositorios y bases de datos bajo la licencia CC:

Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International (CC BY-NC-SA 4.0) <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>.

Ni APANAC XIX ni los editores son responsables ni del contenido ni de las implicaciones de lo expresado en el artículo.

Caracterización hidroquímica de las aguas subterráneas en la subcuenca del río Zaratí

González-González, Alexandra

Universidad Tecnológica de Panamá, Facultad de Ingeniería Civil
Panamá, Panamá
alexandra.gonzalez1@utp.ac.pa

Fábrega-Duque, José

Universidad Tecnológica de Panamá
Panamá, Panamá
ORCID: 0000-0003-1536-0386
Jose.fabrega@utp.ac.pa

Adar, Eilon

Ben Gurion University
Israel, Israel
eilon@bgu.ac.il

Atencio, Betzabé

Ben Gurion University
Israel, Israel
betzabe.atencio24@gmail.com

Abstract

In Panama, we do not know the delimitations and types of aquifers we have, specifically in the Arco Seco region, which is one of the areas with the greatest use of groundwater resources. Given the limitations of available information, this study developed a chemical characterization of groundwater in the Zaratí River sub-basin, in the province of Coclé, to illuminate the dynamics of the aquifer or aquifers found within this sedimentary basin. The classification of groundwater according to Piper's diagram reveals three facies: for groundwater as Ca-Na-HCO₃, surface water as Na-Ca-HCO₃, indicating that they are recent waters and thermal waters of El Valle de Antón with the Na-Ca-Cl facies coming from a deep aquifer. Water quality is generally good, with the exception of a few wells in the north of the sub-basin with concentrations >10 mg/l. Cluster analysis classified the wells into three groups based on their hydrogeochemical physiognomies.

Key words: Hydrogeology, water chemistry, aquifers

Resumen

En Panamá desconocemos las delimitaciones y tipos de acuíferos con los que contamos, específicamente en la región del Arco Seco, la cual es una de las zonas con mayor uso de recursos subterráneos. Ante las limitaciones de información disponible, este estudio desarrollo una caracterización química de las aguas subterráneas de la subcuenca del río Zaratí, en la provincia de Coclé, para iluminar la dinámica del o los acuíferos que se encuentran dentro de esta cuenca sedimentaria. La clasificación de aguas subterráneas según el diagrama de Piper revela tres facies: para las aguas subterráneas de tipo Ca-Na-HCO₃, las superficiales como Na-Ca-HCO₃, indicando que son aguas recientes y aguas termales de El Valle de Antón con la facie Na-Ca-Cl provenientes de un acuífero profundo. Generalmente la calidad de las aguas es buena, a excepción de algunos pozos al norte de la subcuenca con concentraciones >10 mg/l. El análisis de conglomerados clasificó los pozos en tres grupos en función de sus fisonomías hidrogeoquímicas.

Palabras claves: Hidrogeología, química del agua, acuíferos

1. INTRODUCCIÓN

De acuerdo con el mapa geológico de Panamá, la subcuenca del río Zaratí y sus alrededores está dada por formaciones sedimentarias y volcánicas. En la parte alta, el agua subterránea se encuentra almacenada en rocas volcánicas ígneas, donde se encuentran las zonas de recarga. Mientras que en la parte baja el agua se almacena en rocas volcánicas de buena permeabilidad y por encima de esta una formación sedimentaria, considerándose el área de descarga debido a que los niveles freáticos son muy someros[1], [2].

Se han desarrollado estudios puntuales en la subcuenca baja de Zaratí a partir de evaluaciones físicas y geológicas, permitiendo entender el comportamiento del sistema [2], [3]. Sin embargo, los resultados muestran un complejo sistema acuífero, heterogéneo y anisotrópico debido a las diferentes capas de materiales volcánicos y sedimentarios producto de las distintas erupciones del Volcán El Valle de Antón [4].

Frente a la complejidad del sistema se optó por evaluarlo desde el punto de vista de la hidroquímica, ya que a medida que el agua pasa a través de sus vías de recarga hasta los de descarga, varios tipos de procesos hidrogeoquímicos alteran el estado físico y propiedades químicas de las aguas subterráneas, arrojando información que permite describir la dinámica de las aguas e identificar posibles subunidades acuíferas.

2. MÉTODO

Se colectaron 79 muestras de agua de las cuales 15 corresponden a manantiales y 54 a

pozos, distribuidos espacialmente dentro de la SRZ y sus alrededores, además de 10 a muestras de agua superficial del río Zaratí. Las mismas fueron filtradas con filtros de 0.45 micras y almacenadas en viales de 30 ml y acidificadas. Se analizaron aniones y cationes con Cromatografía Iónica (IC) y Espectrometría de Masas con Plasma de Acoplamiento Inductivo (ICP), respectivamente, en los laboratorios de análisis de agua del Zuckerberg Institute of Water Research, Israel.

Para el análisis de los resultados se utilizó el diagrama de Piper para determinar el comportamiento de los aniones y cationes en las muestras. También se realizó un análisis jerárquico de conglomerados (HCA) para identificar grupos de pozos homogéneos, en base a la similitud entre ellas utilizando el método de Ward como algoritmo de agrupamiento. Este método determina la distancia entre grupos a partir de la suma de cuadrados en el análisis de varianza (ANOVA), combinando todas las variables consideradas[5]–[7].

3. RESULTADOS

A través del diagrama de Piper en la figura 1, se puede determinar que las aguas subterráneas en la subcuenca del río Zaratí son principalmente de facies Ca-Na-HCO₃. Las aguas superficiales se caracterizan como Na-Ca-HCO₃, indicando que son aguas recientes. A diferencia de las aguas termales de El Valle de Antón con la facie Na-Ca-Cl, dado la elevada concentración de Cl como se muestra en la figura 2 se trata de un acuífero profundo.

En cuanto a calidad de agua, la subcuenca de Zaratí generalmente cumple con la normativa DGNTI-COPANIT 21-2019, pero presentan elevadas concentraciones de NO₃⁻ (>10 mg/l) específicamente en la parte alta, como se muestra en la figura 2. Esto se debe posiblemente a la actividad agrícola, ganadera o doméstica.

El análisis de conglomerados (figura 3) refleja generalmente tres grupos distintos de aguas subterráneas. El primero conformado por los pozos termales del Valle de Antón, seguido por un gran grupo de pozos geográficamente distribuidos en la cuenca alta de Zaratí y por último un grupo muy característico de la cuenca baja. La subdivisión de estos conglomerados revela la complejidad geológica de la subcuenca y la existencia de dos acuíferos uno local y otro regional.

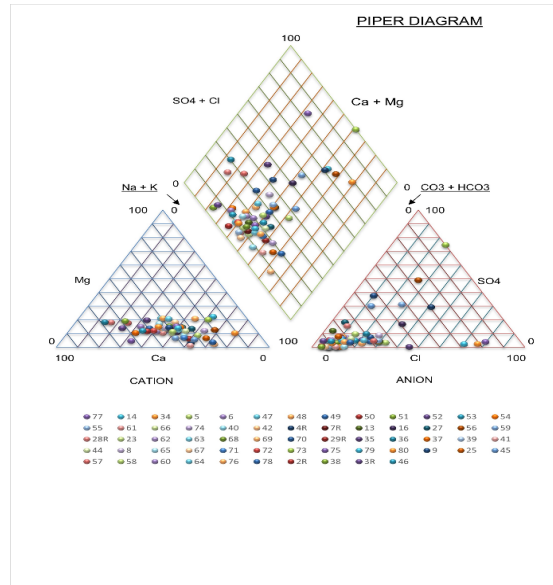


Figura 1. Distribución de las muestras sobre el diagrama de Piper

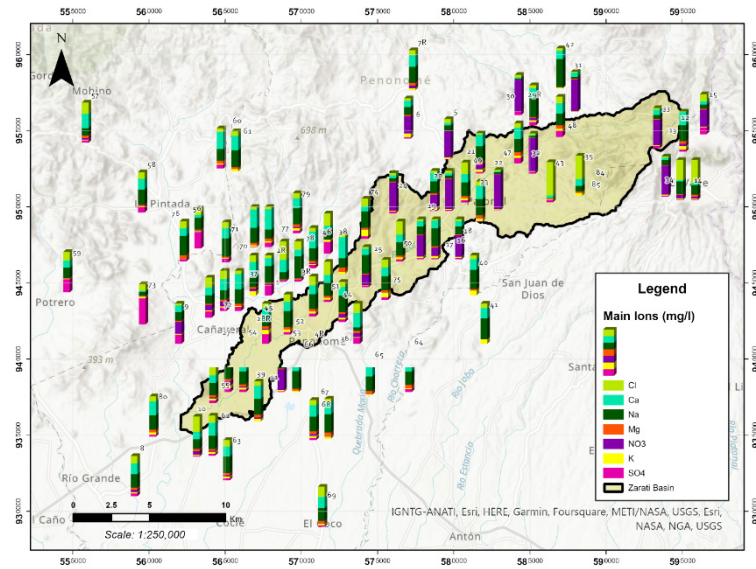


Figura 2. Distribución espacial de los principales iones mayoritarios y la representación de concentraciones en mg/l de cada elemento por pozo.

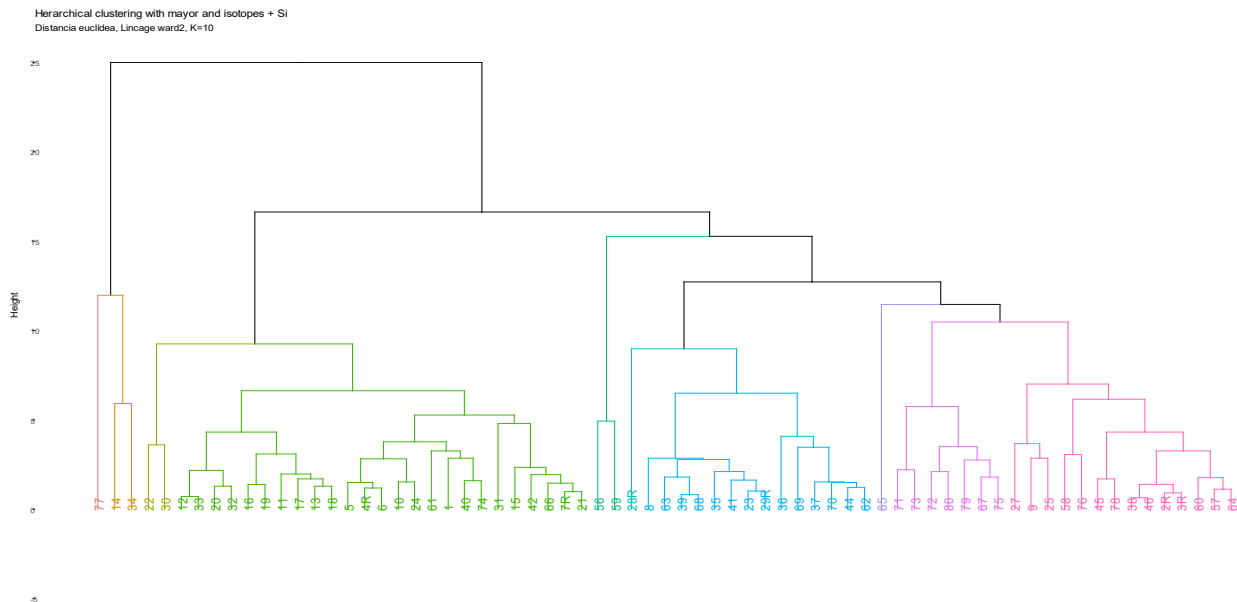


Figura 3. Resultados del análisis de conglomerados

4. CONCLUSIONES

A pesar de no contar con información litología y un monitoreo continuo de las aguas subterráneas, la hidroquímica se posiciona como una herramienta eficaz para tener una perspectiva de los procesos principales que controlan la variabilidad de la hidroquímica de las aguas subterráneas en la subcuenca del río Zaratí.

Las concentraciones de $\text{NO}_3^- > 10 \text{ mg/l}$ se encuentran localizados en la parte alta del área de estudio en manantiales y pozos comunitarios.

La complejidad geológica en el área de estudio se refleja en los resultados de los análisis de conglomerados. En su mayoría, los pozos no muestran una correlación geográfica con una presunta trayectoria de flujo de agua subterránea.

REFERENCIAS

- [1] P. Salinas, "Modelo Conceptual Hidrogeológico de la cuenca del río Zaratí," Universidad Nacional de la Pampa, 2010. [Online]. Available: http://www.biblioteca.unlpam.edu.ar/rdata/tespo/r_salmod000.pdf
- [2] G. E. Gordon and L. A. Ramos, "Modelo hidrogeológico conceptual de la subcuenca baja del río Zaratí," Universidad Tecnológica de Panamá, 2017.
- [3] M. Lorenzo, E. Sanchez, M. Munoz, J. Fabrega, J. A. Leiva, and M. G. Castellon, "Groundwater Budget of the Zaratí River Sub-Catchment," *Proc. - 2022 8th Int. Eng. Sci. Technol. Conf. IESTEC 2022*, pp. 567–574, 2022, doi: 10.1109/IESTEC54539.2022.00095.
- [4] H. Sandoval, T. Destro, R. Rodriguez, E. Martinez, E. Gutierrez, and Y. Solis, "Study and description of

the Soap Stone of Pajonal,” *Proc. - 2022 8th Int. Eng. Sci. Technol. Conf. IESTEC 2022*, pp. 733–739, 2022, doi: 10.1109/IESTEC54539.2022.00120.

- [5] L. Mena-Rivera, V. Salgado-Silva, C. Benavides-Benavides, J. M. Coto-Campos, and T. H. A. Swinscoe, “Spatial and seasonal surface water quality assessment in a tropical urban catchment: Burío River, Costa Rica,” *Water (Switzerland)*, vol. 9, no. 8, 2017, doi: 10.3390/w9080558.
- [6] S. U. Wali *et al.*, “Hydrochemical characterization of shallow and deep groundwater in Basement Complex areas of southern Kebbi State, Sokoto Basin, Nigeria,” *Appl. Water Sci.* 2019 98, vol. 9, no. 8, pp. 1–36, Oct. 2019, doi: 10.1007/S13201-019-1042-5.
- [7] D. Machiwal and M. K. Jha, “Identifying sources of groundwater contamination in a hard-rock aquifer system using multivariate statistical analyses and GIS-based geostatistical modeling techniques,” *J. Hydrol. Reg. Stud.*, vol. 4, pp. 80–110, 2015, doi: 10.1016/j.ejrh.2014.11.005.

AUTORIZACIÓN Y LICENCIA CC

Los autores autorizan a APANAC XIX a publicar el artículo en las actas de la conferencia en Acceso Abierto (Open Access) en diversos formatos digitales (PDF, HTML, EPUB) e integrarlos en diversas plataformas online como repositorios y bases de datos bajo la licencia CC:

Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International (CC BY-NC-SA 4.0) <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

Ni APANAC XIX ni los editores son responsables ni del contenido ni de las implicaciones de lo expresado en el artículo.

Estudio Sísmico de Zonas Portuarias de David Mediante las Técnicas de Razón Espectral H/V (HVSR) y Refracción de Microtremores (ReMi)

Samudio, Krysna

Universidad Tecnológica de Panamá
Ciudad de Panamá, Panamá
krysna.samudio@utp.ac.pa

<https://orcid.org/0009-0000-2217-5133>

Grajales-Saavedra, Francisco

Universidad Tecnológica de Panamá
Ciudad de Panamá, Panamá
francisco.grajales@utp.ac.pa

<https://orcid.org/0000-0003-1705-864X>

Mojica, Alexis O.

Universidad Tecnológica de Panamá
Ciudad de Panamá, Panamá
alexis.mojica@utp.ac.pa

<https://orcid.org/0000-0002-9069-7336>

Abstract

The purpose of this study is to carry out a classification of soils in the coastal area of the city of David and surrounding areas using HVSR and ReMi techniques. One of the impacts that this research (and its consequent studies) will generate will be oriented towards the development of updated regulations for the design and construction of future port and non-port structures in the city of David, considering vibrations and seismic forces. It is important to mention that this type of information is very scarce. Additionally, if an extreme event occurs in Chiriquí, the correct construction of structures would represent an important factor in optimizing economic resources and will contribute to the mitigation of human losses.

Keywords: H/V spectral ratio, Environmental Noise, microtremors, vulnerability index, Maximum amplitude, ReMi, HVSR.

Resumen

La finalidad de este estudio es realizar una clasificación de los suelos en la zona costera de la ciudad de David y alrededores mediante las técnicas de HVSR y ReMi. Uno de los impactos que generará esta investigación (y sus estudios consecuentes) estará orientada hacia la elaboración de normativas actualizadas para el diseño y construcción de futuras estructuras portuarias y no portuarias en la ciudad de David, tomando en cuenta las vibraciones y fuerzas sísmicas. Es importante mencionar que este tipo de información es muy escasa. Adicionalmente, de darse un evento extremo en Chiriquí, la correcta construcción de estructuras representaría un factor importante de optimización de recursos económicos y contribuirá a la mitigación de pérdidas humanas.

Palabras claves: Razón espectral H/V, Ruido Ambiental, microtemores, índice de vulnerabilidad, Amplitud máxima, ReMi, HVSR.

1. INTRODUCCIÓN

Los sismos son muy comunes en la provincia de Chiriquí, ya que es una zona muy susceptible debido a la interacción entre las placas tectónicas existentes alrededor de la microplaca de Panamá, pero en la frontera con Colombia y suroeste de Chiriquí se mueven más rápido y por esta razón los sismos allí son más frecuentes que en otras partes del país. La ciudad de David a pesar de ser una de las pocas ciudades en Panamá en tener una planificación urbana, en los últimos años ha estado creciendo a un ritmo rápido y desordenado en su entorno urbano, esto se aprecia más en el sector sur de la ciudad, muy cerca de la zona portuaria en donde el alto riesgo sísmico puede ser notable.

Estudios geotécnicos atienden parte de esta necesidad. Sin embargo, para analizar los efectos sísmicos de sitio de áreas urbanas cercanas a zonas de alta sismicidad, hay que definir mallas compuestas por una densidad significativa de puntos donde se deben realizar las pruebas geotécnicas. Esto genera un consumo significativo de tiempo al no poder optimizarse las actividades de campo, considerando los imprevistos presentados durante el desarrollo de las actividades, elevando finalmente los costos establecidos. [1]. Esta carencia de densidad de puntos de observación se puede solucionar a través del uso del análisis de la razón espectral H/V de microtemores, el cual busca estimar las frecuencias predominantes de un perfil de suelo a través de un análisis de los registros de ruido ambiental (Fig. 1).



Fig.1. Equipo de estudiantes del grupo de investigación de geotecnia aplicada (GIGA) realizando las mediciones geofísicas en la ciudad de David.

El puerto de Pedregal se encuentra a 10 km tierra adentro en la desembocadura del estero Pedregal y a 7 km de la ciudad de David, provincia de Chiriquí, en la parte oeste de la costa pacífica de Panamá. Esta zona no se encuentra afectada por marejadas y existen corrientes fluviales, pero de poca importancia. El muelle es de tipo marginal y existen medios de acceso por carreteras. Un kilómetro más arriba del muelle existe facilidades para el atraque de barcos de pesca y para la exportación e importación de azúcar de las centrales azucareras de la región, fertilizantes y productos a granel entre otros.

El objetivo de esta investigación es llevar a cabo una clasificación de los suelos en la zona costera de la ciudad de David y alrededores, de acuerdo con los valores de las frecuencias predominantes del suelo y máximos valores de la razón espectral H/V y el índice de vulnerabilidad K_g a través de un análisis de razón espectral horizontal-vertical, y a través de ensayos tipo ReMi.

2. MÉTODO

A. Método HVSR

El método de la razón espectral horizontal sobre la vertical del ruido sísmico ambiente (H/V), inicialmente fue propuesta por Nogoshi e Igarashi (1971) y posteriormente modificada por

Nakamura (1989). Es una técnica, que sirve para evaluar las características del suelo como: los tipos de suelo, profundidad y espesores de los depósitos sedimentarios.) [2]. La técnica de la razón espectral H/V es utilizada por investigadores en el área de la geofísica y la ingeniería sísmica para determinar el periodo o frecuencia fundamentales de los suelos. Este es un indicador de los efectos locales de los suelos al ser sometidos a acciones sísmicas. [3] [4]. Para llevar a cabo el estudio y recolección de datos geofísicos HVSR en la ciudad de David, fue necesario la utilización de una serie de dispositivos y herramientas, las cuales se muestran en la Fig 2.



Fig. 2. Materiales utilizados en el ensayo geofísico HVSR. (a) GPS de mano, (b) sismógrafo triaxial, (c) computadora, (d) Batería conectada el sismógrafo.

La metodología HVSR involucra registrar niveles de ruido ambiental en 24 estaciones distribuidas en la ciudad de David empleando un sismógrafo tri-axial de alto rango dinámico en las tres componentes en cada una de las estaciones establecidas. Se lleva a cabo un tratamiento sistemático de las señales de vibraciones obtenidas en cada estación a fin de corregir las formas de onda de posibles fuentes antrópicas capaces de generar ondas

Rayleigh que puedan afectar la interpretación de los resultados. Finalmente se obtendrán gráficos de los espectros promedios en cada componente a fin de identificar aquellas estaciones en donde se obtuvieron señales sísmicas propias del ruido natural del suelo.

B. Método de Refracción de microtremores (Remi)

Es un método geofísico no-invasivo que aprovecha el “ruido ambiente”. Por lo general, el ruido ambiental es generado por el paso de vehículos, funcionamiento de maquinarias, cercanía a fuentes activas, etc. Sin embargo, en casos de que el sitio de estudio sea silencioso, se puede emplear una fuente no controlada de ubicación conocida para enriquecer la razón señal/ruido. El procesamiento de las señales de ruido implica el obtener una curva de dispersión a partir de un espectro de velocidad de fase de las ondas Rayleigh, seguido de un proceso de inversión 1D para obtener un perfil unidimensional de onda de corte (V_s) en función de la profundidad de investigación alcanzada. La profundidad de investigación dependerá de la longitud del tendido, número de geófonos, espaciamiento entre ellos, rango de frecuencias que se exciten con el ruido ambiente (y/o golpes), entre otros aspectos. [5]. En la Fig. 3 se muestra los materiales utilizados en el método ReMi.

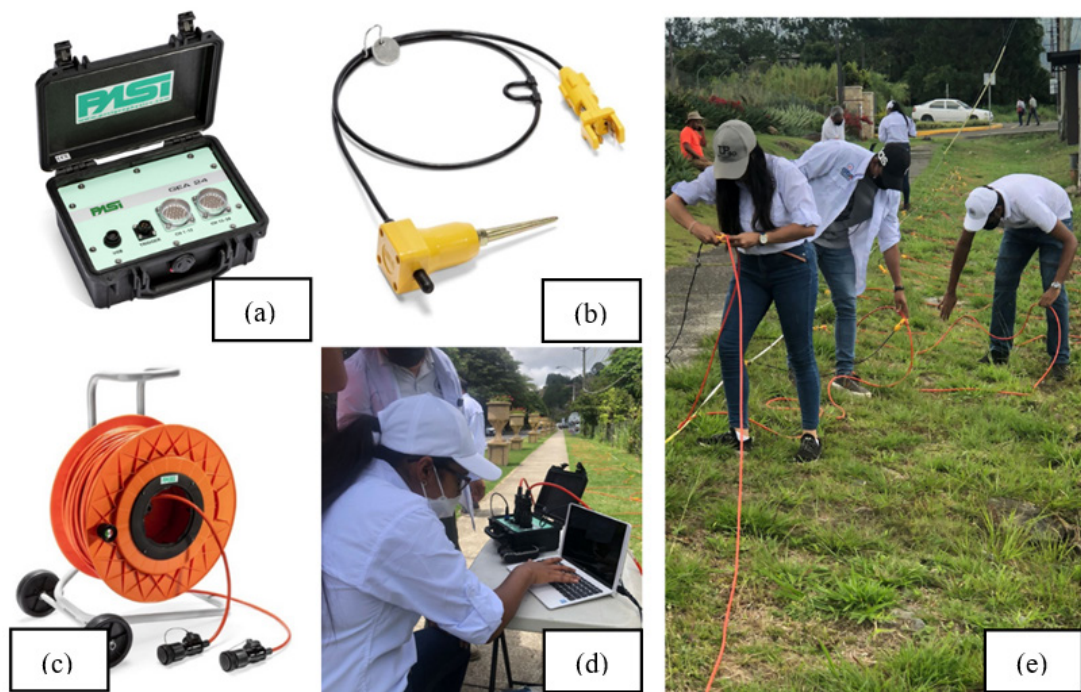


Fig.3. Materiales utilizados en el ensayo geofísico ReMi. (a) sismógrafo PASI GEA24 de 24 canales. (b) geófonos de baja frecuencia – 4.5 Hz, (c) cables de conexión, (d) computadora portátil, (e) proceso de instalación de geófonos.

En cuanto al método ReMi, se realizaron 6 sondeos sísmicos tipo ReMi fueron desarrollados en zonas específicas de la ciudad de David, para cada prueba sísmica, se utilizaron 24 geófonos verticales de baja frecuencia (4.5 Hz) interconectados a un sismógrafo (PASI GEA24), y separados una distancia entre ellos de 2 m. La distancia entre los geófonos se determinó teniendo en cuenta las restricciones y obstáculos presentes en la ciudad, como la presencia de estructuras modernas y calles. En cada punto o estación de monitoreo, se generaron 20 archivos con 24 señales de ruido, cada una con una duración de 32 segundos, utilizando un intervalo de muestreo de 2 milisegundos. [6].

3. RESULTADOS

La distribución espacial de las frecuencias predominantes en la ciudad de David permitió identificar suelos semi-rígidos y suelos duros en un sector importante de la parte sur, y suelos rígidos en el sector central y norte; por otro lado, la distribución espacial de los parámetros A_0 y K_g los cuales corresponden a la amplitud H/V y el índice de sismicidad son un indicativo de los bajos niveles de amplificación y el reducido riesgo de licuefacción que pueden experimentar los suelos de la ciudad ante un sismo de magnitud considerable como se observa en la figura 4. Cabe destacar que los resultados obtenidos con las pruebas ReMi han permitido validar los resultados anteriormente mencionados, ya que los altos niveles de confiabilidad de las mencionadas pruebas se reflejan a través de las bajas discrepancias obtenidas, con la excepción del segundo sondeo R-2 en donde el análisis revela un suelo tipo C, pero con un valor de la V_{s30} muy cercano a los 360 m/s el cual es cercano a suelo tipo D.

4. CONCLUSIONES

Los resultados como parte de este estudio [6] pueden ser importantes para la construcción de nuevas obras civiles, ya que el conocimiento de las propiedades físicas de los suelos permite evitar que estas experimenten la resonancia ante la ocurrencia de sismos importantes, sobre todo en la zona sur de la ciudad, donde se desarrollan importantes actividades portuarias. Con los mapas de distribución espacial sobre las frecuencias predominantes del sector Sur de David (zona portuaria), los rangos del parámetro sugieren que las edificaciones superiores a los 2 niveles podrían sufrir daños por eventos sísmológicos considerados por el efecto de resonancia. Los resultados de este estudio han sido publicados y explicados ampliamente en [6].

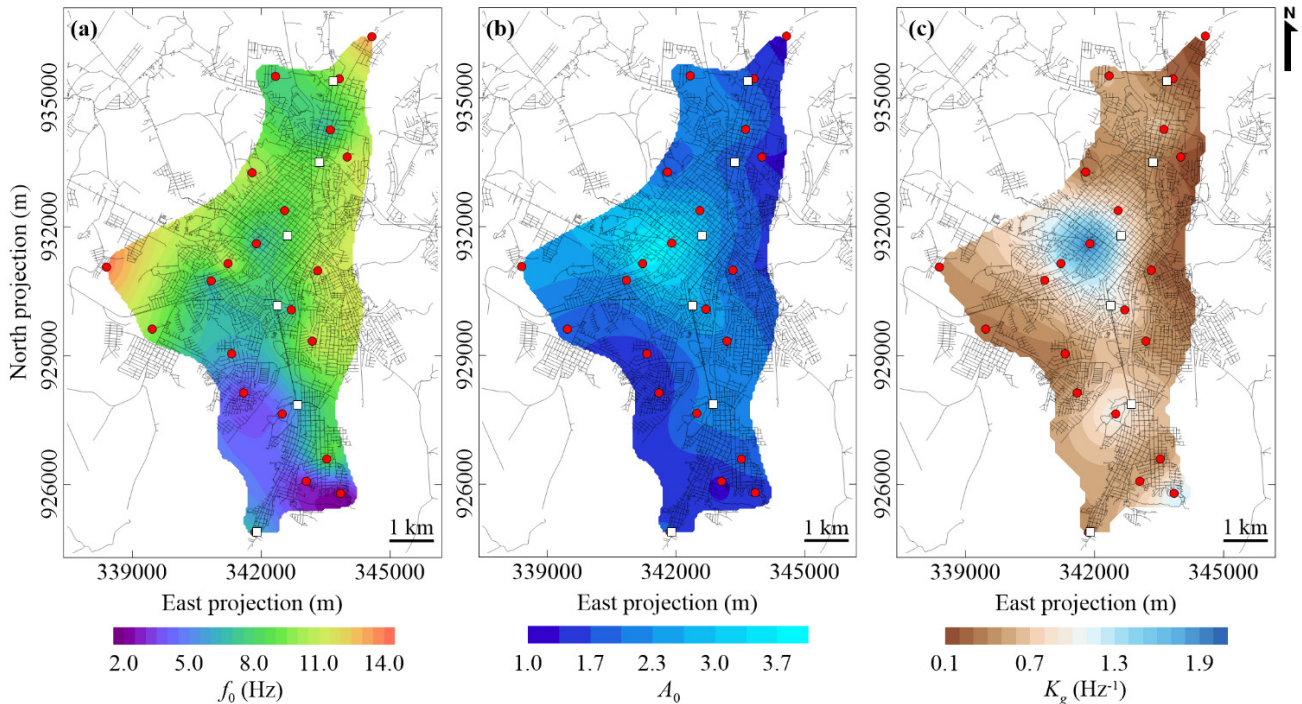


Fig.4. Distribución espacial de los valores de (a) las frecuencias predominantes f_0 , (b) el valor máximo de la razón espectral $H/V A_0$ y (c) el índice de vulnerabilidad K_g obtenidos en la ciudad de David. Fuente: [6].

REFERENCIAS

- [1] Chávez-García, Francisco J, & Montalva, Gonzalo A. (2014). Efectos de sitio para Ingenieros Geotécnicos, estudio del valle Parkway. *Obras y proyectos*, (16), 6-30. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-28132014000200001>
- [2] Nogoshi, M.; Igarashi, T. On the Propagation Characteristics of Microtremor. *J. Seismol. Soc. Jpn.* 1970, 23, 264–280.
- [3] Nakamura, Y. A Method for Dynamic Characteristics Estimation of Subsurface Using Microtremor on the Ground Surface. *Q. Rep. Rtri.* 1989, 30, 25–33.
- [4] Panou, A.A.; Theodulidis, N.; Hatzidimitriou, P.; Stylianidis, K.; Papazachos, C.B. Ambient Noise Horizontal-to-Vertical Spectral Ratio in Site Effects Estimation and Correlation with Seismic Damage Distribution in Urban Environment: The Case of the City of Thessaloniki (Northern Greece). *Soil Dyn. Earthq. Eng.* 2005, 25, 261–274. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0267726105000199?via%3Dihub>
- [5] Servicios Geológico Geodatos S.A.I.C(2010). Retrieved from: [http://www.geodatos.cl/remi.php#:~:text=La%20Refracci%C3%B3n%20de%20Microtremores%20\(ReMi,a](http://www.geodatos.cl/remi.php#:~:text=La%20Refracci%C3%B3n%20de%20Microtremores%20(ReMi,a)
- [6] Grajales-Saavedra, F.; Mojica, A.; Ho, C.; Samudio, K.; Mejía, G.; Li, S.; Almengor, L.; Miranda, R.; Muñoz, M. Horizontal-to-Vertical Spectral Ratios and Refraction Microtremor Analyses for Seismic Site Effects and Soil Classification in the City of David, Western Panama. *Geosciences* **2023**, 13, 287. <https://doi.org/10.3390/geosciences13100287>

AUTORIZACIÓN Y LICENCIA CC

Los autores autorizan a APANAC XIX a publicar el artículo en las actas de la conferencia en Acceso Abierto (Open Access) en diversos formatos digitales (PDF, HTML, EPUB) e integrarlos en diversas plataformas online como repositorios y bases de datos bajo la licencia CC:

Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International (CC BY-NC-SA 4.0) <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>.

Ni APANAC XIX ni los editores son responsables ni del contenido ni de las implicaciones de lo expresado en el artículo.

Calidad del agua y flujo de CO₂ en el estuario del Río Salado, Bahía de Chame, Pacífico de Panamá

Martínez, Gabriela

Universidad Tecnológica de Panamá
Panamá
gabriela.martinez1@utp.ac.pa

Medina, Aychel

Universidad Tecnológica de Panamá
Panamá
aychel.medina@utp.ac.pa

González, Yarisel

Universidad Tecnológica de Panamá
Panamá
yarisel.gonzalez1@utp.ac.pa

Romero, Tania

Instituto Smithsonian de Investigaciones Tropicales
edytania@gmail.com

Sánchez-Noguera, Celeste

Universidad de Costa Rica
Costa Rica
celeste08@gmail.com

Vargas, Cristian A.

Universidad de Concepción Chile
Chile
crvargas@udec.cl

Vergara-Chen, Carlos

Universidad Tecnológica de Panamá
Panamá
carlos.vergara3@utp.ac.pa

Abstract

Ocean acidification is the prolonged process of lowering the pH of the oceans, which occurs mainly due to the exchange of anthropogenic CO₂ with the atmosphere. This process has changed the biogeochemistry of the oceans and is a threat to the health of marine organisms. These large-scale changes affect ecosystem functions and can have an impact on biodiversity, ecological and economic goods and services including estuarine ecosystems. Estuaries are key in the transport of carbon from the continent to the coastal zone and generally act as a source of CO₂ for the atmosphere, consequently, they go through the process of estuarine acidification. In this work we document for the first time the spatio-temporal dynamics of water quality parameters and CO₂ flux to understand the natural environmental variability and estuarine acidification in the Río Salado-Bahía de Chame estuary system to illustrate how natural processes and Climate change can manifest itself in the aquatic environment. The spatiotemporal variation of pH and CO₂ of surface water can be attributed to factors such as saline intrusion into estuaries, the supply of freshwater through abundant canals, the photosynthetic activity of phytoplankton and mangrove vegetation. This study will help fill the information gaps on how estuarine water quality can contribute to predicting responses to ocean acidification and understanding the processes that affect the structure and function of tropical estuaries.

Keywords: Ocean acidification, physicochemical parameters, CO₂ flux, mangroves, tropical estuary, Panama.

Resumen

La acidificación del océano es el proceso prolongado de reducción del pH de los océanos, que ocurre principalmente al intercambio de CO₂ antropogénico con la atmósfera. Este proceso ha cambiado la biogeoquímica de los océanos y es una amenaza a la salud de los organismos marinos. Estos cambios a gran escala afectan las funciones de los ecosistemas y pueden tener un impacto en la biodiversidad, los bienes y servicios ecológicos y económicos incluyendo a los ecosistemas estuarinos. Los estuarios son claves en el transporte de carbono del continente a la zona costera y por lo general actúan como fuente de CO₂ para la atmósfera, por consiguiente, atraviesan por el proceso de acidificación estuarina. En este trabajo documentamos por primera vez la dinámica espacio-temporal de parámetros de calidad de agua y el flujo de CO₂ para comprender la variabilidad ambiental natural y la acidificación estuarina en el sistema estuario Río Salado-Bahía de Chame para ilustrar como los procesos naturales y el cambio climático pueden manifestarse en el ambiente acuático. La variación espaciotemporal del pH y CO₂ del agua superficial se puede atribuir a factores

como la intrusión salina en los estuarios, el aporte de agua dulce a través de abundantes canales, la actividad fotosintética del fitoplancton y la vegetación de manglar. Este estudio ayudará llenando los vacíos de información sobre como la calidad del agua estuarina puede contribuir a predecir las respuestas a la acidificación oceánica y comprender los procesos que afectan la estructura y el funcionamiento de los estuarios tropicales.

Palabras claves: Acidificación oceánica, parámetros fisicoquímicos, flujo de CO₂, manglares, estuario tropical, Panamá.

1. INTRODUCCIÓN

El cambio climático global es considerado una de las amenazas más graves a los ecosistemas en todo el mundo. Este es uno de los problemas ambientales más importantes a los que se ha enfrentado el ser humano [1]. Los océanos captan grandes cantidades de CO₂ de la atmósfera, acumulándolos en depósitos de sedimentación en los fondos marinos. Esta capacidad de los océanos se consideró como una posible solución al problema del cambio climático, pero con el transcurrir de los años e investigaciones impactantes, han demostrado afectaciones al ecosistema acuático debido a la acidificación oceánica.

La acidificación oceánica se ha empezado a reconocer como “el otro problema del CO₂”, situación que lo hace responsable, en parte, del proceso actual de calentamiento global. Este hecho ha afectado al medio de tal manera, que ahora podemos observar cambios en la química del océano y el clima de la tierra, lo cual ha tomado una gran relevancia en los últimos años y se ha optado por investigaciones relacionadas con el cambio de pH, salinidad y temperatura en relación con esta problemática de los océanos y zonas costeras. [1] [2]

Para comprender las alteraciones de la acidificación en el medio oceánico se utiliza como referencia el sistema de carbonatos. Una pequeña fracción del H₂CO₃ permanece sin disociarse; lo mismo ocurre con una pequeña cantidad del CO₂. De estos equilibrios resulta una mezcla compleja de carbono e iones [3]. Los efectos de la acidificación del océano en los organismos varían según el estado de desarrollo que atraviesen. Un conjunto reducido de datos, aunque cada vez más importante, apunta a una variedad de problemas en potencia; y en efecto, la fecundación, que representa el inicio de la vida, puede verse alterada. [4]

Los estuarios son importantes por los servicios ecosistémicos esenciales que aportan a la sociedad; participan en el control de la erosión debido a su capacidad de absorber la energía creada por las corrientes oceánicas, también participan en procesos de depuración del agua continental antes de que sea descargada al océano incluyendo metales traza. [6]

El mayor desafío en las evaluaciones biológicas es la falta de ubicación conjunta entre el monitoreo biológico y químico a largo plazo, lo que inhíbele la capacidad de conectar la respuesta biológica con un factor estresante como la acidificación. Desarrollando nuevos

criterios ecológicos pertinentes en la calidad del agua para la acidificación y el aumento del monitoreo de las aguas costeras a escalas espaciotemporales adecuadas, mejorarían las oportunidades del uso efectivo de las aguas costeras-oceánicas. [5]

Es por ello, que la realización de un muestreo y análisis de variables fisicoquímicos que refleje la situación actual de la zona costera del Pacífico de Panamá se hace de gran importancia para la contribución de información útil, para futuros estudios que correlacionen el impacto del cambio climático con el estado de los ecosistemas estuarinos. Se tiene como objetivo en este estudio describir cambios en algunos parámetros de calidad de agua y flujo de CO₂ en el sistema acuático estuario de Río Salado-Bahía de Chame, Pacífico de Panamá.

2. MÉTODO

El muestro de series temporales se llevará a cabo con una periodicidad cuatrimestral. Se establecerá un muestreo tipo sistemático con cuatro sitios distribuidos a lo largo del sistema acuático (Estuario Alto, Estuario Medio, Estuario Bajo y Bahía de Chame). Se recolectará un total de 96 muestras de agua en total, para el posterior análisis de laboratorio, en frascos de plástico estériles (1L). Las muestras se tomarán dentro de los 30cm en la capa superficial de la columna de agua. Las muestras serán analizadas en el Laboratorio de Sanitaria de la Facultad de Ingeniería Civil.

A. Parámetros In situ

Sonda multiparamétrica YSI Pro Quatro es un sistema de registro de la calidad del agua, ideal para el monitoreo y perfilado (in situ a largo plazo). Esta sonda permitirá el monitoreo de distintos parámetros indicadores de la calidad del agua del área de estudio, tales como: pH, turbidez, salinidad, oxígeno disuelto (OD), conductividad, alcalinidad total (AT), temperatura, entre otros. [7]

El Medidor automático de CO₂ (mini CO₂) se utilizará para determinar concentraciones de presión parcial de CO₂ (pCO₂), proporcionará mediciones autónomas muy precisas, basadas en un enfoque de espectrofotometría con respecto a la concentración de pCO₂ en la superficie marina del océano y también determinará flujos de CO₂ entre aire-agua en el océano abierto. [8]

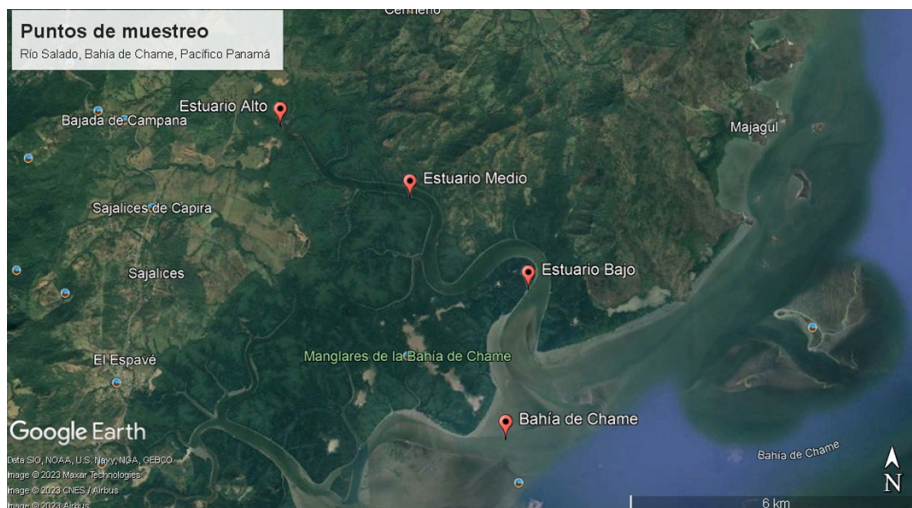
B. Parámetros Ex situ

El fotómetro multiparamétrico marca HANNA se utilizará para el análisis de nutrientes de las muestras de campo obtenidas (96). Dentro de las variables a analizar en el equipo serán el nitrato (NO₃) y fosfato (PO₄). [9]

Descripción del área de estudio

El área de Manglares en la Región de Chame, se extiende desde la desembocadura del río Chame hasta Monte Oscuro Abajo, está ubicada en la parte occidental de la provincia de Panamá, en la estribación oriental de la cordillera Central en la vertiente del Pacífico, a unos 65 Km. al oeste de la Ciudad de Panamá [10]. Dentro de esta área de manglares se encuentra el Río Salado, el cual es el estuario estudiado en conjunto con parte de la Bahía de Chame. Se escogieron 4 puntos en total, 3 perteneciente al estuario del Río Salado y el último punto en la Bahía de Chame.

Fig. 1 Área de estudio y puntos de muestreos a lo largo del estuario del Río Salado y la Bahía de Chame



3. RESULTADOS

Producto de los muestreos y con posterior análisis se obtuvo los siguientes datos

Tabla 1. Resultado de análisis de parámetros Fisicoquímicos

| Hábitat / Parámetro | pH | Salinidad (ppt) | Temperatura °C | OD (mg/L) | Fosfato (mg/L) | Nitrato (mg/L) | |
|---------------------|----------------|-----------------|----------------|-----------|----------------|----------------|-------|
| Lluviosa | Estuario Alto | 7.40 | 21.21 | 27.95 | 3.48 | 1.665 | 0.825 |
| | Estuario Medio | 7.49 | 21.69 | 27.9 | 4.32 | 0.993 | 0.850 |
| | Estuario bajo | 7.81 | 23.44 | 28.2 | 5.23 | 1.432 | 0.465 |
| | Bahía de Chame | 7.97 | 24.49 | 28.23 | 6.39 | 0.92 | 0.150 |

| Hábitat / Parámetro | pH | Salinidad (ppt) | Temperatura °C | OD (mg/L) | Fosfato (mg/L) | Nitrato (mg/L) |
|---------------------|----------------|-----------------|----------------|-----------|----------------|----------------|
| Seca | Estuario Alto | 7.39 | 35.56 | 27.94 | 3.70 | 1.024 |
| | Estuario Medio | 7.61 | 35.07 | 28.20 | 4.42 | 1.200 |
| | Estuario bajo | 7.80 | 34.82 | 27.95 | 4.97 | 0.909 |
| | Bahía de Chame | 7.90 | 34.61 | 27.60 | 5.99 | 0.667 |

Fig. 2 Variación temporal y espacial de pH y oxígeno disuelto, a. pH y oxígeno disuelto en temporada lluviosa, b. pH y oxígeno disuelto en temporada seca

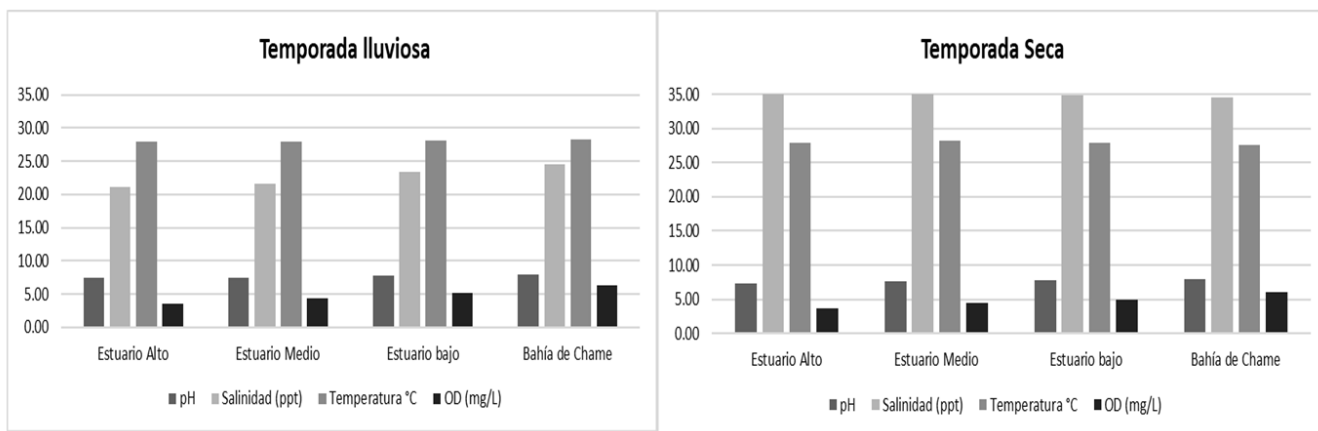
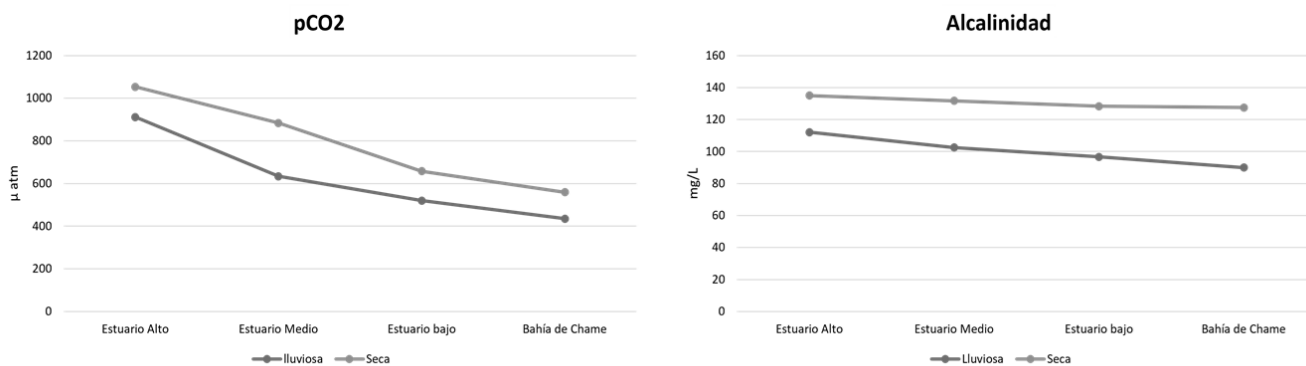


Fig. 2 Variación temporal y espacial de presión parcial de CO₂ y alcalinidad, a. Presión parcial de CO₂ a lo largo del estuario y bahía, b. Alcalinidad a lo largo del estuario y bahía



El pH y el oxígeno disuelto presentan un comportamiento similar al aumento en ambas temporadas, sin embargo, la relación en la variación de los parámetros de salinidad y temperatura que cambian dependiendo de la temporada pueden deberse al fenómeno de

afloramiento el cual tiene presencia en las aguas del Pacífico en la temporada seca. Este fenómeno también se asocia a los niveles de nutrientes en las aguas marinas y la disminución en la temperatura de estas, por consiguiente, mediante el aporte de estas aguas al estuario se da valores más altos de salinidad y nutrientes, y en comportamiento proporcionalmente inverso a la temperatura de la temporada seca. En cuanto a la relación de la presión parcial de dióxido de carbono y la alcalinidad presentan el mismo comportamiento de incremento y de manera directa inversa a los valores de pH.

4. CONCLUSIONES

La variación espaciotemporal del pH y CO₂ del agua superficial se puede atribuir a factores como la intrusión salina en los estuarios del Golfo de Panamá, el aporte de agua dulce a través de abundantes canales, arroyos y afluentes de la región y la actividad fotosintética del fitoplancton y en gran parte de la vegetación de manglar que exhibe una biomasa variable alrededor de los sitios de estudio.

El estuario del Río Salado recibe mayor aporte mareal en comparación con el aporte de agua dulce en base a los valores obtenidos de las mediciones de parámetros fisicoquímicos. Estos primeros resultados sobre la variabilidad natural de parámetros de calidad del agua y flujo de CO₂ en estuarios de manglar de la Bahía de Chame son una señal de cambio de dirección para comprender la variabilidad ambiental natural y la acidificación estuarina local.

En Panamá, el monitoreo y gestión de la calidad del agua en zonas costeras es fundamental para la conservación y protección de estos ecosistemas marinos. Este estudio ayudará a llenar los vacíos de información que deben abordarse sobre como la calidad del agua estuarina puede contribuir a predecir las respuestas a la acidificación oceánica y comprender los procesos que afectan la estructura y el funcionamiento de los estuarios tropicales.

REFERENCIAS

- [1] N. d. J. Gil-Luna, «Consideraciones éticas y ambientales en el proceso de acidificación oceánica,» *Persona y Bioética*, vol. 21, n° 2, pp. 259-274, 1 noviembre 2017.
- [2] M. M. Álvarez Lires, A. Arias Correa, M. A. Lorenzo Rial y F. Serrallé Marzoa, «Educación para la Sustentabilidad: Cambio Global y Acidificación Oceánica,» *Formación Universitaria*, vol. 10, n° 2, pp. 89-102, abril 2017.
- [3] S. C. Doney, «Genes de la longevidad: La acidificación de los océanos,» *Investigación y ciencia*, vol.

356, pp. 50-57, 2006.

- [4] M. J. Hardt y C. Safina, «El Mar: La vida oceánica, amenazada,» Investigación y ciencia, 2010.
- [5] S. B. Weisberg, N. Bednardek, R. A. Feely, F. Chan, A. B. Boehm, M. Sutula, J. L. Ruesink, B. Hales, J. L. Largier y J. A. Newton, «Water quality criteria for an acidifying ocean: Challenges and opportunities for improvement,» Ocean & Coastal Management, vol. 126, pp. 31-41, 2016.
- [6] J. Marcovecchio, G. Zapperi y V. Negrin, Procesos Químicos en Estuarios, Universidad Tecnológica Nacional, 2013.
- [7] YSI, «YSI,» [En línea]. Available: <https://www.ysi.com/6920-v2-2>.
- [8] nke, «Instrumentation,» [En línea]. Available: <https://nke-instrumentation.com/produit/pco%2%b2/>.
- [9] HANNA, «HANNA, Instruents,» [En línea]. Available: <https://www.hannainst.es/parametros/4415-fotometro-multiparametrico-sobremesa-y-phmetro-230v.html>.
- [10] S. Hagenah, “Inventario Forestal Participativo En Bosque De Manglar (Bahía De Chame), Provincia De Panama,» Ene. 2005.

AUTORIZACIÓN Y LICENCIA CC

Los autores autorizan a APANAC XIX a publicar el artículo en las actas de la conferencia en Acceso Abierto (Open Access) en diversos formatos digitales (PDF, HTML, EPUB) e integrarlos en diversas plataformas online como repositorios y bases de datos bajo la licencia CC:

Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International (CC BY-NC-SA 4.0) <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>.

Ni APANAC XIX ni los editores son responsables ni del contenido ni de las implicaciones de lo expresado en el artículo.

Análisis Geotécnico del Desempeño de tuberías soterradas en Terrenos Inclinados

Joseph Rodríguez, Jeanine Dyanne

Universidad Tecnológica de Panamá
Panamá, Panamá

jeanine.joseph@utp.ac.pa

<https://orcid.org/0009-0004-8594-0532>

Grajales Saavedra, Francisco Javier

Universidad Tecnológica de Panamá
Panamá, Panamá

francisco.grajales@utp.ac.pa

<https://orcid.org/0000-0003-1705-864X>

Almengor, Larisa

Facultad de Ingeniería Civil, Universidad Tecnológica de Panamá
Ciudad de Panamá, Panamá

larisa.almengor@utp.ac.pa

<https://orcid.org/0009-0007-7722-3383>

Abstract

There is a perception that Panama is a country with low exposure and impacts from natural disasters, this is largely because the disasters that affect the country are perceived as daily and small-scale events. However, Panama is exposed to a series of natural threats among which are weather-related phenomena, drought and seismic risks; all of these threats bring with them important impacts for the economic development of the country. Pipelines are subjected to different load states such as vertical and horizontal pressures of the ground, static or dynamic surface loads and stresses generated by seismic movements. These pipes behave as flexible elements with a tendency to follow the displacements of the ground during an earthquake. Likewise, they generate thrust and friction forces because they have their own rigidity, offering a certain resistance to following the movement of the ground. Currently there are no studies that serve as a reference to the seismic response of buried pipes involving the phenomenon of soil-structure interaction. Therefore, the need arises to understand the behavior of buried pipes subjected to different loads, the PLAXIS 3D finite element software allows the analysis of the response of the soil to the effects of geostatic and seismic loads, to represent a contribution significant to the existing literature.

Keywords: Pipelines, seismic loads, deformations, slopes.

Resumen

En Panamá existe la percepción que es un país con una baja exposición e impactos por desastres naturales, esto se debe en gran medida al hecho de que los desastres que afectan al país son percibidos como eventos cotidianos y de pequeña escala. Sin embargo, Panamá está expuesto a una serie de amenazas naturales entre las cuales se encuentran alteraciones de tipo hidrometeorológico, ocurrencia de sequías y riesgos sísmicos, todas estas amenazas traen consigo impactos importantes para el desarrollo económico del país. Las tuberías soterradas, a lo largo de su vida útil, se ven sometidas a distintos estados de carga como presiones verticales y horizontales del terreno, cargas superficiales estáticas o dinámicas y esfuerzos generados por movimientos sísmicos, estas tuberías se comportan como elementos flexibles con una tendencia a seguir los desplazamientos del suelo durante un sismo. De igual forma, generan fuerzas de empuje y fricción debido a que estas cuentan con su propia rigidez, ofreciendo cierta resistencia a seguir el movimiento del suelo. En la actualidad no existen estudios que sirvan como referencia a la respuesta sísmica de las tuberías soterradas involucrando el fenómeno de interacción suelo-estructura. Por tanto, surge la necesidad de entender el comportamiento de las tuberías soterradas sometidas a distintas cargas, el software de elementos finitos PLAXIS 3D permite el análisis de la respuesta del suelo ante los efectos de cargas geoestáticas y sísmicas, con el fin de representar un aporte significativo a la literatura existente.

Palabras claves: Tuberías, Cargas sísmicas, deformaciones, taludes.

1. INTRODUCCIÓN

En Panamá el riesgo sísmico se concentra principalmente en la zona occidental, específicamente en las provincias de Bocas del Toro y Chiriquí, aunque existen registros de eventos sísmicos de magnitud importante a lo largo de todo el país (Ver Fig. 1). Se considera que existe una moderada actividad sísmica en comparación con otras naciones de Centroamérica. A pesar de esto, Panamá ha sido afectado por sismos de gran intensidad en varias ocasiones destacando los eventos de 1991 en Bocas del Toro, 2002 y 2003 en la provincia de Chiriquí, los cuales ocasionaron afectaciones tanto a los habitantes de la zona, como a las infraestructuras y viviendas [1].

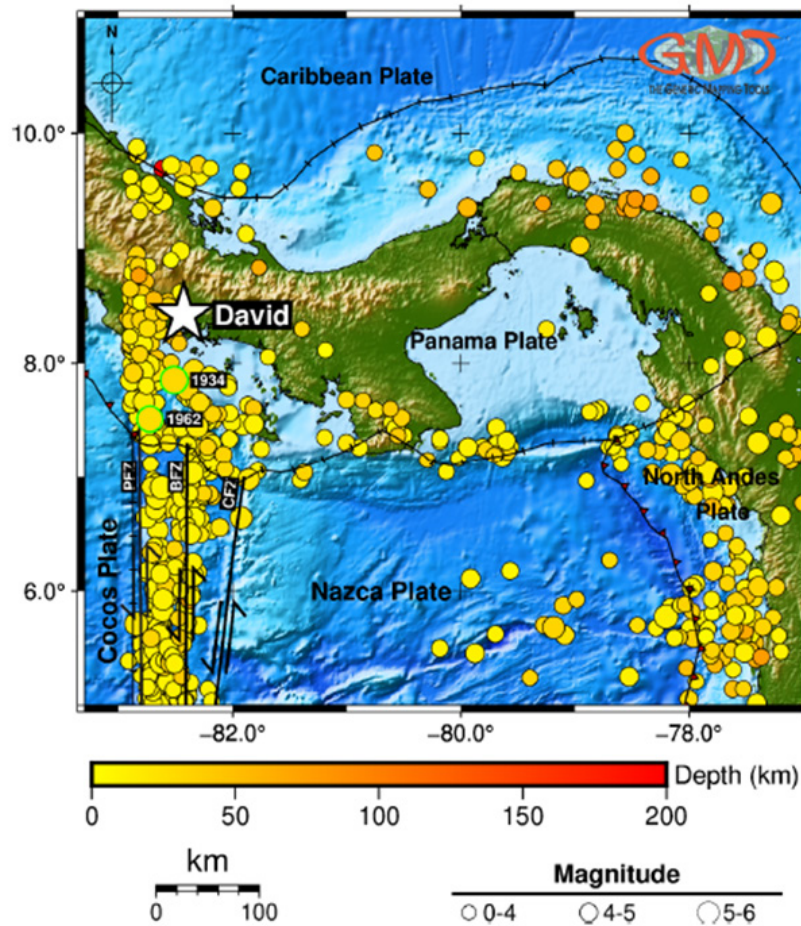


Fig. 1. Zonificación Sísmica Nacional Cortical [2].

El terremoto de Costa Rica (1991), conocido como terremoto de Limón-Changuinola, fue un sismo de magnitud 7.7 que sacudió la zona fronteriza de Panamá y Costa Rica y causó daños en un área de 8000 km², de los cuales el 80% fue territorio costarricense y el 20% territorio panameño. Los daños y pérdidas más notables ocurrieron en líneas vitales, incluyendo carreteras, ferrocarriles, puentes, puertos y acueductos. Este último siendo la razón de la investigación del desempeño de tuberías [3].

2.METODOLOGÍA

A. Matriz de Simulaciones

En una hoja electrónica en Microsoft Excel se realizó una matriz de simulación con datos relevantes como el tipo de suelo y sus características (el cual fue obtenido de perforaciones realizadas en David, Chiriquí), y el material de la tubería. Estos datos son necesarios para simular el comportamiento de una tubería en un terreno inclinado. Los diámetros de

las tuberías son de suma importancia, ya que a distintos diámetros pueden producirse condiciones de esfuerzo diferentes. Sin embargo, un inconveniente presentado es que, al usar una tubería con su respectivo espesor, resulta en una concentración de muchos elementos con dimensiones significativamente más pequeñas que el resto, en un espacio muy reducido. Por tanto, el programa no lograba reconocer el elemento. Para subsanar lo anterior, se calculó una sección cilíndrica equivalente, utilizando la razón entre el módulo de elasticidad y el momento de inercia de una tubería y una barra para ser introducidos de manera correcta en el programa.

B. Modelación en Software de Elementos Finitos

Plaxis 3D Ultimate es un software flexible de análisis geotécnico, es decir, una aplicación informática que realiza análisis de elementos finitos dentro del campo de la ingeniería geotécnica, incluyendo deformación del suelo, estabilidad de taludes, así como, la interacción suelo-estructura [4].

Para el análisis del desempeño de tuberías soterradas se realizaron modelaciones con taludes de 30, 60 y 90 grados, siendo este último el caso más crítico. Con los datos de la matriz de simulación se creó el diseño geométrico en el software introduciendo los parámetros del suelo: tipo CH (Arcilla inorgánica de alta plasticidad), un talud de 2 metros de alto con inclinación de 30 grados y una tubería de PVC a una profundidad de 1.60m, tal como lo indica la normativa técnica del IDAAN [5] (Ver Fig. 2).

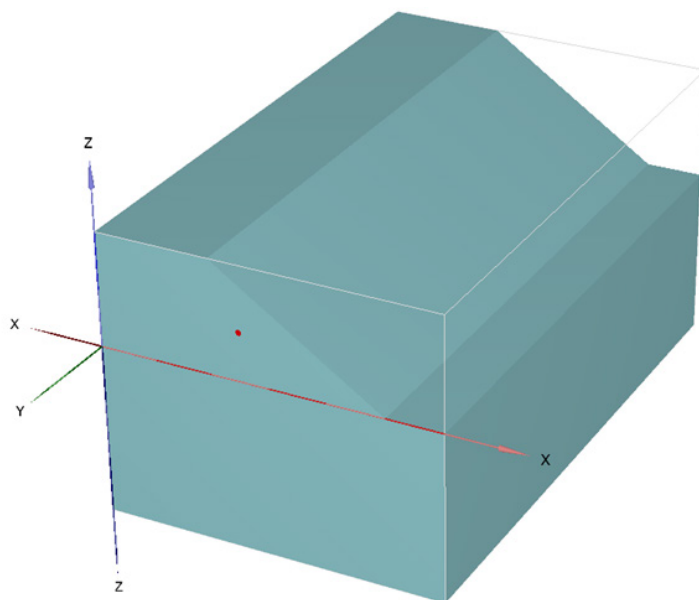


Fig. 2. Diseño geométrico del terreno y la tubería.

Luego de realizado el diseño geométrico, se procedió a seleccionar los nodos de análisis, como se observa en la Fig. 3 (a), y los elementos producto de la unión de los nodos, estos dieron como resultado la malla del análisis, la cual se puede apreciar en la Fig. 3 (b). Plaxis 3D realiza un análisis elemento por elemento de las deformaciones, desplazamientos, esfuerzos, presiones, etc.

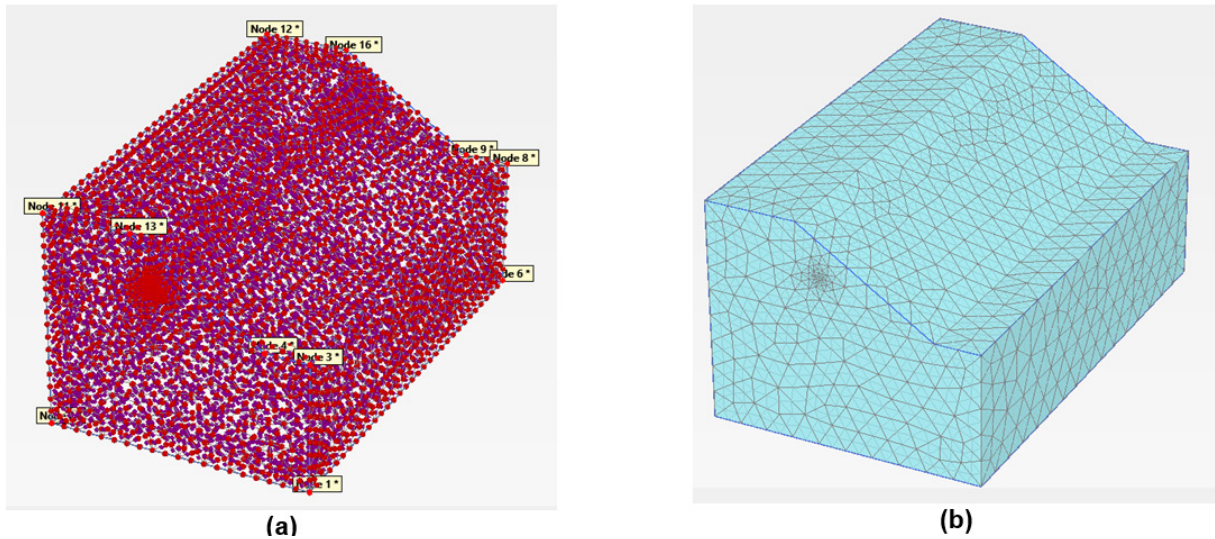


Fig. 3. (a) Selección de los nodos. (b) Malla Resultante.

Plaxis 3D facilita la programación del proceso de consolidación en un tiempo determinado, el comportamiento del nivel freático y sus presiones geostáticas. En las Fig. 4 (a) y 4 (b) se puede apreciar el desplazamiento del suelo y de la tubería.

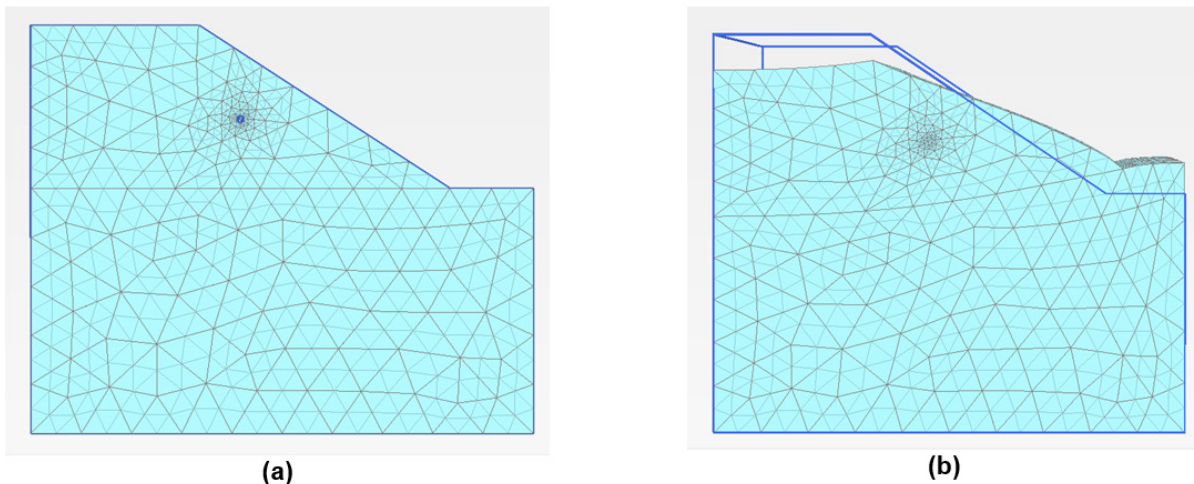


Fig. 4. (a) Diseño geométrico inicial. (b) Diseño geométrico luego de la consolidación

3.RESULTADOS

Entre los resultados de Plaxis 3D se obtienen las magnitudes del desplazamiento del suelo y de la tubería en todas las etapas de consolidación. En la Fig. 5 se observa en color azul la zona donde no hubo desplazamiento y en rojo el mayor desplazamiento posible después de la consolidación.

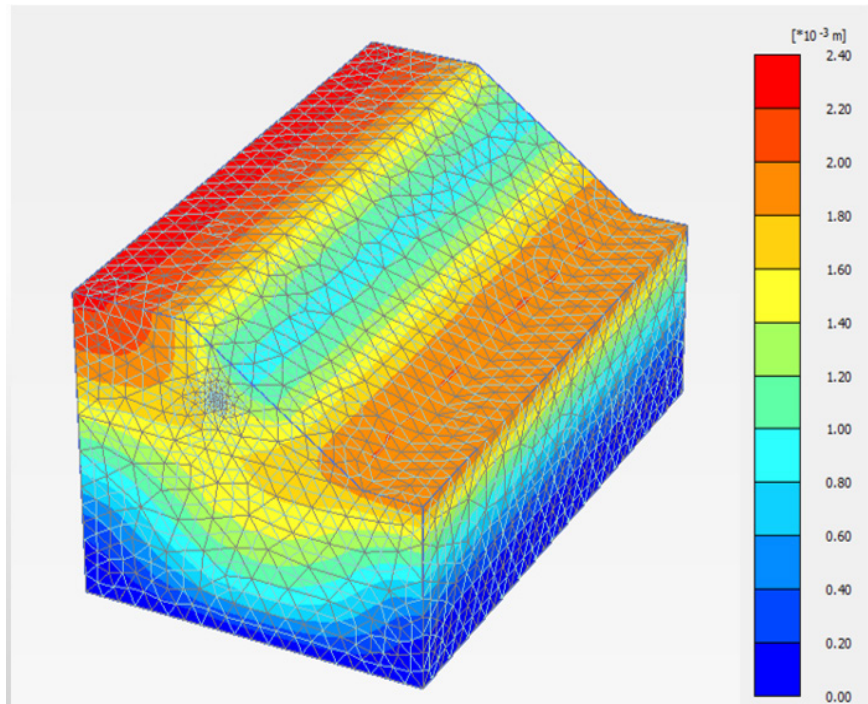


Fig. 5. Magnitudes del Desplazamiento.

En esta fase inicial también se muestran las magnitudes de los esfuerzos iniciales (utilizando únicamente la carga del suelo). Se puede observar que estos tienden a ser mayores en los elementos de suelo contiguos a la tubería (Ver Fig. 6. (a)). Luego del periodo de consolidación, los esfuerzos sobre la tubería son mayores (Ver Fig. 6. (b))

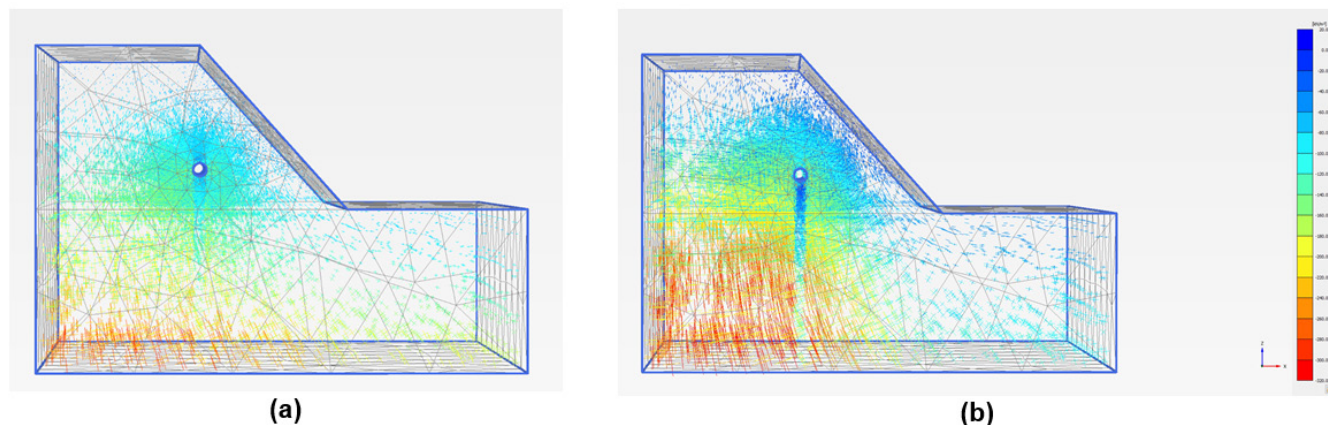


Fig. 6. (a) Magnitudes de esfuerzos iniciales. (b) Magnitudes de esfuerzos luego de la consolidación.

4. CONCLUSIONES

La información presentada en este documento constituye un avance parcial de la investigación descrita, la cual se encuentra aún en ejecución.

Se sabe de la literatura que el desempeño de una tubería está gobernado por la deflexión o la resistencia de la tubería, según el material. Estos esfuerzos dependen de muchos factores externos, en este caso únicamente se realizó el estudio con las cargas del suelo.

Para el análisis se hicieron modelaciones con inclinaciones de 30, 60 y 90 grados dando como resultado el aumento de los esfuerzos del suelo sobre la tubería al aumentar la inclinación. La tubería también se colocó a distintas profundidades para analizar su comportamiento siendo este distinto en todos los casos realizados.

Con el objetivo de optimizar su desempeño los esfuerzos obtenidos del programa serán comparados con ensayos realizados a este tipo de tuberías, para obtener una correlación del momento de falla y en un futuro mejorar el diseño de taludes o la reubicación de las tuberías.

REFERENCIAS

- [1] J. Alfaro, Cuando Bocas del Toro sintió el más fuerte terremoto, *La Estrella de Panamá*, 2017.
- [2] F. Grajales-Saavedra, A. Mojica, C. Ho, K. Samudio, G. Mejia, S. Li, L. Almengor, R. Miranda and M. Muñoz, "Horizontal-to-Vertical Spectral Ratios and Refraction Microtremor Analyses for Seismic Site Effects and Soil Classification in the City of David, Western Panama," *GEOSCIENCES*, vol. 13, no. <https://www.mdpi.com/2076-3263/13/10/287>, 2023.
- [3] "RSN Universidad de Costa Rica," Escuela Centroamericana de Geología - Sección de Sismología, Vulcanología y Exploración Geofísica, [Online]. Available: <https://rsn.ucr.ac.cr/actividad-sismica/ultimos-sismos/26-sismologia/sismos-historicos/3235-terremoto-de-limon-22-de-abril-de-1991>.
- [4] "Bentley," Bentley, [Online]. Available: <https://www.bentley.com/software/plaxis-3d/>. [Accessed 2023].

- [5] IDAAN, NORMAS TÉCNICAS PARA APROBACION DE PLANOS DE LOS SISTEMAS DE ACUEDUCTOS Y ALCANTARILLADOS SANITARIOS,” 2006. [Online]. Available: <https://www.idaan.gob.pa/wp-content/uploads/2016/04/Normativas.pdf>. [Accessed Junio 2023].

AUTORIZACIÓN Y LICENCIA CC

Los autores autorizan a APANAC XIX a publicar el artículo en las actas de la conferencia en Acceso Abierto (Open Access) en diversos formatos digitales (PDF, HTML, EPUB) e integrarlos en diversas plataformas online como repositorios y bases de datos bajo la licencia CC:

Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International (CC BY-NC-SA 4.0) <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>.

Ni APANAC XIX ni los editores son responsables ni del contenido ni de las implicaciones de lo expresado en el artículo.

POTENCIAL ENERGÉTICO DE LOS NEUMÁTICOS FUERA DE USO RECOLECTADOS EN EL MUNICIPIO DE MANAGUA

Larios, Gerson

Universidad Nacional de Ingeniería
Managua, Nicaragua
gerson.larios738@std.uni.edu.ni

López, Yasser

Universidad Nacional de Ingeniería
Managua, Nicaragua
yasser.lopez842@std.uni.edu.ni

Blanco, Johana

Universidad Nacional de Ingeniería
Managua, Nicaragua
johanna.blanco@fti.uni.edu.ni

Abstract

Out of Use Tires (OUT) in Managua represent 52% of the total generated in Nicaragua, which corresponds to 1,938,522 units generated in the year 2022. These Tires come from buses, cars, trucks, trucks, vans, minibuses, motorcycles, among others, according to the Transportation statistical yearbook of the country's Ministry of Transportation and Infrastructure. The treatment of this waste is based on different methods such as incineration, pyrolysis, recycling of rubber and other components, among others. These wastes have energy potential that can be transformed into new energy sources. To determine the energy potential, this study analyzed the calorific value of the tires after different tests in a calorimeter, obtaining an average value of 32,163,717 kJ/kg (7,682,172 Kcal/kg). Depending on the mass of the different tire sizes, their quantity and their calorific value, an energy potential of 491,788,316 GJ/year is obtained. This energy potential could be used as thermal energy or electrical energy, the latter representing 1.22% of the country's annual demand for diesel-based thermal generation, with ideal efficiency.

Keywords: tires, solid waste, energy potential, calorific value, calorimetry.

Resumen

Los Neumáticos Fuera de Uso (NFU) en Managua representan el 52% del total generado en Nicaragua lo cual corresponde a 1,938,522 unidades generados en el año 2022. Estos

Neumáticos provienen de autobuses, automóviles, cabezales, camiones, camionetas, furgonetas, microbuses, motocicletas, entre otros, según el anuario estadístico de Transporte del Ministerio de Transporte e Infraestructura del país. El tratamiento de estos residuos está basado en diferentes métodos como la incineración, la pirolisis, el reciclaje del caucho y demás componentes, entre otros. Estos residuos tienen potencial energético que se pueden transformar en aprovechamiento de nuevas fuentes de energía. Para la determinación del potencial energético este estudio analizó el poder calorífico de los neumáticos tras distintas pruebas en un calorímetro, obteniendo un valor medio de 32,163.717 kJ/kg (7,682.172 Kcal/kg). Según la masa de los diferentes tamaños de neumáticos, la cantidad de estos y el poder calorífico, se obtiene un potencial energético de 491,788.316 GJ/año. Ese potencial energético se podría utilizar como energía térmica o energía eléctrica, siendo esta última representaría el 1.22% de la demanda anual del país de la generación térmica a base de diésel, con una eficiencia ideal.

Palabras claves: neumáticos, residuos sólidos, potencial energético, poder calorífico, calorimetría.

1. INTRODUCCIÓN

Los Neumáticos Fuera de Uso (NFU) son un tipo de desecho prácticamente indestructible durante el paso del tiempo, ya que sus componentes están diseñados para resistir duras condiciones de uso, por lo que se dificulta su tratamiento. Finalizada la vida útil, los neumáticos se convierten en desechos, y la utilización masiva se ha convertido en un problema al momento de eliminarlos. El almacenamiento es complicado debido a que por sí solo los NFU no se degradan fácilmente, son de difícil compactación, son refugio ideal de insectos y roedores, acumulan gases y lixiviados frecuentes en los basureros; además no permite recuperar materia ni energía, ocupan gran volumen de espacio y contaminan el medio ambiente [1].

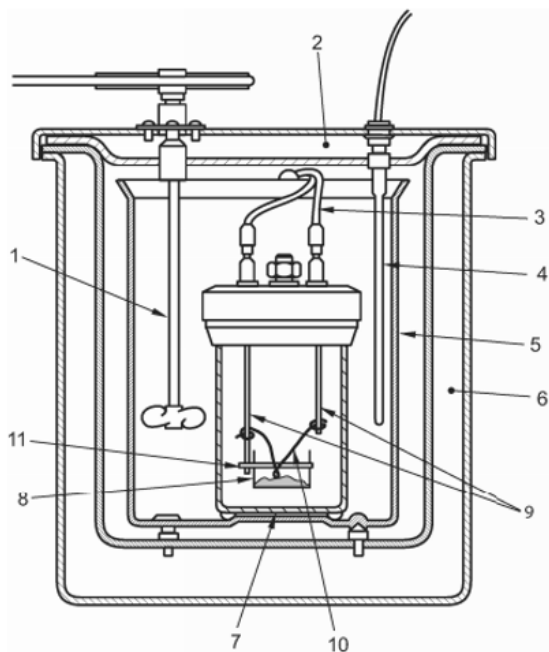
La Norma Técnica Obligatoria Nicaragüense NTON 05 014-02 [2] menciona que “no se permite arrojar desechos, de cualquier tipo, en vías públicas, parques y áreas de esparcimiento colectivo” y además “no se permite la quema de desechos sólidos no peligrosos, bajo ninguna circunstancia” por lo que se debe buscar una alternativa que permita tratar estos residuos sólidos. En este caso específicamente el aprovechamiento del potencial energético de los NFU es una de las alternativas para utilización de otras fuentes de energía.

El neumático está compuesto por una parte orgánica, formada por caucho vulcanizado derivado de ciertos tipos de árboles tropicales y otros aditivos, así como textil, además de

otra parte inorgánica, formada por un entramado metálico y caucho sintético derivado del petróleo, negro de carbono, azufre, zinc, y otros. La parte metálica es fácilmente recuperable y reciclada en forma de chatarra. Por otro lado, la parte del caucho presenta un elevado potencial energético y químico. Aproximadamente la mitad de la masa del neumático es caucho, tanto natural como sintético [3][4].

El potencial energético es el producto del poder calorífico, este último representa la cantidad de energía interna o entalpía desprendida, por unidad de masa de un cuerpo [5]. El poder calorífico se obtiene por calorimetría a volumen constante donde ocurre un proceso de combustión el cual libera energía térmica. La calorimetría es realizada mediante un dispositivo llamado calorímetro, mostrado en la figura 1, el cual consta de una bomba calorimétrica donde se realiza la combustión además de un vaso calorimétrico para que se realice la transferencia de calor al agua que este contiene y es ahí donde se mide la variación de temperatura [6].

Figura 1: Partes del Calorímetro [7]



1. Agitador
2. Tapa del depósito aislado
3. Cables de ignición
4. Dispositivo de medición de la temperatura
5. Vaso calorimétrico
6. Depósito aislado
7. Bomba calorimétrica
8. Crisol
9. Electrodo
10. Cable de encendido
11. Apovo de crisol.

2. MÉTODO

A. Proyección de los neumáticos fuera de uso (NFU)

Para estimar la cantidad de NFU se ha realizado en base a la proyección del Parque Vehicular (PV) de Managua, según datos de INIDES y MTI [8], con un porcentaje promedio al año 2022

del 8% de crecimiento según el comportamiento de la base de datos desde el año 2011 al 2021. Para esta proyección se tomó en cuenta la vida útil de los neumáticos [9], el peso de los neumáticos y el porcentaje de composición de caucho que tienen los neumáticos según el tipo de vehículo [3][4].

$$r = \frac{(PV_i - PV_0)}{PV_0}$$

Donde:

r: tasa de crecimiento del parque vehicular (%)

PV_i: Parque Vehicular del año final

PV₀: Parque Vehicular del año inicial

B. Calorimetría a volumen constante.

Para el procedimiento de cálculo de poder calorífico primero se pesa la muestra del caucho extraído del neumático, luego se coloca en el crisol con el hilo de ignición para introducirlo en el depósito de la bomba calorimétrica junto con el oxígeno. Posteriormente se colocará el agua en la cámara del vaso calorimétrico donde se introduce la bomba calorimétrica debidamente tapada. Finalmente se coloca en el depósito aislado, en este momento se enciende la ignición generando la combustión, el calor será transmitido al a todas las partes del calorímetro y por ende al agua por medio de convección forzado debido al agitador. La temperatura del agua es medida y esta se utiliza en la ecuación termodinámica de transferencia de energía interna del proceso a volumen constante.

Para calcular el potencial energético se basa en la primera ley de la termodinámica, realizando un balance de energía, asumiendo que la variación total de energía por medio de la reacción de combustión será igual al calor total generado en la combustión, tras el desarrollo del balance se determina que poder calorífico será:

$$\Delta U = \frac{(C_v * \Delta T) - (m_{Fe} * \Delta U_{Fe})}{m_{caucho}}$$

Donde:

ΔU : poder calorífico de la muestra (KJ/g)

C_v : capacidad térmica del calorímetro (KJ/°C)

ΔT : variación de temperatura (°C)

m_{Fe} : Masa del hilo del hierro combustionado (g)

ΔU_{Fe} : Calor de combustión del hilo de hierro (KJ/g)

m_{caucho} : Masa de la muestra combustionada (g)

C. Determinación del potencial energético.

Para la calcular el potencial energético se resume en la siguiente ecuación:

$$PE = m_c PC$$

Donde:

PE : Potencial energético (GJ/año)

m_c : masa del caucho generada por día (kg/año).

PC : poder calorífico del caucho

El potencial energético al año de los NFU representa la energía eléctrica generada a partir de la generación térmica de estos, siendo esta comparada con la demanda eléctrica nacional según el Centro Nacional de Despacho de Carga (CNDC) de Nicaragua en el año 2022 [10].

3.RESULTADOS

La proyección mostrada en la tabla 1 del total de NFU de la municipalidad de Managua en el año 2022 es de 1,938,522 unidades, siendo 15,300,390 kg de masa total del caucho de los NFU en ese año.

Tabla 1: Cálculo de la masa de los neumáticos

| Tipo de vehículo | Parque Vehicular Año 2022 | No. Neumáticos/vehículo | No. NFU | Masa Unitaria neumático (Kg) | Masa unitaria caucho (Kg) | Masa caucho NFU (Kg) |
|------------------|---------------------------|-------------------------|---------|------------------------------|---------------------------|----------------------|
| Autobuses | 4336 | 26017 | 26017 | 52.67 | 25.2816 | 657756 |
| Automóvil | 132926 | 531706 | 265853 | 5.91 | 2.8368 | 754171 |
| Cabecal | 7993 | 143875 | 143875 | 52.67 | 25.2816 | 3637401 |
| Camión | 31154 | 311537 | 311537 | 52.67 | 25.2816 | 7876149 |
| Camioneta | 110978 | 443910 | 221955 | 13.15 | 6.312 | 1400981 |
| Furgoneta | 5346 | 32076 | 16038 | 5.91 | 2.8368 | 45497 |
| Microbús | 8443 | 50661 | 50661 | 5.91 | 2.8368 | 143714 |
| Motocicleta | 199370 | 398740 | 398740 | 4.1 | 1.968 | 784721 |
| TOTAL | 513881 | 1938522 | 1434676 | 193 | 93 | 15300390 |

Este estudio analizó el poder calorífico de neumáticos tras distintas pruebas en una bomba calorimétrica, obteniendo un valor medio de 32,163.717 kJ/g (7,682.172 Kcal/kg). Según la masa de los diferentes tamaños de neumáticos, la cantidad total de caucho y el poder calorífico se obtiene un potencial energético de 491,788.316 GJ/año.

El potencial energético al año de los NFU comparado con la demanda eléctrica nacional de generación térmica a base de diésel según el Centro Nacional de Despacho de Carga (CNDC) en el año 2022 se muestra en la tabla 2.

Tabla 2: generación de energía eléctrica nacional nicaragüense

| | | |
|------------------------|-----------|-----|
| Térmico diésel | 11236.04 | MWH |
| Proyección térmica NFU | 136.60797 | |

4. CONCLUSIONES

El potencial energético de los NFU se podría utilizar como energía térmica o energía eléctrica, siendo esta última representaría el 1.22% de la demanda anual del país de la generación térmica a base de diésel según Centro Nacional de Despacho de Carga (CNDC) en el año 2022, asumiendo una eficiencia ideal. Otra forma de aprovechamiento es el proceso de la pirolisis para obtener combustible alternativo para generación de energía eléctrica u otros usos.

REFERENCIAS

- [1] A. Veses, “Producción y caracterización de combustibles líquidos a partir de la co-pirólisis de biomasa y neumáticos fuera de uso” Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad de Zaragoza, Mayo 2012.
- [2] Comité Técnico, NORMA TÉCNICA AMBIENTAL PARA EL MANEJO, TRATAMIENTO Y DISPOSICIÓN FINAL DE LOS DESECHOS SÓLIDOS NO-PELIGROSOS (2002), Managua Nicaragua.
- [3] L. Bockstal, T. Berchem, Q. Schmetz, Devulcanisation and reclaiming of tires and rubber by physical and chemical processes: A review. *Journal of Cleaner Production*, 236, 117574. [2019]
- [4] López, F., Centeno, T. Á., & Alguacil, F. J. Aprovechamiento energético de residuos: el caso de los neumáticos fuera de uso. Año internacional de la energía sostenible para todos. [2012]
- [5] Cengel, Y. A. *Transferencia de Calor y masa* (2da ed.). McGraw Hill. [2007]
- [6] Susana Juanto, J. S. . Bomba Calorimétrica: reconstrucción de un equipo. vol. 31. *Revista de Enseñanza de la Física*, 425, [2019].
- [7] Juanto, S., Stei, J., Prodanoff, F., & Yalet, N. M. Bomba Calorimétrica: reconstrucción de un equipo. *Revista de Enseñanza de la Física*, 31, 425-431, [2019].
- [8] Instituto Nacional de Información de Desarrollo (INIDE). “Anuario estadístico 2021” Managua, Nicaragua. [2022]
- [9] Meléndez Cabrera, H. H. Estudio de pre-factibilidad para la instalación de planta de reciclaje de neumáticos fuera de uso NFU en el municipio de Managua (Doctoral dissertation, Universidad Nacional de Ingeniería). [2019]
- [10] Centro Nacional de Despacho de Carga (CNDC) “Informe de Operación del SIN (Sistema Interconectado Nacional)” Nicaragua, p. 12 [2022]. <https://www.cndc.org.ni/>

AUTORIZACIÓN Y LICENCIA CC

Los autores autorizan a APANAC XIX a publicar el artículo en las actas de la conferencia en Acceso Abierto (Open Access) en diversos formatos digitales (PDF, HTML, EPUB) e integrarlos en diversas plataformas online como repositorios y bases de datos bajo la licencia CC:

Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International (CC BY-NC-SA 4.0) <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>.

Ni APANAC XIX ni los editores son responsables ni del contenido ni de las implicaciones de lo expresado en el artículo.

Visibilidad de los Repositorios institucionales de acceso abierto en Panamá integrados en OpenDoar y el repositorio Nacional PRICILA

Murillo-Gonzalez, Danny

Universidad Tecnológica de Panamá
Panamá

danny.murillo@utp.ac.pa

Saavedra, Dalys

Universidad Tecnológica de Panamá
Panamá

dalys.saavedra@utp.ac.pa

López, Sucel

Universidad Tecnológica de Panamá
Panamá

lopez.sucel@utp.ac.pa

Abstract

Open access aims to ensure immediate access, without technological or legal restrictions, to academic and scientific production from an institution, being one of the most utilized strategies to showcase open-generated resources through the implementation of institutional repositories. Repositories are digital platforms designed to centralize, capture, and preserve resources generated by academics in teaching, learning, and research activities within an academic institution, enabling access to knowledge. This aligns with the Sustainable Development Goal related to ensuring inclusive, equitable, and quality education and promoting lifelong learning opportunities for all. Visibility further enhances dissemination and amplifies the impact of academic work and research stored in repositories. However, repositories must meet diverse criteria outlined in the guide for the evaluation of institutional repositories created by Recolecta, the European aggregator of repositories. The objective of this work was to evaluate the visibility, interoperability, and open access policies of institutional repositories in Panama. The study combined quantitative and qualitative techniques to collect data from nine platforms integrating repositories, including the OpenDoar repository directory, during the period from January 2022 to March 2023. Among the study's findings, 37 Central American repositories were identified, with Panama contributing 5, although the national repository registered a total

of 9 repositories. 65% of Central American repositories utilized Dspace software, while in Panama, this figure was 88.9%. All Panamanian repositories had the OAI-PMH protocol for interoperability, yet three were inaccessible, and only one displayed the OAI-PMH URL for harvesting. The average number of documents stored in Panama's repositories was 134, indexed in Google Scholar, compared to 1095 in Central America. As for visibility and integration in other platforms, Panamanian repositories were found on Google Scholar (6), CORE (6), BASE (4), OpenAire (2), ROAR (2), DuraSpace (2), RepoCentroAmericano (3), and Repo Nacional PRICILA (9), with only one repository integrated across all platforms. Only three repositories were identified with open access policies. It is concluded that strategies are necessary to integrate repositories into digital platforms to enhance visibility. It is recommended to verify the automatic generation of metadata through OAI-PMH for proper document harvesting. Developing open access policies is crucial to recognize the importance of these platforms in the open science ecosystem for increased visibility. While repositories serve as complementary sources to assess research production from a university, the number of documents integrated into Panamanian repositories does not truly reflect their visibility and evaluation potential.

Keywords: Visibility, repositories, open access, PRICILA, measurement

Resumen

El acceso abierto tiene como objetivo garantizar un acceso inmediato, sin restricciones tecnológicas o legales, a la producción académica y científica de una institución, siendo una de las estrategias más utilizadas para mostrar recursos generados en abierto mediante la implementación de repositorios institucionales. Los repositorios son plataformas digitales diseñadas para centralizar, capturar y preservar recursos generados por académicos en actividades de enseñanza, aprendizaje e investigación, facilitando el acceso al conocimiento. Esto se alinea con el Objetivo de Desarrollo Sostenible relacionado con garantizar una educación inclusiva, equitativa y de calidad, y promover oportunidades de aprendizaje para todos. La visibilidad mejora la difusión y amplía el impacto del trabajo académico e investigativo almacenado en los repositorios, aunque estos deben cumplir con diversos criterios establecidos en la guía para la evaluación de repositorios institucionales creada por Recolecta, el agregador europeo de repositorios. El objetivo fue evaluar la visibilidad, interoperabilidad y políticas de acceso abierto de repositorios institucionales en Panamá. El estudio combinó técnicas cuantitativas y cualitativas para recopilar datos de nueve plataformas que integran repositorios, incluido el directorio OpenDoar, durante enero de 2022 a marzo de 2023. Se identificaron 37 repositorios centroamericanos, con 5 de Panamá, aunque el repositorio nacional registró 9. El 65% de los repositorios centroamericanos

usaban Dspace, mientras que en Panamá fue del 88.9%. Todos los repositorios panameños tenían el protocolo OAI-PMH para interoperabilidad, aunque tres no eran accesibles, y solo uno mostraba la URL del OAI-PMH para recolección. El promedio de documentos en repositorios panameños fue de 134, indexados en Google Scholar, comparado con 1095 en Centroamérica. En cuanto a visibilidad e integración en otras plataformas, repositorios panameños estaban en Google Scholar (6), CORE (6), BASE (4), OpenAire (2), ROAR (2), DuraSpace (2), RepoCentroAmericano (3) y Repo Nacional PRICILA (9), con solo un repositorio integrado en todas las plataformas. Solo tres repositorios tenían políticas de acceso abierto. Se concluye que son necesarias estrategias para integrar repositorios en plataformas digitales para mejorar la visibilidad. Se recomienda verificar la generación automática de metadatos mediante OAI-PMH para una recolección adecuada de documentos. Desarrollar políticas de acceso abierto es crucial para reconocer la importancia de estas plataformas en el ecosistema de la ciencia abierta y aumentar la visibilidad.

Palabras claves: visibilidad, repositorios, acceso abierto, PRICILA, OpenDoar

1. INTRODUCCIÓN

El acceso abierto tiene como fin asegurar el acceso inmediato, sin restricciones tecnológicas o legales de la producción académica y científica de una institución, donde una de sus principales estrategias de dar visibilidad a los contenidos generados de la labor de investigación y académica a través de los repositorios institucionales (RI), también conocida como la vía verde de publicación [1].

Los repositorios son plataformas digitales que tienen como objetivo centralizar, capturar y preservar los recursos de una institución académica generados por académicos de las actividades de enseñanza, aprendizaje e investigación permitiendo el acceso al conocimiento, siendo sus características principales el uso de Metadatos, enlaces persistentes, Interoperabilidad, lo que lo diferencia de otras plataformas web, además que permite mejorar la visibilidad de sus contenidos [2], como también un modo de fortalecer su accesibilidad perpetua [3].

A nivel latinoamericano se han realizado diversos estudios mostrando la democratización de la información y el acceso al conocimiento a través de los repositorios [4], en vías de mejorar la difusión de la producción científica de las instituciones de Educación Superior [5], haciendo énfasis en la normalización de metadatos, usos de tesauros para lograr una mejor visibilidad de estos contenidos [6], además de generar contenidos en esas plataformas de relacionados con innovaciones educativas o docentes que sirven como evidencia de la labor académica y dar acceso abierto a estos contenidos de forma inmediata [7]

En el caso de Panamá, año 2019 se realizó un estudio sobre la implementación de repositorios en acceso abierto en vías de medir el nivel de visibilidad de los cuatros repositorios que en ese momento existían, concluyendo el alcance de estos documentos integrados en diferentes plataformas a través de la cosecha de los RI, sobre todo identificar la indexación de documentos en Google Scholar [8].

Según datos de Opendoar, directorio de repositorios a nivel mundial, existen más de 5500 repositorios registrados en esa plataforma desde el 2002 hasta inicio de 2023 [9], [10], siendo 594 de Latinoamérica, 175 más que en el año 2021, pero a nivel de Centroamérica de 2021 a 2023 solo hay registrados nueve repositorios más que hacen un total de 46 RI. Por otro lado, según datos de la REFERENCIA, la red Federada de Repositorios latinoamericanos existen 12 nodos nacionales de repositorios entre ellos el Repositorio Nacional de Panamá llamado PRICILA que es administrado pro la Secretaría Nacional de Ciencia y Tecnología e Innovación (SENACYT) y que cuenta con ocho repositorios, sin embargo, aunque en OpenDoar hay registrado también ocho repositorios, dos de ellos no están en PRICILA.

El objetivo de este trabajo es evaluar la visibilidad, interoperabilidad e inclusión de políticas Open Access de los repositorios institucionales de acceso abierto en Panamá e integrados el Repositorio Nacional PRICILA de la SENACYT y ver el avance de los RI con respecto al primer estudio realizado en el 2019.

2. MÉTODO

Para evaluar la visibilidad de los repositorios en Panamá se identificaron los indicadores de visibilidad de la guía de repositorios de Recolecta, haciendo énfasis en el dominio web, metadatos, interoperabilidad y acceso a los contenidos. Además, se realizó una búsqueda de repositorios panameños listados en el Directorio OpenDoar y como los RI integrados en el Repositorio Nacional PRICILA.

Se seleccionaron 20 plataformas de integración de documentos de RI (cosechadores, repositorios, buscadores) y se hizo una búsqueda de repositorios panameños por nombre y dominio web en esta plataforma para evaluar su integración. Para los documentos indexados se contabilizó el número de documentos de cada RI según dominio web.

Para la búsqueda de información relacionada con los Backlinks y enlaces de cada dominio se utilizaron las aplicaciones Ahrefs y Majestic seo utilizando el nombre del dominio web de los RI.

3. RESULTADOS

Según datos de OpenDoar se identificaron 84 repositorios de Centroamérica y México, los cuales según su dominio se verifico el número de documentos integrados y el número de

documentos indexados en Google Scholar. En la Figura 1 se muestra repositorios con una gran cantidad de documentos, pero con pocos documentos indexados, esto principalmente a problemas de interoperabilidad en el protocolo OAIPMH. En el caso de los repositorios Centroamericanos, del El Salvador, Nicaragua y Panamá se muestran repositorios con pocas diferencias entre el número de documentos en el RI versus el número de documentos indexados en Google Scholar (GS).

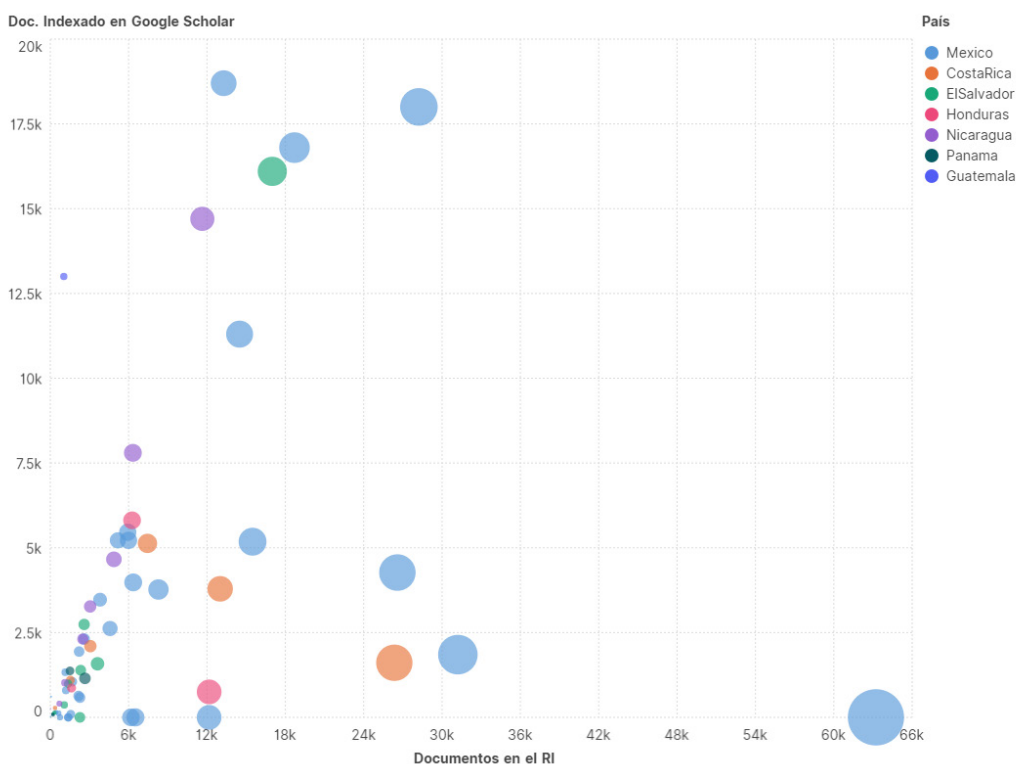


Figura 1. Repositorios en Centroamérica y Mexico según documentos en RI y Google Scholar

Los repositorios panameños identificados entre las plataformas OpenDoar y PRICILA, se identificaron 11, los cuales se muestran en la tabla 1, según su nombre de dominio. De estos solo uno utiliza el software Eprint (UP-RID), los demás utilizan el software Dspace. Los repositorios ORGANOJUDICIAL y CIEDUPANAMA, no son cosechados por PRICILA por problemas de interoperabilidad. La tabla muestra que UP-RID es el repositorio con más documentos, pero es el RI de UMECIT el que mejor porcentaje tiene entre número de documentos en el RI y documentos indexados en GS con UN 97.4%, también el RI con más publicaciones de revistas (doc RE) con 2649 documentos. El valor RD (Domain Rating) muestra la reputación u autoridad del dominio web de ese repositorio según los enlaces entrantes, Backlinks (BK) y la web que enlazan estos repositorios (WE), donde UP-RID es el repositorio que más BK genera con 181000, seguido de UTP-Ridda2 con 61000, pero UTP-Ridda2, es enlazado por más dominios con 394.

Al evaluar la interoperabilidad de los repositorios, todos tenían habilitado el protocolo OAI-PMH y el número de documentos en sus metadatos correspondía al número de documentos integrados, salvo los repositorios ULATINA y GORGAS que se identificaron con problemas de acceso a sus dominios, donde escasamente se pudo identificar un documento indexado en GS, no por no contar con documentos sino por problemas de acceso en el servidor y el dominio web.

Tabla 1. Repositorios en Panamá ordenados por número de documentos

| Dominio | institución | docs | docs GS | doc RE | RD | BK | WE |
|--|----------------|------|---------|--------|----|--------|-----|
| up-rid.up.ac.pa | UP-RID | 5200 | 3280 | 2825 | 63 | 181000 | 138 |
| ridda2.utp.ac.pa | UTP-Ridda2 | 3410 | 2150 | 2135 | 59 | 61000 | 394 |
| repositorio.umecit.edu.pa | UMECIT | 3400 | 3310 | 2649 | 48 | 201 | 29 |
| repositoriodigital.organojudicial.gob.pa | ORGANOJUDICIAL | 817 | 222 | 0 | 40 | 4487 | 68 |
| repositorio2.udelas.ac.pa | RI UDELAS | 754 | 384 | 620 | 38 | 7000 | 34 |
| jadimike.unachi.ac.pa | UNACHI | 323 | 274 | 159 | 34 | 4500 | 11 |
| repositorio.ciedupanama.org | CIEDUPANAMA | 272 | 138 | 0 | 17 | 5 | 0 |
| repositorio-indicasat.org.pa | RI-INDICASAT | 227 | 23 | 0 | 6 | 37 | 7 |
| speiro.usma.ac.pa | SPERIO | 221 | 61 | 60 | 12 | 52 | 10 |
| repo.ulatina.edu.pa | ULATINA | 1 | 1 | 0 | 40 | 1 | 1 |
| riicges.gorgas.gob.pa | GORGAS | 1 | 1 | 0 | 47 | 1 | 1 |

Para evaluar el alcance de los RI y su visibilidad en otras plataformas, se hizo la búsqueda de estos en 20 plataformas web, identificando al menos un documento en estos. En la Figura 2 se muestran en colores los RI de Panamá, incluyendo el RI Nacional PRICILA y su vinculación con estas plataformas. Las plataformas con más RI panameños identificados fueron: Google Scholar (6), CORE (6), BASE (4), OpenAire (2), ROAR (2), DuraSpace (2), RepoCentroAmericano (3) y Repo Nacional PRICILA (9), con solo un repositorio integrado en todas las plataformas, siendo UTP-Ridda2 el único repositorio identificado en todas las plataformas incluyendo recursos IA como Komo IA y Perplexity, lo que permite evaluar el alcance de los RI a través de sus metadatos, interoperabilidad y enlaces permanentes.

Los resultados obtenidos comparados con el estudio de RI en Panamá realizado en el 2019 es alentador, donde se pudieron identificar siete nuevos repositorios, tres de IES públicas, con una mayor cantidad de documentos y mayor visibilidad e alcance de los documentos integrados en ellos identificados en al menos 20 plataformas, sin problemas de interoperabilidad pero con menor porcentaje de indexación en Google Scholar.

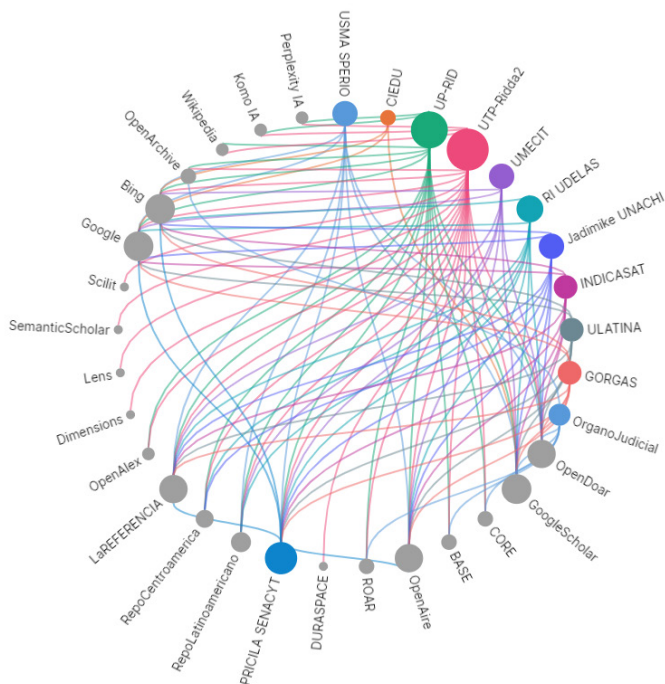


Figura 2. Enlaces de los Repositorios con diversas plataformas web

3. CONCLUSIONES

Podemos indicar en primera instancia que en Panamá existen 48 Organizaciones en que generan contenido científico o académico, 28 de estas son Instituciones de Educación Superior pero solo existen 11 repositorios enmarcados en visibilizar los contenidos generados en acceso abierto a nivel nacional.

Los resultados de indicadores web de Backlink y enlaces web que enlazan los repositorios es un buen indicador del alcance que tienen los contenidos de los repositorios lo que implica en seguir mejorando su visibilidad y alcance para lograr integrar los repositorios panameños a más plataformas, donde, seis de los 10 repositorio se encontraron en al menos seis plataformas y solo un repositorio se pudo identificar en las 20 plataformas, UTP-Ridda2.

Es necesario generar políticas de acceso abierto debido a la importancia de estas plataformas en el ecosistema de ciencia abierta para aumentar la visibilidad, ya que solo tres repositorios panameños cuentan con políticas de repositorio que identifican el tipo de documento que se puede integrar, quien puede integrar, además que se hace necesario hacer docencia sobre la importancia de los repositorios como fuente complementarias para evaluar la producción de investigación producida por instituciones académicas, como de investigación, además de proporcionar indicadores del alcance que pueden tener estos recursos online.

REFERENCIAS

- [1] J. Javier and G. Vicente, “Los Repositorios en acceso abierto como elemento central en la transferencia de conocimiento entre los profesionales del patrimonio,” 2016.
- [2] F. F. Martínez Arellano, “Metadatos y repositorios institucionales,” *Bibliotecas y archivos (México, D.F.)*, vol. 2, no. 4, pp. 44–52, 2017. [bibliotecas-y-archivos-mexico-d-f/articulo/metadatos-y-repositorios-institucionales](#)
- [3] J. E. Rodríguez Camacaro, “Visibilidad de las publicaciones científicas: un modo de fortalecerlas,” *Suma de Negocios*, vol. 10, no. 21, pp. 63–69, 2019, doi: 10.14349/sumneg/2019.v10.n21.a8.
- [4] S. C. González, “LOS REPOSITORIOS INSTITUCIONALES Y DE ACCESO ABIERTO EN COSTA RICA”.
- [5] [W. R. Fierro Saltos, V. A. Bosquez Barcenas, and J. P. Cárdenas Benavides, “Una mirada a los repositorios digitales en Ecuador,” *Reciamuc*, vol. 2, no. 1, pp. 836–863, 2018, doi: 10.26820/reciamuc/2.1.2018.836-863.
- [6] Y. Martí Lahera, G. del Toro Iglesias, and Y. Gutiérrez Medina, “Visibilidad y accesibilidad al patrimonio documental de la Universidad de La Habana: repositorio institucional SCRIPTORIUM,” *Bibliotecas. Anales de Investigación*, vol. 12, no. 1, pp. 30–40, 2016.
- [7] L. González, L. Glasserman, M. S. Ramírez, and F. García-Peñalvo, “Repositorios como soportes para diseminar experiencias de innovación educativa,” *Innovación Educativa. Investigación, formación, vinculación y visibilidad*, no. January, pp. 259–272, 2017.
- [8] M. Danny, F. Madelaine, C. Huriviades, and S. Dalys, “Digital Institutional Repositories, Component of Open Science to Disseminate Scientific Publications: Case Repository UTP-Ridda2,” *2019 7th International Engineering, Sciences and Technology Conference* 2019.
- [9] Opendoar, “Opendoar: un directorio de repositorios institucionales.,” *Acimed*, vol. 18, no. 1, pp. 1–2, 2008
- [10] [P. Millington, “Más de 1000 repositorios a su disposición: OpenDOAR y ROAR,” *IX Workshop REBIUN Proyectos digitales*, pp. 2–3, 2009

AUTORIZACIÓN Y LICENCIA CC

(Open Access) en diversos formatos digitales (PDF, HTML, EPUB) e integrarlos en diversas plataformas online como repositorios y bases de datos bajo la licencia CC:

Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International (CC BY-NC-SA 4.0) <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>.

Ni APANAC XIX ni los editores son responsables ni del contenido ni de las implicaciones de lo expresado en el artículo.

Evaluación de la condición de consanguinidad de la cepa de ratones C57BL/6 producida en INDICASAT AIP

De Jesús, Rosa

INDICASAT AIP

Panamá, Panamá

<https://orcid.org/0000-0001-9670-291X>

Madrid, Alanna

INDICASAT AIP

Panamá, Panamá

MAlanna@indicasat.org.pa

Herrera, Lizzi

INDICASAT AIP

Panamá, Panamá

LMHerrera@indicasat.org.pa

Mata, Kevin

INDICASAT AIP

Panamá, Panamá

KMata@indicasat.org.pa

Rene, Rivera

INDICASAT AIP

Panamá, Panamá

rrivera@indicasat.org.pa

ABSTRACT

INDICASAT AIP produces mice of the C57BL/6 strain. The evaluation of inbreeding was carried out by evaluating the following zootechnical parameters: offspring born and weaned per litter, the reproductive index was calculated and the pedigree chart of the colony was made. Both evaluations were carried out using the information from the breeding record cards. the colony from the P₀ generation to the P₈ generation (4 years). Growth curves were made using 20 females and 20 males, from the week of birth to the 8th week of age. SNP markers were evaluated and the analysis was carried out by the Transnetys Laboratory (USA). A skin transplant was performed to assess histocompatibility. The values obtained in the zootechnical parameters: pups born and weaned per litter and the weaning: birth

laboratory of origin: 5.6/ 5.4 and 0.96. The growth curves obtained were similar to those reported by the laboratory of origin. The results of the transplants showed acceptance of the mouse tissue among the same strain. The results of the genotype analysis confirmed that C57BL/6 mice are maintained as substrains B6N-Tyr<c-Brd >/BrdCrCrI and C57BL/6NCrI, a characteristic reported for this strain by the laboratory of origin. The results indicate that the strain of C57BL/6 mice produced in the INDICASAT AIP vivarium retains the consanguinity condition of the strain that gave rise to it.

Keywords: inbred, C57BL/6 strain, vivarium, mice.

RESUMEN

INDICASAT AIP produce ratones de la cepa C57BL/6. La evaluación de la consanguinidad se realizó mediante la evaluación de los siguientes parámetros zootécnicos: crías nacidas y destetadas por camada, se calculó el índice reproductivo y se realizó la carta pedigree de la colonia. Ambas evaluaciones se realizaron usando la información de las tarjetas de registro de la colonia desde la generación P_0 hasta la generación P_8 (4 años). Se realizaron curvas de crecimiento usando 20 hembras y 20 machos, desde la semana del nacimiento hasta la 8va semana de edad. Se evaluó marcadores SNP's, cuyo análisis fue realizado por el Laboratorio Transnetys (USA). Se realizó trasplante de piel, para valorar histocompatibilidad. Los valores obtenidos en los parámetros zootécnicos: crías nacidas y destetadas por camada y el índice de la relación destete: nacimiento fueron de 5.6/5.5 y 0.915 respectivamente, coincidiendo con lo reportado por el laboratorio de procedencia 5.6/ 5.4 y 0.96. Las curvas de crecimiento obtenidas fueron similares a las reportadas por el laboratorio de origen. Los resultados de los trasplantes, presentaron aceptación del tejido de ratones entre la misma cepa. Los resultados del análisis del genotipo confirmaron que los ratones C57BL/6 se mantienen como subcepa B6N-Tyr<c-Brd >/BrdCrCrI y C57BL/6NCrI, característica reportada para esta cepa por el laboratorio de origen. Los resultados nos indican que la cepa de ratones C57BL/6 producida en el bioterio de INDICASAT AIP conserva la condición de consanguinidad de la cepa que le dio origen.

Palabras clave: consanguínea, cepa C57BL/6, bioterio, ratones.

1.INTRODUCCIÓN

INDICASAT AIP produce cepa de ratones C57BL/6 desde el año 2018. La consanguinidad de estos se logra y mantiene realizando apareamientos estructurados de hermanos con hermanas durante 20 generaciones [1]. La evaluación de la consanguinidad se puede realizar a través de la evaluación de

parámetros zootécnicos como las curvas de crecimiento y control genético [2], para garantizar la reproducibilidad de los ensayos que se realizan con estos modelos. Los datos obtenidos de la evaluación de estos parámetros se comparan con lo reportado por el laboratorio de origen para confirmar la calidad genética de los estos [3].

2. MÉTODO

Evaluación del Índice reproductivo de la colonia en 8 generaciones: Se recolectaron los datos reproductivos de la colonia de las tarjetas de registros de cada hembra de la colonia, considerando solo los datos referentes al número de crías nacidas y el número de crías destetadas por camada, luego se dividieron para obtener el índice reproductivo por hembra. Posteriormente se promediaron estos valores por generación y luego por el número de hembras totales durante las 8 generaciones que se consideraron. Los resultados fueron comparados con los datos reportados por el laboratorio de origen. Carta Pedigree: Las generaciones son generadas cuando se sustituyen los reproductores anteriores por crías del 3er parto. La generación P0 se relaciona con la pareja original recibida del laboratorio comercial, al 3er parto se seleccionan dos parejas, la que presenta el número de crías similar a lo reportado para la cepa, se selecciona para continuar con la generación siguiente. Esta información se va guardando y permite estructurar la carta pedigree de la colonia. Curvas de Crecimiento: Se seleccionaron 40 ratones (n=20 hembras/ n=20 machos), desde el nacimiento hasta la 8va. Semana de edad, y fueron pesados semanalmente. Trasplante de piel: Se seleccionaron descendientes de la misma línea generacional de ratones tanto machos como hembras de la cepa C57BL/6, y algunos ratones de la cepa BALB/c (control). Se seleccionó un donador de cada cepa de quienes se usó piel de la cola, se rasuraron los seleccionados como receptor a nivel del dorso, se retiró una cuadrante de la piel aproximadamente 1 cm², se colocó en el espacio el fragmento de piel del donador, se realizó vendaje, se administró meloxicam como analgésico. Y se evaluó diariamente la condición del trasplante. Evaluación de Polimorfismos de un solo Nucleótido: Se realizó extracción del ADN de tejido de la oreja de los ratones de usando el WIZARD DNA PURIFICATION KIT de la marca Promega y se envió al Laboratorio Transnetys (USA), para la evaluación de los SNP's característicos de la cepa de ratones C57BL/6.

3. RESULTADOS

Índices reproductivos de la colonia en 8 generaciones. los valores obtenidos del índice reproductivo de la colonia de ratones de INDICASAT, 0.95 % (CN/camada = 5.6; CD/camada = 5.5); índice reproductivo de la colonia del laboratorio de origen: 0.93% (CN/camada = 5.6; CD/camada = 5.4).

Carta Pedigree. El Diagrama 1, presenta la Carta Pedigree de la colonia de ratones de INDICASAT AIP.

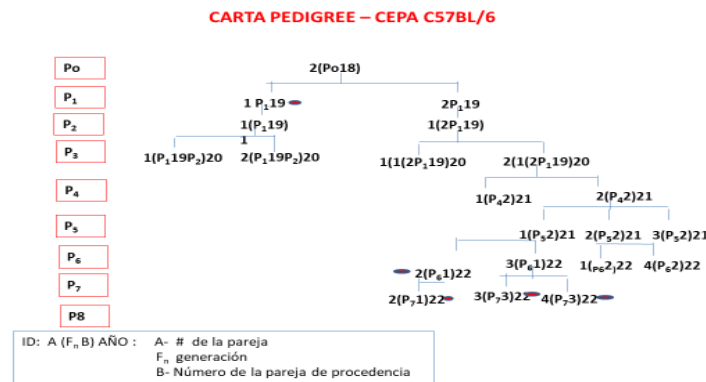


Diagrama 1. Carta Pedigree desde la generación P₀ (pareja fundadora) hasta la generación P

Curvas de crecimiento. La Figura 1, presenta las curvas de crecimiento de los ratones de INDICASAT AIP y la del laboratorio de origen.

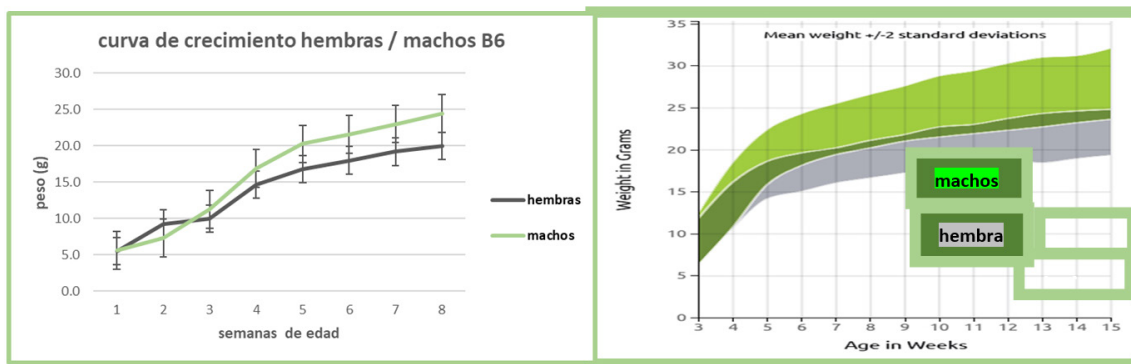


Figura 1. Curvas de crecimiento de los ratones de INDICASAT y del laboratorio de origen

Trasplante de piel. La Figura 2 presenta dos fotos, la primera como se observa el área del trasplante cuando hay rechazo del injerto y la segunda foto como se observa trasplante aceptado.



Figura 2. Ratones C57BL/6 con trasplante PNT: OPE_BIO_PAN_009 (injertos de piel), (CICUA 20/4/2023).

Evaluación de SNP's. Los animales presentaron 2 alelos que identifican las subcepas N y J, propias de la cepa C57BL/6 del laboratorio comercial del cual se adquirieron los animales.

4. CONCLUSIONES

Los resultados nos indican que la cepa de ratones C57BL/6 producida en el bioterio de INDICASAT AIP a la 8va. generación conserva la condición de consanguinidad de la cepa que le dio origen.

Referencias

- [1] F. Benavides y J-L. Guénet. « Manual de genética de roedores de laboratorio. Principios básicos y aplicaciones ». 1era. Ed., Editorial Universidad de Alcalá. Sociedad Española para las Ciencias del Animal de Laboratorio (SECAL). 2004, pp. 83. [2] D. Hernández, R. Ulloa, C. Vázquez, G. Tapia. Efecto de la consanguinidad y selección sobre los componentes de un índice productivo, en ratones bajo apareamiento estrecho. Rev Mex Cienc Pecu, 2023. vol. 14, pp. 23-38. [3] R. De Jesús. Evaluación de factores de reproducción para detectar posible contaminación genética en cepas consanguíneas de ratones. Bol Mal Salud Amb. 2006, vol.46, pp. 161 – 16. [4] H. McFarland, A. Rosenberg¹ Skin allograft rejection. Curr Protoc Immunol. 2009, vol 4 4-13.

Autorización y Licencia CC

Los autores autorizan a APANAC XIX a publicar el artículo en las actas de la conferencia en Acceso Abierto (Open Access) en diversos formatos digitales (PDF, HTML, EPUB) e integrarlos en diversas plataformas online como repositorios y bases de datos bajo la licencia CC:

Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International (CC BY-NC-SA 4.0) <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>.

Ni APANAC XIX ni los editores son responsables ni del contenido ni de las implicaciones de lo expresado en el artículo.

Prevalencia del Cáncer Cervicouterino, Mujeres de 20 a 40 años, Instituto Oncológico Nacional, Panamá, 2019-2020

Cerrud, Ana

Universidad Santander
Panamá, Ciudad de Panamá
anagcp1930@gmail.com
<https://orcid.org/0009-0004-0197-8980>

Nuñez, María

Universidad Santander
Panamá, Ciudad de Panamá
mdlans151999@gmail.com
<https://orcid.org/0009-0009-8843-7883>

Abstract

The study is carried out with the purpose of demonstrating the lack of information on female sexual health in reference to the prevalence of cervical cancer in the national cancer institute. Period: 2019 -2020 in this aspect, the Study is based on a quantitative investigation of non-experimental descriptive-cross-sectional design, meanwhile the population was made up of fifty (50) women diagnosed with cervical cancer who are users of the Gynecology service of the National Oncology Institute and companions.

In Panama, cervical cancer is the second most common malignancy in women, accounting for 16.4% of all new cancer cases. The age-standardized incidence rate was 22 per 100,000 women. telemeter, (Dr. Miguel Mayo, 2020) [1].

They occur in women who were not in the periodic gynecological prevention program, which is an average of 9 out of 10 cancers that occur in women without Pap tests.

General objective we have Identify the prevalence of cervical cancer in women aged 20 to 40 years in the province of Panama and as Specific Objectives Calculate how many women were diagnosed in 2019 and 2020 with cervical cancer, in addition, cases of cervical cancer were analyzed and the level of knowledge about cancer of women aged 20-40 years at the National Oncology Institute.

Key words: Prevalence, Research, Missinformation, Virus, Cancer.

Resumen

El estudio se realiza con el propósito de demostrar la falta de información sobre salud sexual femenina en referencia a la prevalencia de cáncer de cuello uterino en el Instituto Oncológico Nacional. Período: 2019 - 2020 en este aspecto el estudio se basa en una investigación cuantitativa de diseño descriptivo transversal no experimental, mientras que la población estuvo conformada por cincuenta (50) mujeres diagnosticadas con cáncer de cuello uterino usuarias del Servicio de Ginecología del Instituto Oncológico Nacional.

En Panamá, el cáncer de cuello uterino es la segunda neoplasia maligna más común en las mujeres y representa el 16,4% de todos los casos nuevos de cáncer. La tasa de incidencia estandarizada por edad fue de 22 por 100.000 mujeres. Telemetro, (Dr. Miguel Mayo, 2020) [1].

Ocurren en mujeres que no estaban en el programa periódico de prevención ginecológica, lo que supone un promedio de 9 de cada 10 cánceres que se presentan en mujeres sin pruebas de Papanicolaou.

Objetivo general tenemos Identificar la prevalencia de cáncer de cuello uterino en mujeres de 20 a 40 años en la provincia de Panamá y como Objetivos Específicos Calcular cuántas mujeres fueron diagnosticadas en 2019 y 2020 con cáncer de cuello uterino, además se analizaron casos de cáncer de cuello uterino y el nivel de conocimientos sobre cáncer de mujeres de 20 a 40 años del Instituto Oncológico Nacional.

Palabras claves: Prevalencia, Cáncer, Investigación, Definición, Virus.

1. INTRODUCCIÓN

El cáncer es un mal que afecta a millones de personas en el mundo, es una enfermedad que no tiene una cura determinada aún, aunque los científicos siguen enfocados en encontrarla invirtiendo enormes cantidades de dinero en esta búsqueda.

Es preciso destacar, que los virus del papiloma humano (VPH) son miembros de la familia Papillomaviridae. Las partículas virales son pequeñas y contienen una cadena de ADN de doble hebra. Existen más de 200 genotipos descritos, de los que cerca de una tercera parte tienen como objetivo infectar las mucosas del hospedero [2].

Cabe señalar, que el cáncer cérvico uterino es una alteración celular que se origina en el epitelio del cuello del útero debido a la persistencia de serotipos oncogénicos del virus del papiloma humano y que se manifiesta inicialmente a través de lesiones precancerosas de lenta y progresiva evolución [3].

Según la Organización Mundial de la Salud, (2017), “el cáncer de cuello uterino es el segundo

cáncer más frecuente entre las mujeres de América Latina y el Caribe, aunque ocupa el cuarto lugar en la región de las Américas” [4].

Para estudiosos del tema, “está demostrado que, en la actualidad, el mayor factor de riesgo para contraer cáncer de cuello uterino es la infección por el virus del papiloma humano” [5]. Cabe señalar, que una de las patologías que afecta a pacientes femeninas es el cáncer cervicouterino, enfermedad por la que se forman células malignas (cancerosas) en los tejidos del cuello uterino, siendo en Panamá la segunda neoplasia maligna más común en las mujeres panameñas con incidencia de 22 por cada 100.000 mujeres al año.

El objetivo de esta investigación es dar a conocer la prevalencia de cáncer cervicouterino en mujeres cuyas edades oscilan entre los 20 y 40 años, atendidas en el Hospital Oncológico Nacional, así como identificar el nivel de conocimiento que tienen acerca de aspectos relacionados con esta patología como los exámenes que deben realizarse para prevenir este mal que anualmente ataca a miles de mujeres y la tasa de fallecimiento es relativamente elevada, tomando en cuenta que puede ser prevenible, o bien, ser descubierto a tiempo como para ser eliminado.

2. MÉTODO

A. Objetivo general:

Identificar la prevalencia del cáncer cervicouterino en mujeres de 20 a 40 años en la provincia de Panamá.

B. Métodos para la recolección de datos

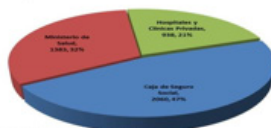
Se llevará a cabo la recolección de información de las mujeres con diagnóstico de cáncer usuarias del servicio de Ginecología y los familiares femeninos del paciente, se utilizará como técnica de recolección de datos una encuesta descriptiva a cada mujer que desee participar. Para poder realizar dicha encuesta se contará con el permiso y colaboración de las mujeres que califiquen para la investigación, será en el Instituto Oncológico Nacional, la población elegible son mujeres presentes en el área de ginecología de la institución ya sean pacientes o acompañantes, será de forma totalmente voluntaria.

De tal manera se va a recolectar la información, para posteriormente realizar el análisis, esta encuesta se va a aplicar a 52 personas entre pacientes y acompañantes femeninos que quieran participar en el estudio.

3. RESULTADOS

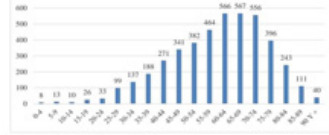
A. Figuras

Figura 1. Distribución de casos registrados por fuente de referencia ION, 2019



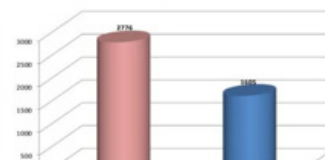
Fuente: Instituto Oncológico Nacional

Figura 2. Principales causas de morbilidad, por grupo de edad año 2019



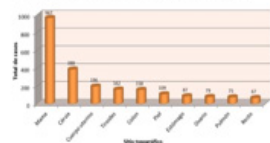
Fuente: Instituto Oncológico Nacional

Figura 3. Distribución de casos de cáncer por sexo ION, 2019



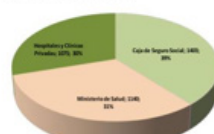
Fuente: Instituto Oncológico Nacional

Figura 4. Distribución de frecuencia de las diez primeras localizaciones topográficas en el sexo femenino ION, 2019



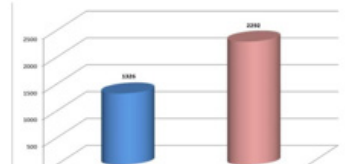
Fuente: Instituto Oncológico Nacional

Figura 5. Distribución de casos registrados según fuente de referencia ION, 2020



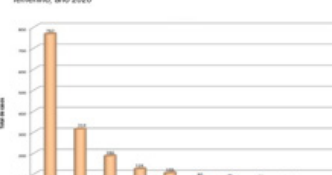
Fuente: Instituto Oncológico Nacional

Figura 6. Distribución de casos de cáncer por sexo ION, 2020



Fuente: Instituto Oncológico Nacional

Figura 7. Distribución de frecuencia de las diez primeras localizaciones en el sexo femenino ION, 2020



Fuente: Instituto Oncológico Nacional

Tabla n°1. Recopilación de número de casos de cáncer cérvico uterino en pacientes femeninas del Instituto Oncológico Nacional en el año 2019 - 2020

| Años | Área anatómica | N° Casos |
|--------|----------------|----------|
| 2019 | Cérvix | 397 |
| | Cuerpo uterino | 204 |
| 2020 | Cérvix | 324 |
| | Cuerpo uterino | 188 |
| Total: | Cérvix | 718 |
| | Cuerpo uterino | 392 |

Fuente: Elaboración propia a partir de la recopilación de datos secundarios del Boletín 2019 y 2020 Instituto Oncológico Nacional

Tabla n°2. Casos de cáncer cérvico uterino en mujeres de 20 a 40 años en el Instituto Oncológico Nacional en el Año 2019

| Grupo Etario | N° casos Cérvix | N° casos en el cuerpo uterino |
|--------------|---------------------------|-------------------------------|
| 20 - 24 años | 7 | 1 |
| 25 -29 años | 21 | 2 |
| 30-34 años | 43 | 3 |
| 35 - 39 años | 53 | 5 |
| 40 - 44 años | 62 | 11 |
| Total | 181 casos (89.62%) | 21 casos (10.4%) |

Fuente: Elaboración propia a partir de la recopilación de datos secundarios del Boletín 2019 y 2020 Instituto Oncológico Nacional

Tabla n°3. Casos de cáncer cérvico uterino en mujeres de 20 a 40 años en el Instituto Oncológico Nacional en el Año 2020

| Grupo Etario | N° casos en el cuerpo uterino | N° casos en el cérvix |
|--------------|-------------------------------|----------------------------|
| 20 - 24 años | 0 | 4 |
| 25 -29 años | 2 | 17 |
| 30-34 años | 2 | 29 |
| 35 - 39 años | 4 | 34 |
| 40 - 44 años | 8 | 45 |
| Total | 16 casos (11.03 %) | 129 casos (88.96 %) |

Fuente: Elaboración propia a partir de la recopilación de datos secundarios del Boletín 2019 y 2020 Instituto Oncológico Nacional

Tabla n°6. Número de mujeres que asistieron al Instituto Oncológico Nacional periodo octubre 2022, según la edad de su primera relación sexual

| Respuestas | Cantidad de participantes |
|--------------------|---------------------------|
| Menos de 15 años | 7 |
| Entre 16 y 19 años | 28 |
| Entre 20 y 25 años | 15 |
| Ninguna | 2 |

Fuente: Elaboración propia

Tabla n° 9. Número de mujeres que asistieron al Instituto Oncológico Nacional periodo octubre 2022, según uso de anticonceptivos orales durante los últimos 5 años.

| Respuestas | Cantidad de participantes |
|---------------|---------------------------|
| SI | 14 |
| NO | 37 |
| Total: | 87 |

Fuente: Elaboración propia

Tabla n°10. Número de mujeres que asistieron al Instituto Oncológico Nacional periodo octubre 2022, según la edad en la que tuvo su primer embarazo.

| Respuestas | Cantidad de participantes |
|--------------------|---------------------------|
| Menos de 15 años | 1 |
| Entre 16 y 19 años | 8 |
| Entre 20 y 25 años | 19 |
| 25 años o mas | 8 |
| Ninguna | 16 |

Fuente: Elaboración propia

Tabla n° 11. Número de mujeres que asistieron al Instituto Oncológico Nacional periodo octubre 2022, según el nivel de conocimiento sobre la existencia de una vacuna contra el virus del papiloma humano (VPH)

| Respuestas | Cantidad de participantes |
|-----------------------|---------------------------|
| Entre 15 a 20 años | 23 |
| 20 años o mas | 21 |
| No todavía no he sido | 8 |

Fuente: Elaboración propia

Tabla n° 13. Número de mujeres que asistieron al Instituto Oncológico Nacional periodo octubre 2022, según la existencia de familiar con antecedentes clínicos de cáncer cervicouterino (CaCu)

| Respuestas | Cantidad de participantes |
|------------|---------------------------|
| SI | 19 |
| NO | 33 |

Fuente: Elaboración propia

Tabla n° 14. Número de mujeres que asistieron al Instituto Oncológico Nacional periodo octubre 2022, según el nivel de conocimiento sobre el cáncer de cervicouterino.

| Respuestas | Cantidad de participantes |
|--|---------------------------|
| Un cáncer que afecta el cuello uterino | 33 |
| Un cáncer que afecta la vagina | 3 |
| Un cáncer que afecta los ovarios | 5 |
| No sé | 12 |
| Totales | 53 |

Fuente: Elaboración propia

Tabla n°15. Número de mujeres que asistieron al Instituto Oncológico Nacional periodo octubre 2022, según el nivel de conocimiento sobre cómo prevenir el cáncer cervicouterino.

| Respuestas | Cantidad de participantes |
|------------|---------------------------|
| SI | 19 |
| NO | 33 |

Fuente: Elaboración propia

Tabla n°17. Número de mujeres que asistieron al Instituto Oncológico Nacional periodo octubre 2022, según la aplicación de la vacuna contra el virus del papiloma humano (VPH)

| Respuesta | Cantidad de participantes |
|-----------|---------------------------|
| SI | 15 |
| NO | 37 |

Fuente: Elaboración propia

Tabla n° 16. Número de mujeres que asistieron al Instituto Oncológico Nacional periodo octubre 2022, según el nivel de conocimiento sobre la existencia de una vacuna contra el virus del papiloma humano VPH

| Respuesta | Cantidad de participantes |
|----------------|---------------------------|
| SI | 45 |
| NO | 7 |
| Totales | 52 |

Fuente: Elaboración propia

Tabla n°19. Número de mujeres que asistieron al Instituto Oncológico Nacional periodo octubre 2022, según el nivel de conocimiento sobre la edad adecuada para la realización del papanicolaou.

| Respuesta | Cantidad de pacientes |
|---|-----------------------|
| A los 21 años | 8 |
| A los 30 años | 2 |
| Cuando tengas relaciones sexuales por primera vez | 39 |
| A los 18 años | 3 |
| Totales | 52 |

Tabla n° 21. Número de mujeres que asistieron al Instituto Oncológico Nacional periodo octubre 2022, según el nivel de conocimiento acerca de lo que detecta la prueba de papanicolaou.

| Respuestas | Cantidad de estudiantes |
|---|-------------------------|
| Solo cáncer cuello uterino | 8 |
| cáncer cuello uterino y cáncer de ovarios | 3 |
| Solo cánceres ginecológicos y algunas infecciones | 40 |
| Totales | 53 |

Tabla n° 22. Número de mujeres que asistieron al Instituto Oncológico Nacional periodo octubre 2022, según el nivel de conocimiento de las causas del cáncer cervicouterino.

| Respuestas | Cantidad de pacientes |
|--------------------------|-----------------------|
| Un hongo | 5 |
| Virus de papiloma humano | 22 |
| VPH | 2 |
| Totales | 29 |
| Totales | 51 |

Fuente: Elaboración propia

4. CONCLUSIONES

El cáncer cervicouterino es un mal que afecta a cientos de mujeres panameñas y cuya

prevalencia se da en mujeres cuyas edades oscilan entre los 20 y 40 años. Los avances médicos son enormes, pero el cáncer sigue ganando la batalla a los seres humanos, quienes de manera sistemática luchan para encontrar la cura de esta patología que anualmente mata a millones de personas en el mundo.

En Panamá el Instituto Oncológico Nacional capta al año un aproximado de 300 mujeres positivas a este tipo de cáncer en etapa avanzada, a pesar de contar con herramientas para detectar lesiones pre cancerosas y la detección temprana; pero es un hecho que muchas mujeres no se realizan exámenes anuales que podrían detectar cualquier anomalía que ayudaría a la detección temprana y adecuada medicación y tratamiento.

El Instituto Oncológico Nacional atendió en el año 2019 a 993 pacientes con cáncer cervicouterino y en el año 2020 a un total de 407, observándose un leve aumento de casos atendidos, siendo el factor pandémico que azotó al país una de las causas de dicho aumento.

Sin embargo, la investigación arroja algo que se considera sumamente preocupante y es el hecho de que las mujeres no se están informando adecuadamente referente al tema de la prevención. Las mujeres encuestadas no contestaron correctamente acerca de cuándo debe realizarse un Papanicolau ni lo que este examen detecta. Esta situación pone en peligro la vida de muchas mujeres que no saben cuándo realizarse estos exámenes y al final resultan positivas para cáncer cervicouterino.

Otro dato interesante que evidenció la investigación es que durante la pandemia la atención en cuanto a controles y exámenes de detección se vio interrumpida y limitada en muchos hospitales y centros privados de salud, lo que trajo como consecuencia el aumento mencionado de casos de cáncer cervicouterino en el año 2020 e incluso en el 2021.

Es importante destacar que, a pesar de la pandemia la lucha contra este cáncer continúa y la Organización de la Salud se ha propuesto como meta erradicarlo para el año 2030, implementado estrategias de inmunización a través de la vacuna contra el virus del papiloma humano, pruebas de cribado y el adecuado tratamiento de lesiones premalignas. De alcanzar esta meta, la vida de muchas mujeres estaría a salvo.

REFERENCIAS

- [1] URL <https://www.telemetro.com/nacionales/2017/10/30/mayoria-canceres-uterino-panama-prevencion/1221530.html>
- [2] Ochoa-Carrillo, Francisco Javier. Virus del papiloma humano. Desde su descubrimiento hasta el desarrollo de una vacuna. Gaceta Mexicana de Oncología. 2014;13(5):308-315. <https://www.>

elsevier.es/es-revista-gaceta-mexicana-oncologia-305-articulo-virus-del-papiloma-humano-desde-X1665920114805966

- [3] Bravo Polanco Eneida, Águila Rodríguez Narciso, GuerraVillar panda Dayamí, Blanco Vázquez Yamiley, Rodríguez González Oskeimy, Oliva Santana Madelín. Cáncer cérvico uterino: prevención y tratamiento. Medisur [Internet]. 2020 Ago [citado 2023 Sep 21]; 18(4): 685-693. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1727-897X2020000400685&lng=es. Epub 02-Ago-2020
- [4] https://www3.paho.org/hq/index.php?option=com_docman&view=download&alias=45802-cd56-9-s-pda-cancer-cervicouterino-802&category_slug=56-directing-council-spanish-9965&Itemid=270&lang=es
- [5] CANCER.NET. Cáncer de cuello uterino. URL <https://www.cancer.net/es/tipos-de-c%C3%A1ncer/c%C3%A1ncer-de-cuello-uterino/s%C3%ADntomas-y-signos%202.3.2%20Factores%20de%20riesgo>

AUTORIZACIÓN Y LICENCIA CC

Los autores autorizan a APANAC XIX a publicar el artículo en las actas de la conferencia en Acceso Abierto (Open Access) en diversos formatos digitales (PDF, HTML, EPUB) e integrarlos en diversas plataformas online como repositorios y bases de datos bajo la licencia CC:

Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International (CC BY-NC-SA 4.0) <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>.

Ni APANAC XIX ni los editores son responsables ni del contenido ni de las implicaciones de lo expresado en el artículo.

INFLUENCIA DEL GÉNERO EN EL USO DE REDES SOCIALES VIRTUALES EN ESTUDIANTES UNIVERSITARIOS

López de Ramos, Aura

Universidad Internacional de Ciencia y Tecnología – UNICyT
Centro de Investigación Educativa CIEDU
Ciudad de Panamá, Panamá
<https://orcid.org/0000-0002-8983-9704>

Abstract

The gender gap in the use of virtual social networks (RRSS) is an important issue in the digital world. Some previous studies have pointed out that men tend to use social networks more than women, and that there are also differences in how they use them. This study focused on analyzing these differences in university students in Latin America, focusing on popular social networks such as Facebook, Instagram, Twitter, Snapchat, LinkedIn, TikTok and YouTube. The research involved 102 students from a private university in Panama, with most women (male:female ratio of 1:1.68). The participants were of varied ages, and the majority resided in the Province of Panama. The results showed that women use social networks more frequently than men, but men tend to spend more time on them. Furthermore, there were no notable differences between genders in terms of preference for technological devices or specific social networks. Most students used WhatsApp for instant messaging. Regarding social media activities, it was observed that men tended to use them less to obtain information or stay informed compared to women. However, women showed a slightly lower tendency to use social networks for activities related to their studies.

Keywords: Digital divide, Gender gap, Gender digital inequality, Social Media Addiction, Social networks.

Resumen

La brecha de género en el uso de las redes sociales virtuales (RRSS) es un tema importante en el mundo digital. Algunos estudios previos han señalado que los hombres tienden a usar más las RRSS que las mujeres, y que también hay diferencias en cómo las utilizan. Este estudio se enfocó en analizar estas diferencias en estudiantes universitarios de Latinoamérica, centrándose en RRSS populares como Facebook, Instagram, Twitter, Snapchat, LinkedIn, TikTok y YouTube. La investigación involucró a 102 estudiantes de una universidad particular en Panamá, con una mayoría de mujeres (relación hombre:mujer de 1:1.68). Los participantes tenían edades variadas, y la mayoría residía en la Provincia de

Panamá. Los resultados mostraron que las mujeres utilizan las RRSS con mayor frecuencia que los hombres, pero los hombres tienden a pasar más tiempo en ellas. Además, no hubo diferencias notables entre géneros en términos de preferencia por dispositivos tecnológicos o RRSS específicas. La mayoría de los estudiantes usaban WhatsApp para la mensajería instantánea. En cuanto a las actividades en RRSS, se observó que los hombres tendían a utilizarlas menos para obtener información o mantenerse informados en comparación con las mujeres. Sin embargo, las mujeres mostraron una tendencia ligeramente menor a utilizar las RRSS para actividades relacionadas con sus estudios.

Palabras claves: Brecha digital, Brecha de género, Desigualdad digital de género, Adicción a redes sociales, Redes Sociales.

1. INTRODUCCIÓN

La brecha digital de género es evidente en el mundo laboral y en los proyectos de innovación y/o emprendimiento, esto genera obstáculos adicionales para que las mujeres sean exitosas en el mundo de los negocios. Algunos autores [1], [2], [3], [4] han advertido que la brecha digital de género sigue estando presente y en algunos países ha aumentado perceptiblemente. Las redes sociales (RRSS) virtuales son herramientas de la web 2.0 que tienen impacto en la medida de las brechas digitales. Trabajos previos como el de Valencia-Ortiz y colaboradores [5] han reportado que los hombres usan más las redes sociales que las mujeres y que existe una diferenciación marcada en el tipo de uso que le dan. El presente trabajo de investigación tuvo por objetivo analizar las diferencias por género en la frecuencia y tipos de uso de las RRSS virtuales más comunes en Latinoamérica (Facebook, Instagram, Twitter, Snapchat, LinkedIn, TikTok y YouTube) así como también conocer si existe o no adicción al uso de redes sociales por parte de una muestra de estudiantes universitarios. método

A. Población y Muestra

La población está conformada por estudiantes activos del nivel de Licenciatura y Maestría de una universidad particular panameña (población de 400 estudiantes). La muestra de estudio fue de 110 estudiantes que participaron voluntariamente en el estudio (38 hombres y 64 mujeres).

B. Instrumento de recolección de datos

Se seleccionó la escala “Social Media Addiction Scale Student Form” (SMAS-SF) desarrollada por Sahin en 2018 [6], que luego fue traducida, adaptada y fiabilizada por Valencia & Castaño en 2019 [7]. Las dimensiones se muestran en la Tabla 1. Se adicionaron preguntas relacionadas con el tipo, frecuencia y tiempo dedicado a los estudios.

Tabla 1. Dimensiones escala “Social Media Addiction Scale Student Form (SMAS-SF)

| Dimensión | Descripción |
|---|--|
| Satisfacción por estar conectado a las redes sociales | La satisfacción proviene de la situación de placer que sientes cuando te encuentras conectado a las redes sociales. |
| Problemas | Los problemas se refieren a las consecuencias que se producen en tu mundo social, laboral, académico, familiar y personal en relación al excesivo tiempo de uso de las redes sociales. |
| Obsesión por estar informado | Se refiere al malestar que tienes cuando al no estar conectado sientes que te estás perdiendo lo que está ocurriendo en las redes sociales. |
| Necesidad/Obsesión de estar conectado | Se refiere al malestar que te produce no estar conectado a las redes sociales. |

3. RESULTADOS

En las tablas de 2 a 6 se presentan los resultados más importantes en cuanto a la frecuencia y horas de conexión que manifestaron tener los estudiantes encuestados. Así como también los resultados para cada una de las dimensiones de la escala “Social Media Addiction Scale Student Form (SMAS-SF).

Tabla 2. Frecuencia y horas conectado a las redes sociales

| Estudiantes | Género | N | Mínimo | Máximo | Media | Desviación |
|---|--------|----|--------|--------|-------|------------|
| ¿Con qué frecuencia participas en las redes sociales? | Mujer | 64 | 1 | 5 | 4.00 | 1.28 |
| | Hombre | 38 | 1 | 5 | 3.87 | 1.40 |
| ¿Cuántas horas utilizas las redes sociales cada semana? | Mujer | 64 | 1 | 5 | 3.48 | 1.01 |
| | Hombre | 38 | 1 | 5 | 3.55 | 1.08 |

Tabla 3. Satisfacción por estar conectado a las RRSS

| Ítem | Género | N | Mínimo | Máximo | Media | Desviación |
|---|--------|----|--------|--------|-------|------------|
| Veo las redes sociales como escape del mundo real | Mujer | 64 | 1 | 5 | 2.69 | 0.96 |
| | Hombre | 38 | 1 | 5 | 2.79 | 1.09 |
| Una vida sin redes sociales no tiene sentido para mí | Mujer | 64 | 1 | 5 | 2.36 | 0.88 |
| | Hombre | 38 | 1 | 5 | 2.05 | 0.98 |
| Prefiero usar las redes sociales a pesar de estar acompañado | Mujer | 64 | 1 | 5 | 2.20 | 0.82 |
| | Hombre | 38 | 1 | 5 | 2.26 | 0.98 |
| Prefiero las amistades de las redes sociales que las presenciales | Mujer | 64 | 1 | 5 | 1.80 | 0.84 |
| | Hombre | 38 | 1 | 5 | 2.08 | 1.08 |

Tabla 4. Problemas

| Ítem | Género | N | Mínimo | Máximo | Media | Desviación |
|--|--------|----|--------|--------|-------|------------|
| Omito mis tareas porque paso mucho tiempo en las redes sociales | Mujer | 64 | 1 | 5 | 1.66 | 0.67 |
| | Hombre | 38 | 1 | 5 | 1.92 | 0.91 |
| Me siento mal si estoy obligado a disminuir el tiempo que paso en las redes sociales | Mujer | 64 | 1 | 5 | 1.81 | 0.79 |
| | Hombre | 38 | 1 | 5 | 1.74 | 0.83 |
| Me siento infeliz cuando no estoy en las redes sociales | Mujer | 64 | 1 | 5 | 2.06 | 1.01 |
| | Hombre | 38 | 1 | 5 | 2.37 | 1.08 |

Tabla 5. Obsesión por estar informado

| Estudiantes | Género | N | Mínimo | Máximo | Media | Desviación |
|--|--------|----|--------|--------|-------|------------|
| El mundo misterioso de las redes sociales siempre me cautiva | Mujer | 64 | 1 | 5 | 2.48 | 0.99 |
| | Hombre | 38 | 1 | 5 | 2.74 | 0.95 |
| Me gusta usar las redes sociales para mantenerme informado sobre lo que sucede | Mujer | 64 | 1 | 5 | 3.69 | 0.96 |
| | Hombre | 38 | 1 | 5 | 3.58 | 1.03 |
| Navego en las redes sociales para mantenerme informado sobre lo que comparten los grupos de medios sociales | Mujer | 64 | 1 | 5 | 3.42 | 0.94 |
| | Hombre | 38 | 1 | 5 | 3.34 | 0.99 |
| Paso más tiempo en las redes sociales para ver algunos eventos/ acontecimientos especiales (por ejemplo, cumpleaños) | Mujer | 64 | 1 | 5 | 2.69 | 1.02 |
| | Hombre | 38 | 1 | 5 | 2.79 | 0.87 |

Tabla 6. Necesidad/Obsesión de estar conectado

| Estudiantes | Género | N | Mínimo | Máximo | Media | Desviación |
|---|--------|----|--------|--------|-------|------------|
| Estoy ansioso por ir a las redes sociales | Mujer | 64 | 1 | 5 | 2.05 | 0.88 |
| | Hombre | 38 | 1 | 5 | 2.00 | 0.87 |
| Busco conectarme a Internet en todas partes para acceder a las redes sociales | Mujer | 64 | 1 | 5 | 2.14 | 0.92 |
| | Hombre | 38 | 1 | 5 | 2.16 | 0.86 |
| Lo primero que hago cuando me despierto es conectarme a las redes sociales | Mujer | 64 | 1 | 5 | 2.58 | 1.14 |
| | Hombre | 38 | 1 | 5 | 2.47 | 1.20 |
| Quiero pasar el tiempo en las redes sociales cuando estoy solo | Mujer | 64 | 1 | 5 | 2.67 | 1.16 |
| | Hombre | 38 | 1 | 5 | 2.92 | 1.00 |

4. CONCLUSIONES

Todos los estudiantes encuestados usan WhatsApp como mensajería instantánea. En el estudio no se encontraron diferencias significativas por género en la preferencia de uso de RRSS: El primer lugar para YouTube, empatadas Facebook e Instagram, LinkedIn, Twitter, TikTok y Snapchat. Tampoco se encontraron diferencias significativas por género en la preferencia de uso de equipos tecnológicos: Celular, Laptop, Desktop y, por último, Tablet. Existen diferencias moderadas en la frecuencia y horas de uso de las redes sociales por los estudiantes que participaron en el estudio (coincidencia con los resultados de Valencia-Ortiz y colaboradores [5]: Los hombres tienden a usar más horas las RRSS que las mujeres y las mujeres usan las RRSS con más frecuencia que los hombres.

Referente a las dimensiones (Satisfacción, Necesidad, Problema y Obsesión), no se encontraron diferencias apreciables en los promedios simples de los ítems de las cuatro dimensiones estudiadas. Sin embargo, se detectó una ligera tendencia a que los hombres usen menos las RRSS para obtener información y mantenerse informados que las mujeres; así como también, una ligera tendencia a que las mujeres usen menos las RRSS que los hombres para actividades relacionadas con cursos (estudios). Estos hallazgos coinciden con lo reportado en la literatura (colocar referencia).

Los resultados preliminares no muestran ninguna tendencia a la adicción a las RRSS en la muestra de estudiantes estudiada.

REFERENCIAS

- [1] A.L. Peña Honores. Brecha de género en la pobreza multidimensional en Ecuador (Bachelor's thesis, Universidad Técnica de Ambato. Facultad de Contabilidad y Auditoría. Carrera de Economía), 2023.
- [2] B. Haro; M. Beranuy; M. A. Vega; F. Calvo; X. Carbonell. Uso problemático del móvil y diferencias de género en formación profesional Educación XX1, vol. 25, núm. 2, Julio-Diciembre, pp. 271-290 Universidad Nacional de Educación a Distancia Madrid, España, 2022.
- [3] L. Fajardo; M. Jiménez y A. G. Suárez López. "Estudio comparativo de género sobre adicción a redes sociales en jóvenes universitarios." Revista Arbitrada Interdisciplinaria de Ciencias de la Salud. Salud y Vida Vol. 6, Núm 3, pp. 105-115, 2022.
- [4] C. Cáceres Rodríguez; E. M. Ceballos Vacas y E. T. Martín-Palomino. "Usos y competencias digitales del alumnado universitario con perspectiva de género." Profesorado, Revista de Currículum y Formación del Profesorado Vol. 26, Núm. 2: pp. 103-124, 2022.
- [5] R. Valencia-Ortiz; J. Cabero Almenara; U. Garay Ruiz. Influencia del género en el uso de redes sociales por el alumnado y profesorado. Campos Virtuales, Vol 9, Núm 1: pp. 29-39, 2020.
- [6] C. Sahin, Social Media addiction Scale-Student Form: The Reliability and Validity Study. TOJECT: The Turkish Online Journal of Educational Technology, Vol 17, Núm 1: pp. 169-182, 2018.
- [7] R. Valencia y C. Castaño. Use and abuse of social media by adolescent: A study in México. Pixel-Bit: Revista de Medios y Educación, Vol 53: pp. 7-28, 2019.

AUTORIZACIÓN Y LICENCIA CC

Los autores autorizan a APANAC XIX a publicar el artículo en las actas de la conferencia en Acceso Abierto (Open Access) en diversos formatos digitales (PDF, HTML, EPUB) e integrarlos en diversas plataformas online como repositorios y bases de datos bajo la licencia CC:

Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International (CC BY-NC-SA 4.0) <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>.

Ni APANAC XIX ni los editores son responsables ni del contenido ni de las implicaciones de lo expresado en el artículo.

Python y bolómetro en la calibración automatizada de sensores de potencia de radiofrecuencia en Panamá

Quezada, Katherine

CENAMEP AIP, Universidad de Panamá
Ciudad de Panamá, Panamá
<https://orcid.org/0009-0009-8433-7316>

Mojica, Luis

CENAMEP AIP
Ciudad de Panamá, Panamá
<https://orcid.org/0000-0001-5594-9166>

Abstract

The National Metrology Center of Panama (CENAMEP AIP) acquired a bolometer sensor to be used as a secondary reference for radio frequency (RF) power signal measurements. This bolometer and other instruments of the High Frequency Secondary Laboratory are being used in the development of the RF power sensor calibration service. Specifically, the aim is to obtain the sensor calibration factor by means of RF power measurements. This study presents the progress in the development of an application for automating the calibration of RF power sensors. The goal of this project is to reduce the time spent by a metrologist for calibration, eliminate data transcription errors, and minimize connection and disconnection errors. Preliminary values of the results obtained with the developed application are compared with the values of calibration certificates performed in the laboratory of a National Metrology Institute and the sensor manufacturer.

Keywords: Metrology, Python, bolometric sensor, automation, radiofrequency power.

Resumen

El Centro Nacional de Metrología de Panamá (CENAMEP AIP) adquirió un sensor bolométrico para utilizarlo como referencia secundaria en las mediciones de señales de potencia de radiofrecuencia (RF). Este bolómetro y otros instrumentos del *Laboratorio Secundario de Alta Frecuencia* se están usando en el desarrollo del servicio de calibración de sensores de potencia de RF. Específicamente, se busca obtener el factor de calibración del sensor por medio de mediciones de potencia de RF.

En este estudio se presentan los avances en el desarrollo de una aplicación para la

automatización de la calibración de sensores de potencia de RF. El objetivo de este proyecto es reducir el tiempo que invierte un metrólogo para la calibración, eliminar errores de transcripción de datos y minimizar los errores por conexión y desconexión. Los valores preliminares de los resultados obtenidos con la aplicación desarrollada son comparados con los valores de certificados de calibración realizados en el laboratorio de un Instituto Nacional de Metrología y del fabricante del sensor.

Palabras claves: Metrología, Python, sensor bolométrico, automatización, potencia de radiofrecuencia.

1. INTRODUCCIÓN

En la actualidad, el CENAMEP AIP envía sus sensores de potencia de RF a calibrar al extranjero, para obtener la trazabilidad de las mediciones al SI. Sin embargo, esto conlleva un gasto económico, excesiva inversión de tiempo por la gestión aduanal y aspectos de transporte, junto al riesgo de que sufran un daño en el traslado.

En este trabajo se presenta los avances en la creación de un sistema automatizado de calibración de sensores de potencia de RF. El objetivo de automatizar es para minimizar los errores por conexión y desconexión, reducir el tiempo que invierte un metrólogo en la calibración. Incluye el diseño de una interfaz gráfica de usuario (GUI, por sus siglas en inglés) y la creación de una aplicación en Python para la adquisición de datos. Específicamente, por medio de mediciones de potencia de RF y ajuste automático del nivel de potencia y frecuencia de un generador de RF, se obtiene el factor de calibración del sensor mediante la siguiente ecuación [1][2][3]:

$$K_{DUT} = K_{BOL} \times \frac{P_{DUT}}{P_{BOL}} \frac{P_{MON(BOL)}}{P_{MON(DUT)}} \times \frac{|1 - \Gamma_{DUT}\Gamma_{EG}|^2}{|1 - \Gamma_{BOL}\Gamma_{EG}|^2}$$

Donde:

DUT: hace referencia al sensor bajo calibración (por sus siglas en inglés de Device Under Test).

BOL: hace referencia al sensor Bolométrico.

MON: hace referencia al sensor usado como monitor.

K_{DUT} K_{DUT} : factor de calibración del sensor bajo calibración.

K_{BOL} K_{BOL} : factor de calibración del sensor bolométrico.

P_{DUT} P_{DUT} : potencia medida con el medidor donde se conecta el DUT.

P_{BOL} P_{BOL} : potencia medida con el medidor donde se conecta el Bolómetro.

$P_{MON(BOL)}$ $P_{MON(BOL)}$: potencia medida con el sensor monitor cuando el bolómetro está conectado.

$P_{MON(DUT)}$ $P_{MON(DUT)}$: potencia medida con el sensor monitor cuando el DUT está conectado.

Γ_{DUT} Γ_{DUT} : coeficiente de reflexión del DUT.

Γ_{EG} Γ_{EG} : coeficiente de reflexión equivalente en el puerto del divisor de potencia donde se conecta BOL o DUT.

Γ_{BOL} Γ_{BOL} : coeficiente de reflexión del bolómetro.

Para el desarrollo del proyecto se utilizó un sensor bolométrico comercial, en conjunto con otros instrumentos del *Laboratorio Secundario de Alta Frecuencia* del CENAMEP AIP (como medidores de potencia, generadores de RF, kit de atenuadores, cables y adaptadores de RF). Entre los avances, se ha realizado una aplicación con interfaz gráfica en Python para la adquisición de datos de un medidor de potencia de RF con sensor bolométrico y su registro en un archivo de texto. La aplicación Incluye gráficas en tiempo real de las mediciones realizadas.

Se espera que, al finalizar el proyecto el CENAMEP AIP pueda realizar el servicio de calibración de sensores de potencia de RF en sus instalaciones. De este modo, se eliminará la necesidad de enviar sus sensores al extranjero, evitando así gastos económicos, excesiva inversión de tiempo para la gestión aduanal y aspectos de transporte, junto al riesgo de que sufran un daño en el traslado. Además, posicionará al CENAMEP AIP en la región y en Panamá como un Instituto Nacional de Metrología con la disponibilidad de trazabilidad metrológica para el factor de calibración de sensores de potencia de RF.

2. MÉTODO

A. Sistema de adquisición de datos

Durante el desarrollo de este proyecto se realizó una búsqueda bibliográfica y lectura de documentos relacionados al tema. Además, fue importante el uso manual de los equipos, antes de iniciar la automatización, tanto para la configuración general como para el registro de datos.

En la calibración de un sensor de potencia de RF uno de los parámetros a determinar es el factor de calibración. Esto implica realizar mediciones de potencia y el ajuste automático de un generador de señales de RF. El generador de RF es el encargado de proporcionar una señal de onda continua, con nivel de potencia y frecuencia adecuado al que se desea realizar la medición. Un divisor de potencia (*power splitter*) permite dividir la potencia de RF para que una porción de la señal ingrese al sensor bolométrico y la otra a un sensor de potencia que actúa como monitor. El sensor bolométrico y el sensor bajo calibración se intercambian durante el proceso de medición. El sensor bolométrico será el patrón de referencia y el sensor monitor se encargará de monitorear y mantener el nivel de potencia deseado en el generador (Fig. 1). El control remoto y la comunicación entre los medidores de potencia, generador de señal de RF y la computadora se realiza mediante una interconexión del GPIB.

La toma de datos fue desarrollada en dos partes. La primera involucró que el sensor bolométrico estuviera conectado al arreglo y se registraron los datos. Posteriormente, se desconectó el sensor bolométrico y se conectó en su lugar el sensor DUT para el registro de datos (Fig. 2).

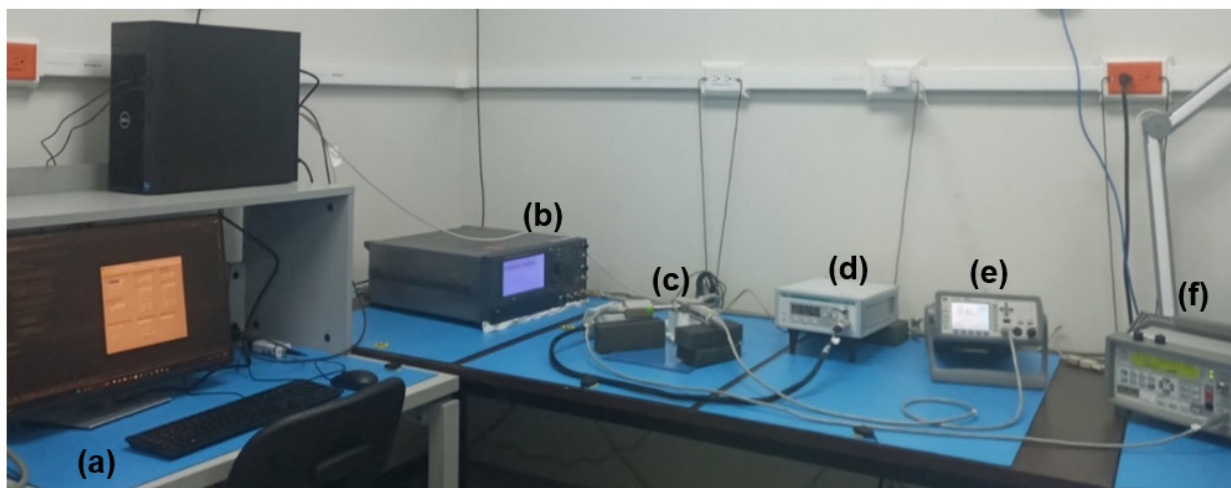


Fig. 1. Sistema de medición de potencia de señales de RF: (a) Computadora con GUI creada en Python para la recolección de datos; (b) Generador de señales potencia de RF; (c) Arreglo de componentes para medición por comparación directa; (d) Medidor del sensor bolométrico; (e) Medidor del sensor monitor; y, (f) Medidor del sensor bajo calibración.

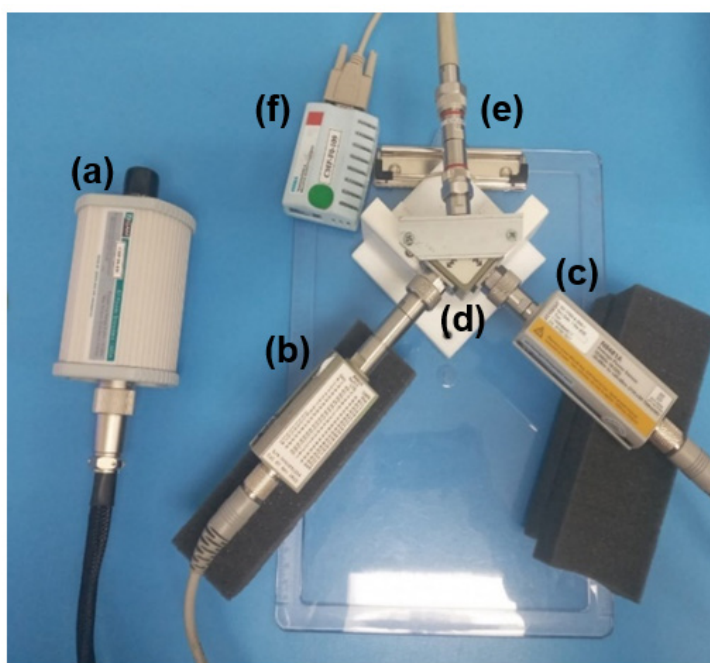


Fig. 2. Arreglo de componentes para medición por comparación directa: (a) Sensor bolométrico (BOL); (b) Sensor bajo calibración (DUT); (c) Sensor monitor (MON); (d) Divisor de señales de potencia de RF; (e) Cable de conexión con el generador; y, (f) Sensor de temperatura.

B. Programación en Python

Se ha realizado una aplicación con GUI en Python capaz de registrar datos y configurar los equipos de RF de forma remota, (Fig. 3a). Esta aplicación permite la adquisición de datos de un medidor de potencia de RF con sensor bolométrico y su registro en un archivo de texto en formato TXT y CSV (Fig.4). Además, incluye gráficas en tiempo real (Fig. 3c).

3. RESULTADOS

A. Interfaz de usuario creada para la toma de datos

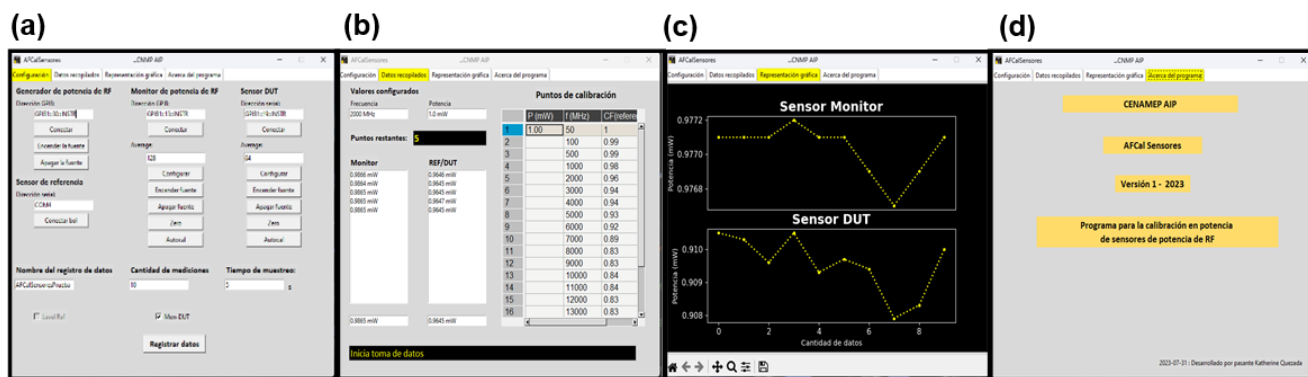


Fig. 3. Interfaz gráfica de usuario creada utilizando lenguaje de programación Python. Se muestran las siguientes Ventanas: (a) Principal para realizar la configuración general de los instrumentos de medición; (b) De visualización de la adquisición de datos; (c) De gráficas en tiempo real de los valores registrados; y, (d) De información general de la aplicación.

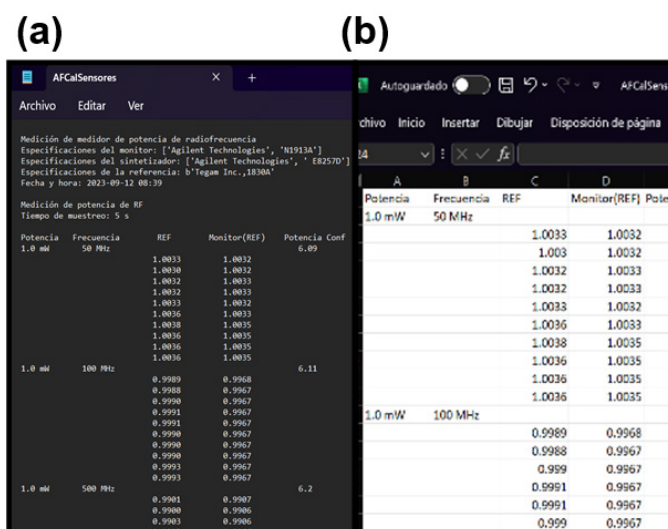


Fig. 4. Archivos generados con Python: (a) En formato TXT; y, (b) En formato CSV.

B. Comparación del factor de calibración del sensor DUT

A continuación, se presenta la comparación del factor de calibración obtenido con los certificados de calibración de un Instituto Nacional de Metrología y del fabricante del sensor bajo calibración. Se presenta una tendencia repetible entre rondas de medición (Fig. 5-6).

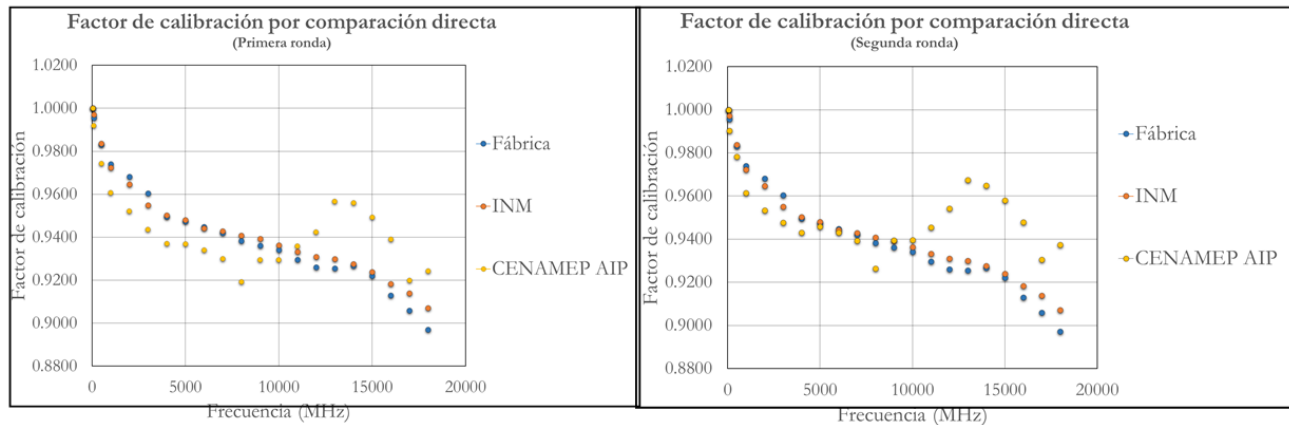


Fig. 5. Resultados del factor de calibración del DUT por comparación directa: (a) Primera ronda; y, (b) segunda ronda.

4. CONCLUSIONES

De los avances obtenidos es posible indicar que la aplicación desarrollada en Python facilita en gran manera la configuración de los instrumentos y el registro de datos de manera automatizada. En poco menos de 3 h se pueden obtener resultados del factor de calibración de un sensor, en 21 puntos distintos de frecuencia. Realizarlo manualmente conlleva más de un día laboral dedicado al registro de datos.

Además, el factor de calibración obtenido para el dispositivo bajo calibración presenta una tendencia repetible entre rondas de medición. Todavía queda el reto de mejorar la exactitud y evaluar la estimación de incertidumbre de la calibración.

Agradecimientos

Los autores agradecen a la Secretaría Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (SENACYT; contrato de subsidio económico 289-2022) y al CENAMEP AIP.

REFERENCIAS

- [1] Yueyan Shan and Xiaohai Cui (2012). *RF and Microwave Power Sensor Calibration by Direct Comparison Transfer*, Modern Metrology Concerns, Dr. Luigi Cocco (Ed.), ISBN: 978-953-51-0584-8, InTech, Available from: <http://www.intechopen.com/books/modern-metrology-concerns/rf-and-microwave-power-sensorcalibration-by-direct-comparison-transfer>.

- [2] Y. Shan, S. W. Chua, H. Neo & T. Wu. (2008). **Direct comparison transfer microwave power sensor calibration system**. [Conference]. Conference on Precision Electromagnetic Measurements Digest, Broomfield, CO, USA, 2008, pp. 512-513, doi: 10.1109/CPEM.2008.4574878.
- [3] Botello-Pérez, M., García-Ruiz, I. & Covarrubias-Martínez, D. (2012). **Sistema de referencia para la calibración de detectores de potencia por comparación directa**. [Conferencia]. Simposio de Metrología, Querétaro, México. <https://www.researchgate.net/publication/235561621>.

AUTORIZACIÓN Y LICENCIA CC

Los autores autorizan a APANAC XIX a publicar el artículo en las actas de la conferencia en Acceso Abierto (Open Access) en diversos formatos digitales (PDF, HTML, EPUB) e integrarlos en diversas plataformas online como repositorios y bases de datos bajo la licencia CC:

Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International (CC BY-NC-SA 4.0) <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>.

Ni APANAC XIX ni los editores son responsables ni del contenido ni de las implicaciones de lo expresado en el artículo.

ALCHORNEA CORDIFOLIA: ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE Y TOXICIDAD

Morales, Abdy

Centro de Investigaciones Psicofarmacológicas
Departamento de Farmacología, Fac. de Medicina, Universidad de Panamá
Panamá, Panamá

<https://orcid.org/0000-0002-4184-2912>
moba245@gmail.com

Mero, Aldahir

Centro de Investigaciones Psicofarmacológicas
Departamento de Farmacología, Fac. de Medicina, Universidad de Panamá
Panamá, Panamá

<https://orcid.org/0000-0002-4546-6096>
aldahirmero_20@hotmail.com

Díaz, Maricelis

Centro de Investigaciones Psicofarmacológicas
Departamento de Farmacología, Fac. de Medicina, Universidad de Panamá
Panamá, Panamá

<https://orcid.org/0000-0002-1943-9748>
maricselis@hotmail.com

Morán-Pinzón, Juan

Centro de Investigaciones Psicofarmacológicas
Departamento de Farmacología, Fac. de Medicina, Universidad de Panamá
Panamá, Panamá

<https://orcid.org/0000-0002-5559-231X>
coljamp@gmail.com

Samba, Nsevolo

Universidad Kimpa Vita, Departamento de Análisis
Clínicos y Salud Pública, Barrio Popular, Angola
Angola, África

<https://orcid.org/0000-0002-3973-6272>
israelsamba2010@hotmail.com

Rodilla, Jesús

FibEnTech- Materiais Fibrosos e Tecnologias Ambientais
Departamento de Química, Universidade da Beira Interior
Covilhã, Portugal

<https://orcid.org/0000-0001-6114-3572>

rodilla@ubi.pt

Guerrero De León, Estela

Sistema Nacional de Investigación
Centro de Investigaciones Psicofarmacológicas
Departamento de Farmacología, Fac. de Medicina, Universidad de Panamá
Panamá, Panamá

<https://orcid.org/0000-0002-0029-1827>

guerrerodleon@gmail.com

Abstract

Alchornea cordifolia is an important crude drug in the African indigenous system for the treatment of pain. Therefore, we decided to determine the antioxidant activity and toxicity profile of the extracts obtained using different solvents (hexane, acetone and ethanol) and different parts of the plant (leaves, bark and roots). To determine the antioxidant activity, concentrations between (0,48-125 µg/ml) were assayed against: DPPH, nitric oxide (NO·), non-enzymatic superoxide anion (●O₂⁻), TBARS, while toxicity was evaluated by *Artemia salina* model.

Against DPPH, extracts obtained from leaves, roots and bark with ethanol and acetone developed antiradical activity between 70 and 80%, effect that was similar to standard quercetin (77,9±4,4%). At low concentrations, the extracts obtained from the root show antiradical activity against NO· between 50 and 60%, close to that performed by Quercetin (74,8±3,5%). Extracts from bark showed significant activity against ●O₂⁻ (Hex=61,6%, Acet=61,2% and Eta=50,1%), very similar to Quercetin (53,0±0,8%). TBARS formation was significantly inhibited by ethanolic and acetic extracts of leaves (95,5% and 94,6%, respectively), showing similar effect to Curcumin (97,2%). In relation to the toxicity assay we observed that extracts obtained from the leaves showed the highest % lethality (Hex=88%; Acet=76%; Eta=42%) at a concentration of 1000 µg/ml.

A. cordifolia is a plant of biological interest, whose antioxidant activities and toxicological profile were described in this study.

Keywords: *Alchornea cordifolia*, toxicity, antioxidant, TBARS, DPPH.

Resumen

Alchornea cordifolia es una importante droga cruda en el sistema indígena africano para el tratamiento del dolor. Por lo tanto, hemos decidido determinar la actividad antioxidante y el perfil de toxicidad de los extractos obtenidos utilizando disolventes con diferente polaridad (hexano, acetona y etanol) y diferentes partes de la planta (hojas, corteza y raíces). Para determinar la actividad antioxidante se utilizaron concentraciones entre (0,48-125 µg/ml) frente a: DPPH, óxido nítrico (NO·), anión superóxido no enzimático (●O₂⁻), TBARS, mientras que la toxicidad se evaluó mediante el bioensayo con el modelo *Artemia salina*. Frente a DPPH, los extractos de hojas, raíces y corteza obtenidos con etanol y acetona desarrollaron actividad antirradical entre 70 y 80%, muy similares a nuestro estándar quercetina (77,9±4,4%). A bajas concentraciones, los extractos obtenidos de la raíz muestran una actividad antirradical frente al NO· entre 50 y 60%, próxima a la registrada por Quercetina (74,8±3,5%). Los extractos obtenidos de la corteza mostraron una actividad significativa frente a ●O₂⁻ (Hex=61,6%, Acet=61,2% y Eta=50,1%), muy similar a Quercetina (53,0±0,8%). La formación de TBARS fue inhibida significativamente por los extractos etanólico y acetónico de las hojas (95,5% y 94,6%, respectivamente), y se observó un efecto similar con la Curcumina (97,2%). Al evaluar la toxicidad de los extractos a una concentración de 1000 µg/ml, observamos que los obtenidos de las hojas mostraron el mayor % de letalidad (Hex=88%; Acet=76%; Eta=42%). *A. cordifolia* es una planta con interés biológico, cuyas actividades antioxidantes y perfil toxicológico fueron descritas en este estudio.

Palabras claves: *Alchornea cordifolia*, toxicidad, antioxidante, TBARS, DPPH.

1. INTRODUCCIÓN

Alchornea cordifolia es una planta originaria de Angola que pertenece a la familia de las Euphorbiaceae. Se utiliza generalmente para tratar infecciones por hongos, bacterias y parásitos [1], dolor, reumatismo, artritis, tos, diarrea y algunas otras enfermedades inflamatorias; sin embargo otros estudios indican que la decocción de las hojas se utiliza como estimulante del sistema nervioso central [2,3].

Así, de forma precisa, se ha descrito que *A. cordifolia* se utilizan en la preparación de remedios para las enfermedades urinarias, respiratorias y trastornos gastrointestinales, y una mezcla de los frutos es administrada para la tos. Los extractos de las hojas han demostrado que inhiben el crecimiento de las bacterias tanto gram-positivas como gram-negativas [4].

Los diferentes usos etnobotánicos reportados para esta planta la convierten de un blanco de interés para realizar diversos estudios farmacológicos, en donde la evaluación de su perfil de actividad antioxidante podría ser responsable de algunas de las acciones descritas, además de aportar información relevante para la comunidad científica.

2. MÉTODO

A. Preparación de los extractos.

Para todas las partes de las plantas (hojas, corteza y raíz), la extracción se hizo en Soxhlet con hexano (Hex), a la temperatura de ebullición. Después de 48h, recuperamos la solución de hexano e hicimos la evaporación del solvente. En cuanto a la extracción con acetona (Acet) y etanol (Eta), se realizó a temperatura ambiente, después de una semana recuperamos la solución y realizamos la evaporación utilizando un evaporador rotatorio (bomba Büchi VAC V-500® y controlador de presión Büchi Vacuum Controller V-850® y colocadas en un baño a 40°C, Büchi 461 Water Bath®).

Tabla 1. Identificación de los extractos por sus siglas.

| | Partes | Extractos |
|----------------------|------------------|-----------------------------------|
| Alchornea cordifolia | Folhas (Hojas) | ALFA-Hex ALFA-Acet ALFA-Eta |
| | Cascas (Corteza) | ALCA-Hex ALCA-Acet ALCA-Eta |
| | Raiz (Raíz) | ALRA-Hex ALRA-Acet ALRA-Eta |

B- Actividad captadora del radical DPPH.

La determinación del porcentaje de inhibición al radical DPPH se llevó a cabo de acuerdo con la metodología descrita por Pombal et al., 2017 [5]. Empleamos microplacas de 96 pocillos, y colocamos 100 µl de DPPH y 100 µl del extracto a evaluar o quercetina a diferentes concentraciones (0,48-125 mg/ml). Incubamos en la oscuridad durante 30 minutos y posteriormente, los datos de densidad óptica (DO) se obtuvieron a 492 nm. Cada evaluación se realizó por triplicado. Para calcular el porcentaje de inhibición empleamos la Fórmula 1.

$$\text{Fórmula 1} \quad \% \text{ de Inhibición DPPH} = \frac{[DO_{DPPH} - DO_{extracto}]}{DO_{DPPH}} \times 100$$

C. Evaluación de la capacidad atrapadora del óxido nítrico.

50 µl a diferentes concentraciones de los extractos de *A. cordifolia* disueltos en DMSO, fueron mezclados con 50 µl de NTP con 50 µl de Nitroprusiato de Sodio (10 mM) e incubados a 25 °C durante 5 minutos. Adicionamos 50 µl del Reactivo de Griess antes de realizar las determinaciones del radical óxido nítrico (NO·) a 560 nm [6]. Se empleo quercetina disuelta en DMSO como control positivo.

D. Capacidad atrapadora del anión superóxido en un sistema no enzimático.

La actividad inhibitoria frente al anión superóxido (●O₂⁻) fue evaluada mediante sistema no enzimático [7]. Colocamos 50 µl de los extractos a diferentes concentraciones y añadimos 50 µl de cada uno de los siguientes reactivos: PMS (120 µM), NADH (936 µM) y NBT (300 µM). La placa era incubada a 25°C durante 5 minutos, para posteriormente realizar las determinaciones a 560 nm.

E. Ensayo de inhibición de la peroxidación lipídica.

Para cada 100 µl del homogeneizado de huevo (1:25, v/v en solución PBS, pH 7,4), añadimos 10 µL de extracto y 50 µL FeSO₄ (25 mmol/l) y PBS c.s.p. 300 µl. Incubamos a 37 °C durante 15 minutos, y añadimos 50 µl de ácido tricloroacético al 15% p/v. Centrifugamos la muestra (3,500 rpm x 15 minutos), extraemos 200 µl del sobrenadante y añadimos 100 µl de ácido tiobarbitúrico al 0.8%. Calentamos la mezcla a 95 °C durante 30 minutos. Dejamos enfriar antes de medir la absorbancia de las muestras a 532 nm [8].

F. Toxicidad en Artemia Salina.

Evaluamos la toxicidad in vitro para el camarón de salmuera (*Artemia salina* Leach) como

bioensayo general [9]. En una microplaca de 96 pocillos se colocaron 98 μl de agua de mar tratada a 25 ppm, 2 μl del extracto de la planta a una concentración de 1000 $\mu\text{g}/\text{ml}$ (en el pocillo) y 100 μl de agua mar con 10 a 15 larvas de *Artemia Salina*. La toxicidad se determinó con larvas de 48 horas de edad y la letalidad fue evaluada después de 24 horas de incubación. Los resultados fueron expresados como porcentaje de larvas muertas en los pocillos.

3. RESULTADOS

A. Actividad captadora del radical DPPH.

La actividad captadora de DPPH de los nueve extractos de *A. cordifolia* fue comparada frente a la sustancia patrón, quercetina, que generó una capacidad inhibitoria máxima de $77,9 \pm 4,4\%$, (Tabla 1). En esta sección los extractos obtenidos en acetona y etanol de las tres partes de la planta fueron los que desarrollaron una actividad antirradicalaria similar a Quercetina alcanzando un % de inhibición entre el 70 y 80%, respectivamente.

B. Evaluación de la capacidad atrapadora del óxido nítrico.

Al evaluar los extractos de nuestra planta, los que mostraron mayor actividad fueron ALFA-Eta, ALCA-Eta y ALRA-Acet (% de inhibición = $68,1 \pm 0,9$, $61,9 \pm 1,3$ y $65,0 \pm 4,8\%$, respectivamente), efectos muy similares a nuestro flavonoide patrón quercetina ($74,8 \pm 3,5\%$) (Tabla 2).

C. Capacidad atrapadora del anión superóxido en un sistema no enzimático.

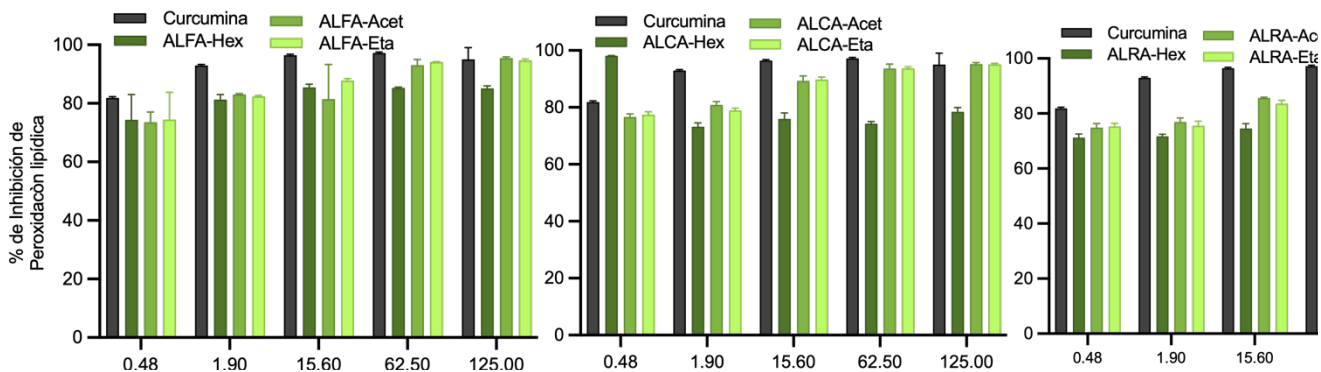
Para el ensayo frente a $\bullet\text{O}_2^-$ observamos que los extractos ALCA-Hex, ALCA-Acet y ALRA-Eta en muestran un % de inhibición de $61,6 \pm 2,3$, $61,2 \pm 3,5$ y $60,0 \pm 1,4\%$, respectivamente, y que fue superior a nuestro patrón quercetina ($53,0 \pm 0,8\%$) (Tabla 2).

Tabla 2. Valores del efecto inhibitorio máximo (Emax) y de la concentración inhibitoria 50 (CI50) obtenidos con los extractos de *A. cordifolia* ensayados contra los radicales DPPH, NO^\bullet y $\bullet\text{O}_2^-$.

| Extractos | DPPH | | NO^\bullet | | $\bullet\text{O}_2^-$ | |
|------------|------------------|--|---------------------|--|-----------------------|--|
| | Emax (%) | CI ₅₀ ($\mu\text{g}/\text{ml}$) | Emax (%) | CI ₅₀ ($\mu\text{g}/\text{ml}$) | Emax (%) | CI ₅₀ ($\mu\text{g}/\text{ml}$) |
| Quercetina | $77,9 \pm 4,4$ | 8,6 | $74,8 \pm 3,5$ | Nd | $53,0 \pm 0,8$ | 102,1 |
| ALFA-Hex | $19,9 \pm 2,1^*$ | Nd | $49,1 \pm 36,2$ | -0,1 | $3,4 \pm 7,8^*$ | Nd |
| ALFA-Acet | $77,2 \pm 0,8$ | 2,7 | $44,3 \pm 0,5^*$ | Nd | $52,5 \pm 10,7$ | Nd |
| ALFA-Eta | $78,3 \pm 1,4$ | 3,3 | $68,1 \pm 0,9$ | 445,4 | $44,4 \pm 12,8$ | Nd |
| ALCA-Hex | $4,1 \pm 1,1^*$ | Nd | $51,6 \pm 2,9$ | Nd | $61,6 \pm 2,3$ | 60,6 |
| ALCA-Acet | $79,4 \pm 0,6$ | 2,8 | $58,9 \pm 0,5$ | 98,9 | $61,2 \pm 3,5$ | 50,1 |
| ALCA-Eta | $75,7 \pm 2,9$ | 2,9 | $61,9 \pm 1,3$ | 351,8 | $50,1 \pm 3,8$ | Nd |
| ALRA-Hex | $9,4 \pm 6,1^*$ | Nd | $59,1 \pm 1,2$ | Nd | $34,3 \pm 1,9^*$ | -154,1 |
| ALRA-Acet | $82,1 \pm 0,5$ | 14,2 | $65,0 \pm 4,8$ | 38,2 | $51,5 \pm 3,1$ | 96,7 |
| ALRA-Eta | $70,6 \pm 0,7$ | 2,7 | $53,8 \pm 2,2^*$ | -22,8 | $60,0 \pm 1,4$ | 75,1 |

Los datos de Emax se presentan como la media \pm DS para un n=3. *p<0.05 vs Quercetina. Nd = No determinado.

D. Ensayo de Inhibición de la peroxidación lipídica.



Para evaluar la actividad sobre TBARS de los extractos obtenidos de las hojas observamos que, ALFA-Acet y ALFA-Eta presentaron un % de inhibición máximo del $95.5 \pm 0.4\%$ y $94.6 \pm 0.5\%$. Para los extractos de la corteza, a concentraciones bajas (0,48 mg/ml) el extracto ALCA-Hex (% inhibición = $98,1 \pm 0,1$) muestra una actividad ligeramente superior a la presentada por Curcumina ($97,2 \pm 0,3\%$), mientras que para ALCA-Acet y ALCA-Eta se muestran similares a las logradas por el control, ambos extractos muestran un % de inhibición de un 90% (Figura 1).

Figura 1. Actividad antioxidante de extractos de *A. cordifolia* en la inhibición de la peroxidación lipídica. (A) Extractos de hojas; (B) Extractos de corteza; (C) Extractos de raíz.

E. Toxicidad en Artemia Salina.

Al evaluar la toxicidad de los diferentes extractos a una concentración de $1000 \mu\text{g/ml}$, observamos que los datos obtenidos de las hojas de *A. cordifolia* mostraron el mayor % de letalidad (Hex=88%; Acet=76%; Eta=42%). Así mismo los extractos de la corteza fueron evaluados y presentaron un % de letalidad discreto (Hex=45%; Acet=24%; Eta=2%). Para concluir, los extractos de la raíz obtenidos en hexano, acetona y etanol presentaron datos de letalidad bajos, siendo el extracto en acetona el que no presentó efecto tóxico (Hex=48%; Eta=3%).

4. CONCLUSIONES

En conclusión, nuestro estudio representa un barrido contra varios radicales libres implicados en diferentes patologías. En él se utilizó una serie de ensayos in vitro bien establecidos para caracterizar la actividad antioxidante de los extractos de *A. cordifolia*. Esta actividad encontrada aunada a los reportes de los fitoconstituyentes, podrían justificar los usos etnobotánicos, particularmente antiinflamatorios de los pobladores de África.

REFERENCIAS

- [1] [1] Boniface, P. K., Ferreira, S. B., & Kaiser, C. R. "Recent trends in phytochemistry, ethnobotany and pharmacological significance of *Alchornea cordifolia*". (Schumach. & Thonn.) Muell. Arg. In *Journal of Ethnopharmacology* (Vol. 191, pp. 216–244), (2016).
- [2] [2] Akanmu, M., Adeloye, A., & Obuotor. "Neuropharmacological effects of *Alchornea cordifolia* (Schumach. & Thonn.) Mull. Arg. (Euphorbiaceae) in mice". *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 5(6), (2012).
- [3] [3] Ogunbamila, F. O., & Samuelsson, G. "Smooth muscle relaxing flavonoids from *Alchornea cordifolia*". *Acta Pharmaceutica Nordica*, 2(6), (1990).
- [4] [4] Agbor, G. A., Léopold, T., & Jeanne, N. Y. "The antidiarrhoeal activity of *Alchornea cordifolia* leaf extract". *Phytotherapy Research*, 18(11), 873–876, (2004).
- [5] [5] S. Pombal, Y. Hernández, D. Diez & E. Mondolis. "Antioxidant Activity of Carvone and Derivatives against Superoxide Ion," *Nat Prod Commun.*, vol. 12, no. 5, pp. 653-655, (May 2017).
- [6] [6] S. Lee, S. Sancheti, & M. Bafna, "Acetylcholinesterase inhibitory and antioxidant properties of *Rhododendron yedoense* var. *Poukhanense* bark". *Journal of Medicinal Plants Research*, vol. 5, no.2, pp. 248-254, (January 2011).
- [7] [7] H.-Y. Lin. & C.-C. Chou, "Antioxidative activities of water-soluble disaccharide chitosan derivatives," *Food Res Int.*, vol. 37, no. 9, pp. 883-889, (April 2004).
- [8] [8] Y. Zhao, J. Dou, & T. Wu, "Investigating the antioxidant and acetylcholinesterase inhibition activities of *Gossypium herbaceum*," *Molecules*, vol. 8, no. 1, pp. 951–962, January 2013.
- [9] [9] McLaughlin J.L. & Rogers L.L., The use of biological assays to evaluate botanicals. *Drug Info J* 32: 513±524, (1998).

AUTORIZACIÓN Y LICENCIA CC

Los autores autorizan a APANAC XIX a publicar el artículo en las actas de la conferencia en Acceso Abierto (Open Access) en diversos formatos digitales (PDF, HTML, EPUB) e integrarlos en diversas plataformas online como repositorios y bases de datos bajo la licencia CC:

Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International (CC BY-NC-SA 4.0) <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>.

Ni APANAC XIX ni los editores son responsables ni del contenido ni de las implicaciones de lo expresado en el artículo.

INFLUENCIA DE ENERGÍAS (SPT) EN LA RESPUESTA DE ANÁLISIS DE FRECUENCIA DEL SUELO: TÉCNICA NAKAMURA

Moreno, Bruno

bruno.moreno@utp.ac.pa

Martínez, Roderick

roderick.martinez2@utp.ac.pa

Gallardo, José

jose.gallardo@utp.ac.pa

Rodríguez, Stephania

stephania.rodriquez@utp.ac.pa

Atencio, Amir

amir.atencio@utp.ac.pa

Universidad Tecnológica de Panamá
David, Panamá

Abstract

Nakamura analysis is a pivotal technique in assessing the seismic response of soil during an earthquake and has gained significance over the past 30 years due to its advantages in seismic geotechnical engineering and site characterization. However, there has been debate regarding the influence of energy generated during measurements on result accuracy, as this energy can impact soil properties without precise measurement of its magnitude and duration.

This study aims to analyze the correlation between energy generated during standard penetration testing (SPT) and Nakamura analysis results when no deliberate artificial energy is introduced. The standard methodology for H/V Spectral Ratio (HVSr) application involves avoiding the introduction of external forces to the soil to prevent biasing the site response. Acceleration data from 9 sites in the city of David were collected for over 1500 minutes while conducting SPT with different configurations of triaxial accelerometers. Spectral analysis of the recorded signals was performed to identify the presence or absence of artificial energy, highlighting frequency peaks indicating hammer impact.

The results demonstrated that in Nakamura analysis, both with and without external

energy, a significant similarity in identified frequencies was observed. This suggests that the presence of ambient noise or induced energy is negligible for a positive assessment of this technique.

Keywords: Seismic, characterization, energy, Nakamura, impact.

Resumen

El análisis de Nakamura es una técnica crucial en la evaluación de la respuesta sísmica del suelo durante un terremoto y ha ganado importancia en los últimos 30 años debido a sus ventajas en la ingeniería geotécnica sísmica y la caracterización de sitios. Sin embargo, se ha debatido la influencia de la energía generada durante las mediciones en la precisión de los resultados, ya que esta energía puede afectar las propiedades del suelo sin una medida precisa de su magnitud y duración.

Este estudio se propuso analizar la correlación entre la energía generada durante la prueba de penetración estándar (SPT) y los resultados del análisis de Nakamura cuando no se introduce energía artificial deliberadamente. La metodología estándar para la aplicación de HVSr (H/V Spectral Ratio) implica evitar la introducción de fuerzas externas al suelo para no sesgar la respuesta del sitio.

Se recopilaron datos de aceleraciones de 9 sitios en la ciudad de David durante más de 1500 minutos, mientras se realizaban pruebas SPT con diferentes configuraciones de acelerómetros triaxiales. Se realizó un análisis espectral de las señales registradas para identificar la presencia o ausencia de energía artificial, destacando picos de frecuencia que indicaran el impacto del martillo.

Los resultados mostraron que en el análisis de Nakamura sin energía externa y con energía, se observó una gran similitud en las frecuencias identificadas, lo que sugiere que la presencia de ruido ambiental o energía inducida es insignificante para un análisis positivo de esta técnica.

Palabras claves: Sísmica, caracterización, energía, Nakamura, impacto.

1. INTRODUCCIÓN

La ciudad de David se caracteriza por activos eventos sísmicos lo cual es una fuente de estudios necesaria para los suelos de nuestro país. Pese a esto el conocimiento en este tema es escaso al nivel del distrito, por esta razón este estudio busca poder verificar si la información obtenida por los sensores al momento de agregar energía antrópica al suelo en este caso la energía generada por la prueba de penetración estándar (SPT), puede afectar en la estimación de la frecuencia natural del suelo la cual se obtiene utilizando la técnica de

Nakamura. El análisis de la frecuencia fundamental de vibración del suelo desempeña un papel crucial en campos como la ingeniería civil y la sismología, ya que afecta directamente la planificación, diseño y seguridad de estructuras. Comprender cómo vibra el suelo es como conocer su “ritmo natural” conociendo las componentes de las ondas que viajan por el mismo. Esta respuesta revela cómo este reacciona ante terremotos y otros eventos, informando sobre su capacidad para amortiguar o transmitir ondas sísmicas y vibraciones [1]. Nogoshi e Igarashi en 1971 investigan las características de propagación de los microsismos descubriendo que están compuestos tanto de ondas de cuerpo como de ondas superficiales [3], otros autores como Tokimatsu [2] consideran también que en ocasiones las vibraciones ambientales reflejan más características de la fuente que del suelo. Nakamura y Ueno [4] establecen el método HVSR (razón espectral horizontal vertical) o mejor conocido como el método Nakamura, en el que los efectos de la fuente se minimizan al dividir la componente horizontal de movimiento del suelo entre la vertical [5], permitiendo obtener la frecuencia fundamental de los suelos.

2. MÉTODO

Instrumentación y registros de Vibración Ambiental:

En este estudio se utilizaron registros de las vibraciones inducidas al suelo por la prueba de SPT en 9 puntos específicos de la ciudad de David, en la Fig.1 se puede observar el mapa con la ubicación de los puntos de control. Las mediciones se realizaron haciendo uso de 3 acelerógrafos triaxiales marca Etna, modelo Altus, con una banda de frecuencia que fluctúa entre 0.2 y 40 Hz, el arreglo de sensores que se hizo en campo corresponde a un sensor fijo ubicado a una distancia de 10m del equipo de SPT en cual tiene una duración de ventana de tiempo aproximada de 3h 30min lo que demoraba la prueba los otros dos sensores se colocaban a una distancia inicial de 5 y 10m a partir del sensor fijo los mismo tiene una duración de ventana de 22min según lo recomendado por SESAME [6] y luego de cumplido su tiempo de grabación se reubicaban hasta completar los 40m a partir del sensor fijo. Toda esta data es almacenada en la memoria de cada uno de los equipos, para luego enviarlas al portátil y procesar la información.



Figura 1. Mapa de ubicación de puntos de estudio.

Extracción de datos

Una vez transcurrido el período de medición, los datos registrados se obtienen utilizando el software Altus File Assistant. Este programa facilita el acceso a los archivos almacenados en las tarjetas de memoria de 64 Mb del acelerómetro ETNA. De esta manera, se puede recuperar la información capturada durante la medición para su posterior análisis.

Procesamiento de datos

Se optó por utilizar el lenguaje de programación Python para el análisis y procesamiento de los datos capturados por el acelerómetro ETNA, debido a su facilidad en operaciones científicas y matemáticas.

Se desarrolló un código de programación que permite la lectura de los archivos obtenidos del sensor ETNA. En este proceso, se aplica la técnica de transformada de Fourier a los datos recopilados en los ejes x, y, z. Posteriormente, se realiza una división entre los valores horizontales y verticales, y se segmentan en intervalos de tiempo llamados ventanas.

Dentro de cada ventana, se aplica un filtro basado en la desviación estándar de la media (MADS) con el fin de identificar y eliminar ventanas con valores atípicos. Luego, se calcula el promedio de los valores restantes en cada ventana. A partir de estos promedios, se crea una representación gráfica que visualiza la evolución de los valores promedio a lo largo del tiempo.

3. RESULTADOS

A continuación, se podrá apreciar los análisis respectivos de la frecuencia fundamental de dos de los puntos de control, representado su espectrograma Fig. 2 y Fig. 3 calculado con el método de NAKAMURA que consiste en el Radio espectral H/V. Seguidamente se presenta el Gráfico 1 que corresponde a la variación entre la frecuencia obtenida en función de la energía dividida entre la frecuencia fundamental del sitio frecuencia base calculada con la técnica de Nakamura la cual cumple con los criterios de SESAME. Y el Gráfico 2 correspondiente a los mismos criterios mencionados anteriormente, pero utilizando la media de las frecuencias de cada sitio.

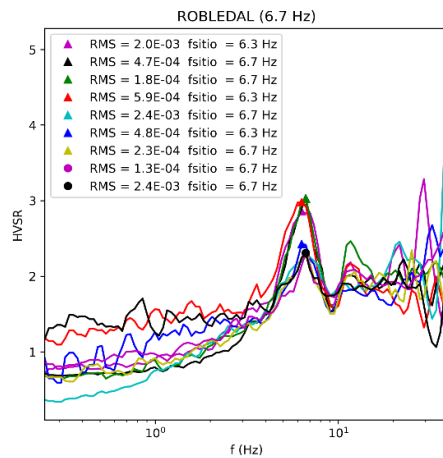


Figura 2. Frecuencias de sitio (Robledal)

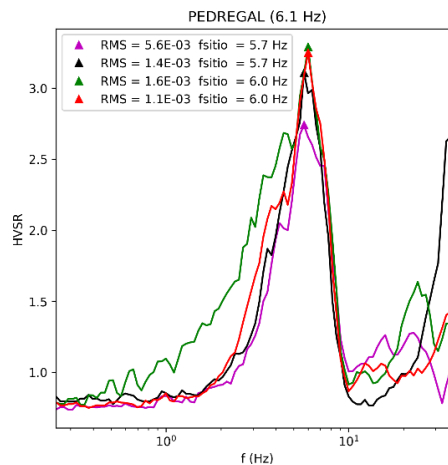


Figura 3. Frecuencias de sitio (Pedregal)

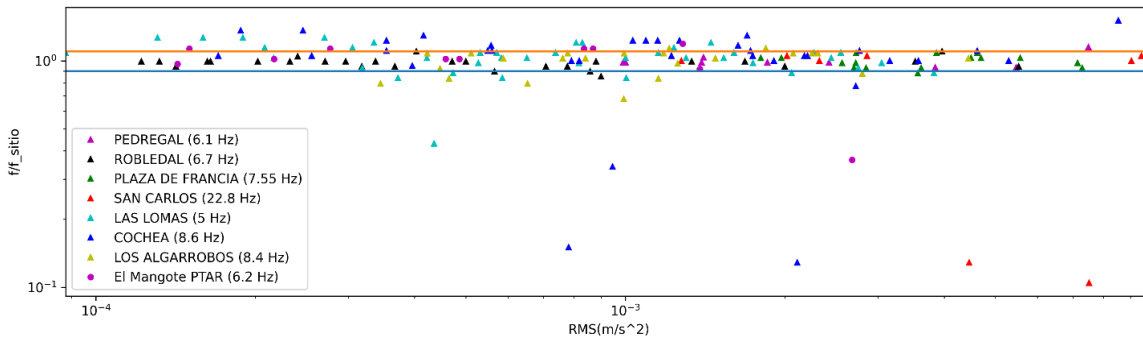


Gráfico 1. Confiabilidad de frecuencias de acuerdo con energía (Todos los registros).

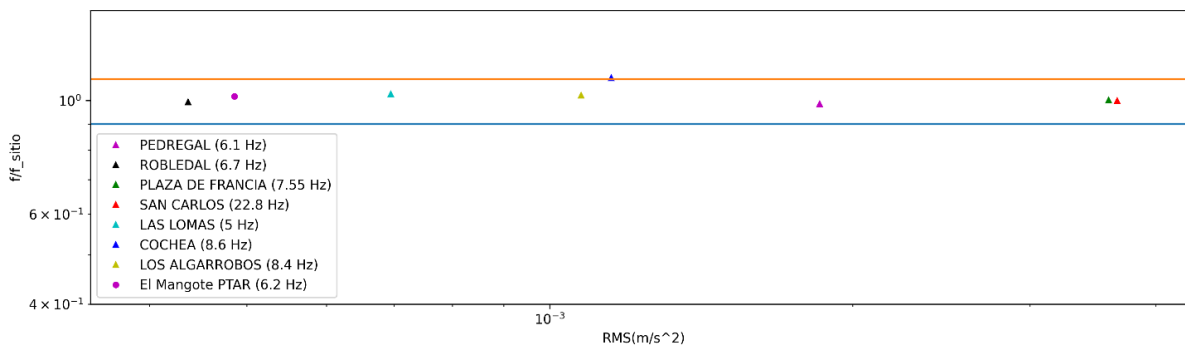


Gráfico 2. Confiabilidad de frecuencias de acuerdo con energía usando la media de cada sitio

4. CONCLUSIONES

1. Se puede establecer una recomendación aceptable en la implementación del uso de energía externa inducida de manera de impacto para el cálculo de la frecuencia predominante con el método de Nakamura.
2. Los registros analizados cumplen en su gran mayoría los requisitos de SESAME.
3. Se observa una buena respuesta de frecuencia de sitio respecto a la cantidad de energía reconocida en el análisis (baja o alta) Gráfico1.
4. Se presenta una tendencia de confiabilidad de acuerdo con la ubicación de la energía ideal para las frecuencias conocidas.
5. En los gráficos de HVSR vs RMS muestra el patrón de convergencia en cada sitio con sus distintas aceleraciones pico Figura3 y Figura4.
6. Se recomienda la implementación de mayores cantidades de arreglos entre sensores, aumentando la distancia entre ellos de acuerdo con la posible frecuencia de sitio y la fuente de excitación del suelo.

REFERENCIAS

- [1] “Geotechnical Earthquake Engineering (Kramer 1996)”.
- [2] Youtaka NAKAMURA, “A Method for Dynamic Characteristics Estimation of Subsurface using Microtremor on the Ground Surface”.
- [3] A. De La, N. Técnica E-030, “ Diseño, C. Geofísicas, L. Mercedes, and A. García, “UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN AGUSTÍN DE AREQUIPA FACULTAD DE INGENIERÍA GEOLÓGICA, GEOFÍSICA Y MINAS ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA GEOFÍSICA Tesis presentada por la Bachilleren.”
- [4] P. Bard, “Microtremor measurement : a tool for site effect estimation?,” *K. Irikura K. Kudo H. Okada T. Sasatami Eds*, no. August, 1998.
- [5] C. Lachet and P. Y. Bard, “Numerical and Theoretical Investigations on the Possibilities and Limitations of Nakamura’s Technique,” *Journal of Physics of the Earth*, vol. 42, no. 5, 1994, doi: 10.4294/jpe1952.42.377.
- [6] La, D. E., De, T., Relación Espectral H/V En, L. A., & Ambientales, V. (n.d.). DIRECTRICES PARA LA IMPLEMENTACIÓN MEDICIONES, PROCESAMIENTO Y INTERPRETACIÓN Proyecto de investigación europeo SESAME WP12-Entregable D23.12 Comisión Europea-Dirección General de Investigación Proyecto N° EVG1-CT-2000-00026 SÉSAMO diciembre de 2004. www.onlinedoctranslator.com

AUTORIZACIÓN Y LICENCIA CC

Los autores autorizan a APANAC XIX a publicar el artículo en las actas de la conferencia en Acceso Abierto (Open Access) en diversos formatos digitales (PDF, HTML, EPUB) e integrarlos en diversas plataformas online como repositorios y bases de datos bajo la licencia CC:

Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International (CC BY-NC-SA 4.0) <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>.

Ni APANAC XIX ni los editores son responsables ni del contenido ni de las implicaciones de lo expresado en el artículo.

Aislamiento, e identificación de Amebas de Vida Libre de unidades dentales y aires acondicionados de una Clínica Odontológica. Fase II

Castillo Mabel

Universidad de Panamá, Escuela de Tecnología Médica, Facultad de Medicina
mabelcastillo10@gmail.com

Gómez Tania

Universidad de Panamá, Departamento de Microbiología Humana, Facultad de Medicina
taniagomez1201@gmail.com

Ying Argentina

Universidad de Panamá, Departamento de Microbiología Humana, Facultad de Medicina
yingargentina@gmail.com

Abstract

Free-living amoebas (AVL) are protozoans with a wide environmental distribution, reported mainly in water, soil, ducts and biofilms. Some species of the genera *Acanthamoeba*, *Naegleria*, *Balamuthia* and *Sappinia* are amphizoic and can cause pathologies such as primary amoebic meningoencephalitis (PAM), amoebic granular encephalitis (GAE), and amoebic keratitis in humans and animals. Even though cases of infection with pathogenic AVL are of very low frequency or low morbidity, their high mortality represents a potential risk in environments in which there are clinical interventions with invasive processes, or immunocompromised patients. The presence of AVLs is expected in any humid environment, however, it is important to determine if they represent a risk to human health. In a previous study, AVL were isolated in dental units and air conditioners of a dental clinic, which were only identified morphologically in the genus *Acanthamoeba*. These amoebas were kept in the stock collection of the Department of Microbiology of the Faculty of Medicine. In phase II of the study, the molecular and physical-chemical identification of the free-living amoebas that were kept in the stock collection of the Department of Human Microbiology was carried out. during the pandemic and the determination of the levels of osmotolerance and thermotolerance they presented. Molecularly, the AVL of the strain corresponded to the genus *Acanthamoeba*. The four strains were thermotolerant and not osmotolerant. This study represents the first report of the presence of free-living amoebas in dental units and air conditioners in Panama.

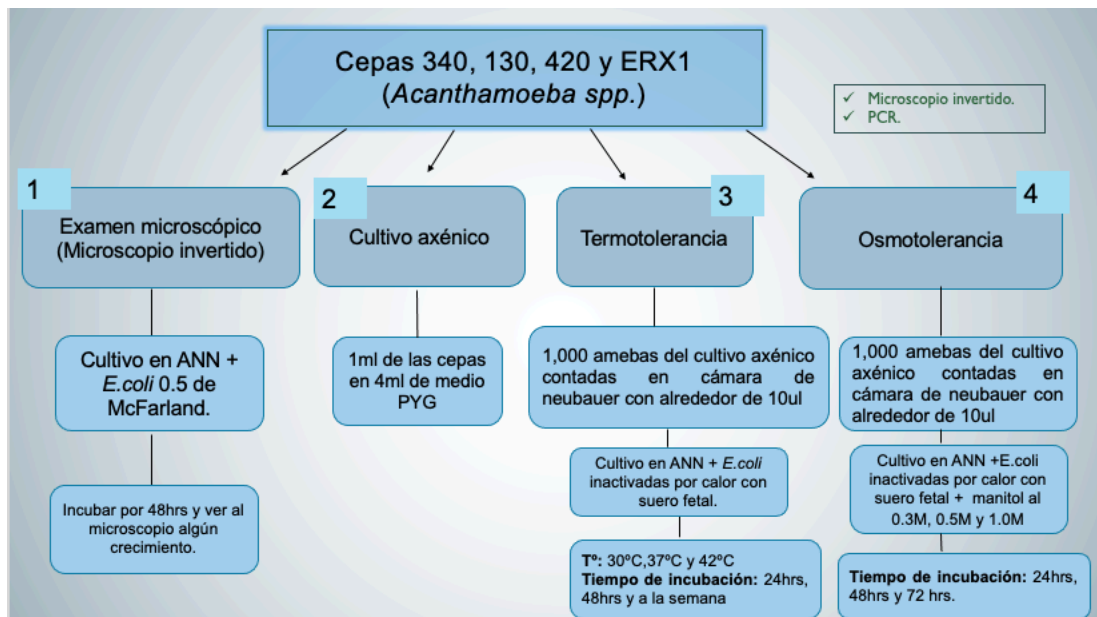
Keywords: Free-living amoebas, osmotolerance, thermotolerance

Resumen

Las amebas de vida libre (AVL) son protozoos de amplia distribución ambiental, reportados principalmente en agua, suelos, ductos y biofilms. Algunas especies de los géneros *Acanthamoeba*, *Naegleria*, *Balamuthia* y *Sappinia*, son anfitrónicas y pueden causar patologías como la meningoencefalitis amebiana primaria (PAM), Encefalitis granulosa amebiana (EGA), y queratitis amebiana en humanos y animales. Aún cuando los casos de infección con AVL patógenas son de muy baja frecuencia o baja morbilidad, su alta mortalidad representa un riesgo potencial en ambientes en los que hay intervenciones clínicas con procesos invasivos, o pacientes inmunocomprometidos. La presencia de AVL se espera en cualquier ambiente húmedo, sin embargo, es importante determinar si representan un riesgo para la salud humana. En un estudio previo se aislaron AVL en unidades dentales y aires acondicionados de una clínica odontológica, que solo fueron identificadas morfológicamente en el género *Acanthamoeba*. Estas amebas se mantuvieron en el cepario del Departamento de Microbiología de la Facultad de Medicina. En la fase II del estudio se procedió a la identificación molecular y físico química de las amebas de vida libre que se mantuvieron en el cepario del departamento de Microbiología Humana durante la pandemia y a la determinación de los niveles de osmotolerancia y termotolerancia que presentaban. Molecularmente las AVL del cepario correspondieron al género *Acanthamoeba*. Las cuatro cepas fueron termotolerantes y no osmotolerantes. Este estudio representa el primer reporte de la presencia de amebas de vida libre en unidades dentales y aires acondicionados en Panamá.

Palabras claves: amebas de vida libre, osmotolerantes, termotolerante.

MATERIALES Y MÉTODOS



A Cuatro cepas identificadas morfológicamente dentro del género de *Acanthamoeba* (340, 130, 420 y ERX1) en la fase I, se le hicieron pruebas de termotolerancia y osmotolerancia y a dos cepas identificadas morfológicamente como género *Acanthamoeba* se les hizo PCR y secuenciación.

Examen microscópico

Se utilizó un microscopio invertido para la observación de AVL de los cultivos tanto de ANN como de los cultivos para la termotolerancia y osmotolerancia. Se tomó como referencia la forma y tamaño de quistes, características de endoquiste y apariencia de trofozoítos de acuerdo a la clave de Page (1976).

Cultivo axénico

Las muestras aisladas y los pases de cepas conocidas fueron cultivadas en ANN suplementados con cepa 35218 de *Escherichia coli* al 0.5 de McFarland, se incubaron 48 horas a temperatura ambiente, luego donde se observaron crecimiento amebiano, se transfirió a un medio axénico con aproximadamente 5mL de medio de crecimiento PYG, compuesto por peptona, extracto de levadura y glucosa.

Termotolerancia

En placas de agar no nutritivo suplementadas con cepa 35218 de *Escherichia coli* inactivadas por calor con suero fetal, se colocó un inóculo de aproximadamente 1000 amebas que

fueron contadas en cámara de Neubauer con 10ul de cada cepa. Las placas se incubaron a 30°C, 37°C y 42°C realizando revisiones de 24, 48 horas y una semana mediante el uso de un microscopio invertido. Como control se utilizó una placa de ANN bajo las mismas condiciones descritas previamente y e incubándose a temperatura ambiente.

Finalizado el tiempo de incubación, el crecimiento final se evaluó cualitativamente, mediante la observación de la presencia tanto de trofozoítos como de quistes, registrándolo como +/- (presencia de quistes positiva o negativa), +/- (presencia de trofozoítos positiva o negativa) e interpretando el crecimiento abundante como +++, el moderado como ++, y el nulo -. Luego que se cumplió el tiempo, se tomó en cuenta lo siguiente: la observación de la presencia de trofozoítos al igual que su multiplicación, presencia de una vacuola pulsátil activa y la distribución fuera del punto de inoculación inicial en toda la placa de ANN.

Osmotolerancia

Para el estudio de la osmotolerancia se utilizaron placas de ANN con manitol en concentraciones de 0.3M, 0.5M y 1.0M suplementadas con *Escherichia coli* inactivadas por calor con suero fetal. En el medio de las placas se inocularon aproximadamente 1000 amebas contadas en cámara de Neubauer con 10ul de cada cepa. Todas las placas se realizaron por triplicado. Como control se emplearon placas de ANN sin manitol bajo las mismas condiciones. Para confirmar la presencia y crecimiento de las amebas en las placas se utilizó el microscopio invertido transcurridos 24, 48 y 72 horas.

Se consideró como resultado positivo la observación de un diámetro superior a unos 5mm del punto de inoculación inicial.

Extracción de ADN.

Se trabajaron dos cepas de un estudio anterior a la cual ya le habían realizado las pruebas fisicoquímicas, para ello se utilizó una prueba comercial que consiste en unir el ADN a una membrana de gel de sílice (kit comercial *QIAamp DNA Mini and Blood Mini Handbook*).

Reacción en Cadena de la Polimerasa (PCR)

Para la amplificación del ADN de AVL después de un lavado con 2ml de solución salina, se recogió la suspensión en tubo eppendorf de 1.5ml, se centrifugó a 6000 rpm durante 10 minutos. Se eliminó el sobrenadante y el sedimento se volvió a resuspender en 500ul con solución salina para la posterior extracción de ADN.

Secuenciación

Los amplicones purificados empleados en el PCR se secuenciaron por la casa comercial Macrogen en la sede Corea del Sur.

Para el análisis de datos, se utilizó el software SnapGene, la base de datos NCBI, Blastn y Clustal OMEGA.

RESULTADOS

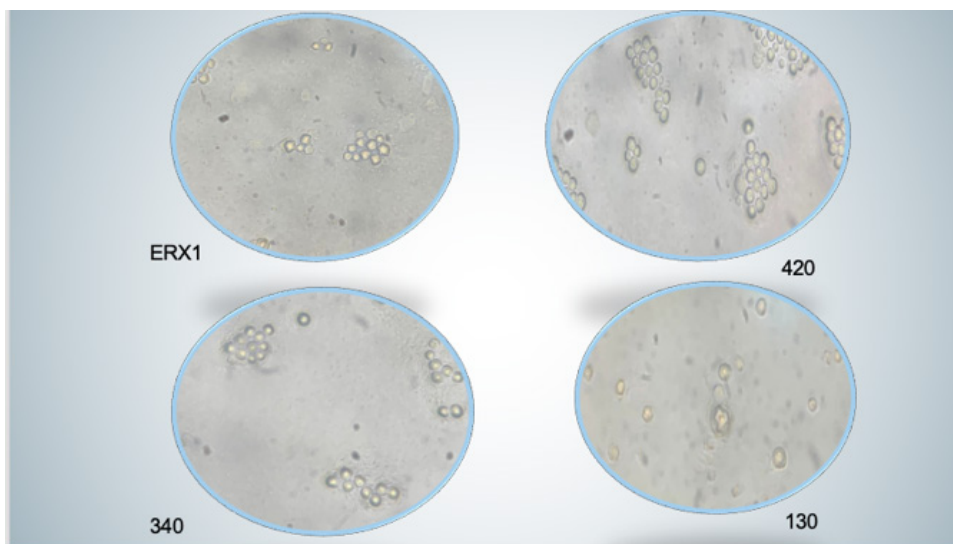
Las cuatro cepas obtuvieron un crecimiento amebiano a temperaturas de 37°C y 42°C, la cepa 130 y ERX1 a las 24 horas, y las cepas 340 y 420 con un crecimiento a la semana.

RESULTADOS

TERMOTOLERANCIA

+: Positivo
 -: Negativo
 Crecimiento:
 - Moderado: ++
 - Abundante: +++

| | | TERMOTOLERANCIA | | | |
|------------------------|-------------|-----------------|----------|-------------|-----|
| | 24 horas | 30°C | 37°C | 42°C | |
| | | 130 | 24 horas | Trofozoitos | - |
| Quistes | - | | | - | + |
| Crecimiento | - | | | - | ++ |
| 48 horas | Trofozoitos | | - | - | - |
| | Quistes | | - | + | + |
| | Crecimiento | | - | +++ | +++ |
| 1 ^{ra} semana | Trofozoitos | - | - | - | |
| | Quistes | + | ++ | ++ | |
| | Crecimiento | +++ | +++ | +++ | |
| 420 | 24 horas | Trofozoitos | - | - | - |
| | | Quistes | - | - | - |
| | | Crecimiento | - | - | - |
| | 48 horas | Trofozoitos | - | - | - |
| | | Quistes | - | - | - |
| | | Crecimiento | - | - | - |
| 1 ^{ra} semana | Trofozoitos | - | - | - | |
| | Quistes | - | + | + | |
| | Crecimiento | - | +++ | +++ | |
| ERX1 | 24 horas | Trofozoitos | - | - | - |
| | | Quistes | - | + | - |
| | | Crecimiento | - | ++ | - |
| | 48 horas | Trofozoitos | - | - | - |
| | | Quistes | - | + | - |
| | | Crecimiento | - | +++ | - |
| 1 ^{ra} semana | Trofozoitos | - | - | - | |
| | Quistes | + | + | - | |
| | Crecimiento | +++ | +++ | +++ | |
| 340 | 24 horas | Trofozoitos | - | - | - |
| | | Quistes | - | - | - |
| | | Crecimiento | - | - | - |
| | 48 horas | Trofozoitos | + | - | - |
| | | Quistes | - | + | + |
| | | Crecimiento | - | ++ | ++ |
| 1 ^{ra} semana | Trofozoitos | + | + | - | |
| | Quistes | + | + | - | |
| | Crecimiento | +++ | ++ | +++ | |

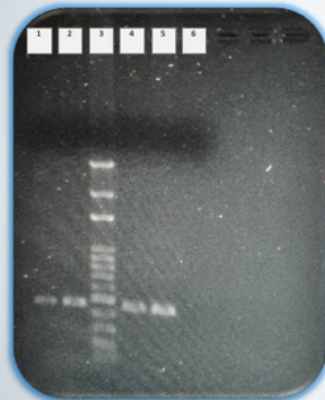


OSMOTOLERANCIA

Positivo: Diámetro superior a los 5mm desde el punto de inoculación en el plato de agar.

| RESULTADOS DE OSMOTOLERANCIA | | | | |
|------------------------------|-----------------------|----------|----------|----------|
| Cepa | Concentración Manitol | 24 horas | 48 horas | 72 horas |
| 130 | 1,0M | 3,5mm | ✓ 6mm | ✓ 10mm |
| | 0,5M | 3mm | 3mm | 3mm |
| 340 | 1,0M | 5,5mm | ✓ 8mm | ✓ 10mm |
| | 0,5M | 5mm | 5mm | 5mm |
| ERXI | 1,0M | 5mm | ✓ 8mm | ✓ 13mm |
| | 0,5M | 3mm | 5mm | 5mm |

ELECTROFORESIS EN GEL

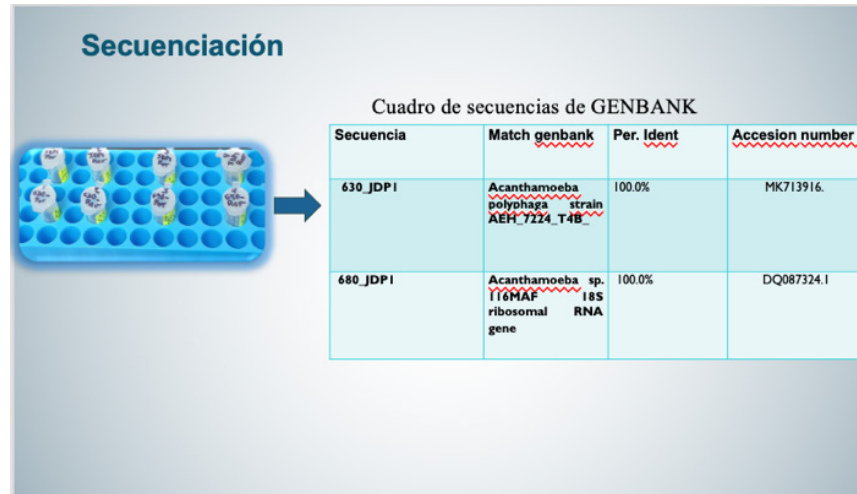


Representación de los productos esperados de la PCR convencional del gen de *Acanthamoeba* spp. en gel de agarosa para electroforesis. **Carril 1 y 2:** Cepa 680, **carril 3:** marcador de peso molecular, **carril 4 y 5:** cepa 630 y **carril 6:** control negativo. Productos observados alrededor de los 500pb.

Análisis filogenético

- Método utilizado: Maximum Likelihood (Método de caracteres)
- modelo Hasegawa-Kishino-Yano (HKY+G+I)





CONCLUSIONES

El crecimiento de las cuatro cepas a distintas concentraciones de osmolaridad y a temperaturas mayores de los 35°C, sugiere un posible potencial patogénico de las amebas del género *Acanthamoeba*, encontradas.

Las cuatro cepas trabajadas no tuvieron crecimiento en concentración de 3.0M.

La identificación molecular por PCR a las cepas 680 y 630 confirmó la presencia de amebas del género *Acanthamoeba*.

REFERENCIAS

- [1] Astorga, B. 2016. Ecología de *Acanthamoeba* spp. en Chile: Identificación fenotípica y genotípica en agua, suelos y vegetales.
- [2] Castro, E. 2015. Determinación de características asociadas al potencial patogénico de aislamientos de *Acanthamoeba*, obtenidos a partir de muestras de equipos de la Universidad de Costa Rica. 7-74.
- [3] Costamagna, S. 2021. *Acanthamoeba* spp.: Ecoepidemiología, biología, ultraestructura, patogénesis y diagnóstico en el hombre.
- [4] Dávila, A. 2014. Epidemiología y diagnóstico de amebas de vida libre implicadas en salud humana. 1-184.
- [5] Fernández, M. 2015. Caracterización molecular de amebas de vida libre e identificación de otros parásitos en aguas de red de la provincia de Zaragoza: Asociación con otros microorganismos y riesgos para salud pública.
- [6] Fernández, S; Gutiérrez, E. 2020. Aislamiento y caracterización morfológica de amebas de vida libre en unidades dentales y unidades de aires acondicionados de una clínica odontológica practico-docente del centro de la ciudad de Panamá. 2-59.
- [7] Khan, N. 2006. *Acanthamoeba*: biología y creciente importancia en la salud humana. *Oxford Academic*, 30(4), 564-595. <https://academic.oup.com/femsre/article/30/4/564/2367614?login=false>
- [8] Król-Turmińska, K; & Olender, A. (2017). Human infections caused by free-living amoebae. *Annals of Agricultural and Environmental Medicine*, 24(2), 254-260.

- [9] Laconte, M; Rivero, F; & Lujan, H. Caracterización morfológica, fisiológica y molecular de aislamientos de amebas de vida libre (*Acanthamoeba*) obtenidas del medio ambiente y de pacientes con queratitis amebiana.
- [10] Mercedes, C. 2017. Aislamiento y caracterización molecular de amebas de vida libre en Venezuela.
- [11] Oddó, D. 2006. Infecciones por amebas de vida libre. Comentarios históricos, taxonomía y nomenclatura, protozoología y cuadros anatómoclínicos. 23(3) 200-214.
- [12] Pereira, A; Pérez, M. 2003. Amebas de vida libre. *Elsevier*, 22(6) 114-117.
- [13] Rojas, M; Rodríguez, M; & García, F. 2017. Presencia de *Acanthamoeba spp.* en agua para consumo ganadero en la provincia de La Pampa, Argentina. *Revista Argentina de Microbiología*, 49(3), 227-234.
- [14] Rojas, C.2021. Enfermedades por amebas de vida libre. 6(9).
- [15] Visvesvara, G. S. (2013). Infections with free-living amebae. In Handbook of clinical neurology (1st ed; vol.114, Issue c).

AUTORIZACIÓN Y LICENCIA CC

Los autores autorizan a APANAC XIX a publicar el artículo en las actas de la conferencia en Acceso Abierto (Open Access) en diversos formatos digitales (PDF, HTML, EPUB) e integrarlos en diversas plataformas online como repositorios y bases de datos bajo la licencia CC:

Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International (CC BY-NC-SA 4.0) <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>.

Ni APANAC XIX ni los editores son responsables ni del contenido ni de las implicaciones de lo expresado en el artículo.

Requerimientos mínimos para el diseño de una máquina de Pesos Muertos en El CENAMEP AIP

Saavedra, Victoria

Centro Nacional de Metrología de Panamá (CENAMEP AIP)
Panamá, Panamá
[0009-0007-2484-8099](tel:0009-0007-2484-8099)

Vega, Diego

Centro Nacional de Metrología de Panamá (CENAMEP AIP)
Panamá, Panamá
[0000-0002-7448-4445](tel:0000-0002-7448-4445)

Candelaria, Aníbal

Centro Nacional de Metrología de Panamá (CENAMEP AIP)
Panamá, Panamá
[0000-0002-6322-5683](tel:0000-0002-6322-5683)

Kuruc, José

Centro Nacional de Metrología de Panamá (CENAMEP AIP)
Panamá, Panamá
[0000-0001-5038-7766](tel:0000-0001-5038-7766)

Abstract

After the dimensional and structural study of the Force laboratory, the highest part of the laboratory was identified to determine the optimum volume where a deadweight machine could be located and thus define its maximum reach. The laboratory's maximum height is 4 m, with a usable height of 3.5 m for the machine. By studying the current state of the art, ideas concerning the geometry, materials and scope of the design were inferred. To achieve this, we calculated, simulated, and conceptualized two prototypes: one with a maximum reach of 25 kN and another scaled down to 1 kN. The results pointed to a triangular geometry for the volume, cylindrical columns, and solid square beams for the outer frame as components that offered the highest system stiffness. Simulations revealed that the Von Mises stress in the complete outer frame structure remains below the yield stress of the material (AISI 304). Consequently, for the selection of the profile of each component of the external frame, the maximum displacement of each component was evaluated as a critical design factor, according to the profile configuration and geometry applied in each simulation.

Keywords: Force, deadweight force machine, metrology, primary standard, force transducer.

Resumen

Posterior al estudio dimensional y estructural del laboratorio de Fuerza, se identificó la parte más alta del laboratorio para discernir el volumen óptimo donde se pudiera ubicar una máquina de pesos muertos y así, definir cuál sería el alcance máximo de esta. La altura máxima del laboratorio es de 4 m y se define como altura útil para la máquina 3.5 m. Al realizar el estudio del estado del arte, se infirieron ideas respecto a la geometría, materiales y alcance del diseño. Por consiguiente, se calculó, simuló y conceptualizó el modelo de un prototipo de 25 kN como alcance máximo del diseño y otro escalado a 1 kN. Se encontró que, la configuración de un volumen con geometría triangular, columnas cilíndricas y vigas cuadradas sólidas son las que mayor rigidez aportan al marco exterior. Las simulaciones revelaron que la estructura es capaz de soportar las cargas aplicadas puesto que el esfuerzo de Von Mises de la estructura global del marco exterior se mantuvo inferior al límite de fluencia del material (AISI 304). Por lo tanto, para la selección del perfil de cada componente del marco externo, se evaluó como factor crítico de diseño, el desplazamiento máximo que sufre cada componente según la configuración de perfiles y geometría aplicada en cada simulación.

Palabras claves: Fuerza, Máquina de Pesos Muertos, metrología, patrón primario, transductor de fuerza.

1. INTRODUCCIÓN

El desarrollo de la metrología en Panamá ha hecho que la industria demande mediciones de fuerza con mayor rigor científico. Existen laboratorios secundarios que sostienen servicios en calibraciones de máquinas de ensayo de materiales con transductores de fuerza de alta exactitud, sin embargo, el país no cuenta con la capacidad técnico- científica para calibrar transductores de fuerza [1].

Esto ha hecho que el CENAMEP AIP inicie una expansión en sus capacidades metrológicas, focalizadas en dar soporte y trazabilidad a la industria para las calibraciones de transductores de fuerza de alta exactitud, con el diseño de un patrón primario de fuerza: una máquina de pesos muertos.

Por consiguiente, el CENAMEP AIP ha iniciado una investigación sobre los requerimientos en diseño y factibilidad para la construcción de una máquina de pesos muertos optimizada a las características del laboratorio de Fuerza. Para esto, se calculó, simuló y conceptualizó el modelo de un prototipo escalable en función a las características estructurales y dimensionales del Laboratorio de Fuerza.

Se destaca que, las máquinas de pesos muertos ofrecen calibraciones con la más alta exactitud debido a que generan la magnitud de fuerza sin la intervención de ningún mecanismo que amplifique su valor. La máquina de pesos muertos genera la fuerza en un eje de acción donde las masas colgantes son sometidas a la gravedad local. Lo antes expuesto, es propio a la segunda ley de Newton y se expresa matemáticamente mediante la siguiente ecuación:

$$F = mg \left(1 - \frac{\rho_{aire}}{\rho_{masas}} \right) \tag{1}$$

Donde:

F : fuerza generada en el eje de acción debido a las masas colgar

m : conjunto de masas

g : aceleración de la gravedad local

ρ_{aire} : densidad del aire

ρ_{masas} : densidad de las masas

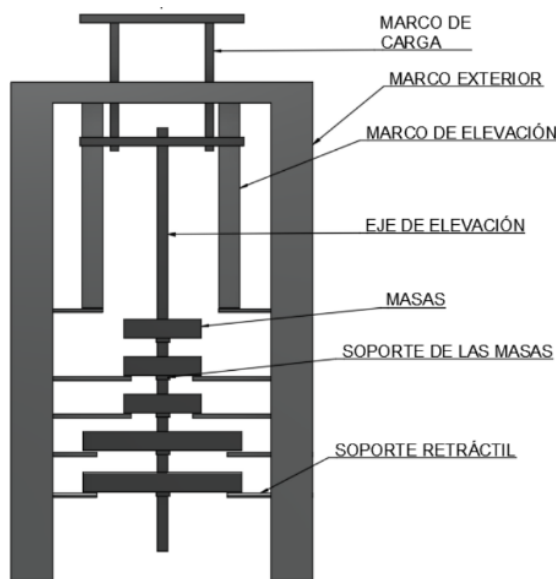


Figura 1. Esquema generalizado de las partes principales de la máquina (Dibujado en FUSION 360).

Para el diseño del modelo, se considera como partes principales las mostradas en la Figura 1. Sin embargo, el diseño estructural se focalizó en los componentes del marco exterior. El marco exterior es la estructura que soportará todo el peso y la carga máxima de la máquina, por lo que es esencial asegurarse de que sea lo suficientemente resistente para garantizar la

estabilidad de los componentes más pequeños. El diseño del marco exterior se realizó para las columnas, las vigas de arriostre y la placa que divide la zona de compresión y tensión.

2. MÉTODO

La metodología se diseñó focalizada en satisfacer los siguientes puntos: 1que el volumen de la máquina sean compatibles con el disponible en el laboratorio; 2que la rigidez del marco exterior minimice los efectos parásitos durante las calibraciones y, 3que el modelo sea escalable a una magnitud de fuerza inferior al prototipo inicial. Por lo antes expuesto, la ejecución de esta investigación se realizó en las siguientes etapas:

Etapa 1. Desarrollo del Estado del arte

Se inició con la recopilación de fuentes relevantes para el diseño de la máquina de pesos muertos como los factores que inciden en el resultado de las calibraciones de los transductores de fuerza y las normativas para las calibraciones de transductores de fuerza y de las máquinas de ensayo de materiales [2], [3].

Etapa 2. Selección de la geometría y materiales óptimos para el diseño

Para la selección de la geometría de la máquina, se estudió la rigidez y estabilidad que aportan al modelo distintas formas geométricas. Luego, se compararon con las geometrías de distintas máquinas de pesos muertos existentes [4].

Para elegir el material, se evaluó la resistencia a la corrosión, resistencia mecánica y susceptibilidad magnética de distintos materiales.

Etapa 3. Desarrollo del análisis estructural teórico del marco exterior de la máquina de pesos muertos

Se definieron los modelos matemáticos capaces de describir el comportamiento estático de cada componente del marco exterior en función a su geometría y material. Posteriormente, se desarrollaron los cálculos teóricos para determinar los perfiles de cada componente en función a las reacciones y pares aplicados al marco exterior.

Etapa 4. Desarrollo de los planos mecánicos de la estructura

Se computarizó el modelo en dibujos 3D mediante el software *INVENTOR* y se generaron los planos de la máquina para las vistas principales y sus planos de detalle.

Etapa 5. Simulación de la estructura del marco exterior

Se generó una matriz de simulación de 9 configuraciones distintas en cuanto a perfil y geometría de las vigas y columnas. Después, se ajustaron los detalles del mallado y se generaron las 9 simulaciones. Finalmente, se eligió la configuración de perfil y geometría viga-columna que aportaban mayor rigidez al modelo.

Etapa 6. Validación de los resultados y diseño del modelo escalado.

Se compararon los resultados de la simulación virtual con los cálculos teóricos y se añadieron/corrigieron detalles complementarios al prototipo final. Finalmente, se escaló el modelo inicial a un alcance inferior donde se repitieron las etapas 3, 4 y 5.

3. RESULTADOS

a. Marco teórico

El marco exterior de la máquina debe ser rígido y estable para evitar cualquier flexión estructural que afecte la exactitud de las calibraciones y comprometa la confiabilidad de los resultados. Además, se encontró que, mientras más cerca se coloquen las masas del elemento a calibrar menor será el tiempo de estabilización y vibración del sistema. La estructura sugerida para el marco exterior es una geometría triangular. El acero inoxidable austenítico AISI 304, es el material óptimo para fabricar las masas debido a sus propiedades mecánicas, resistencia a la corrosión y baja susceptibilidad magnética, también es útil para el resto de las partes.

b. Análisis estructural teórico

El marco exterior se analizó en 3 secciones diferentes, donde los modelos matemáticos aplicados se basan en la ecuación 1, donde para .

Tabla 1. Perfiles obtenidos del análisis teórico para los modelos de 1 kN y 25 kN.

| | Placa | | viga | | Columna | |
|------------------------|---|---------|---|--------|--|-------|
| | 1 kN | 25 kN | 1 kN | 25 kN | 1 kN | 25 kN |
| Ecuaciones resultantes | $M_{m\acute{a}x} = \frac{2}{3}Ph$ $t = 2 \left(\sqrt{\frac{6 M_{m\acute{a}x}}{\sigma b}} \right)$ | | $M_{m\acute{a}x} = \frac{5}{96} w_B L^2$ $S_{min} = \frac{ M_{m\acute{a}x} }{\sigma_{perm}}$ | | $\frac{\sigma_{m\acute{a}x}}{\sigma_{perm\text{carga}}} = \frac{P}{A} + \frac{Mc}{I}$ $\frac{P/A}{\sigma_{perm\text{carga}}} + \frac{Mc}{\sigma_{perm\text{par}}} \leq 1$ | |
| Espesor/diámetro | 0.56 cm | 5.68 cm | W 6X9 | W 4X13 | 2 cm | 6 cm |
| Explicación | se tomó un fragmento de la sección transversal de la placa y se aplicó la expresión de esfuerzo-flector utilizando el momento máximo () aplicado en la placa y <i>b</i> es la longitud de la sección tomada. | | se modeló como viga doble empotrada, se obtuvo el momento máximo con la carga distribuida y la longitud de la viga <i>L</i> para obtener el módulo de sección mínima con el cual se estimó el perfil. | | Se obtuvo el momento que recibe la columna debido a la carga <i>P</i> y al par <i>M</i> . Finalmente se analizó con carga excéntrica mediante el método de interacción para obtener el diámetro. | |

c. Análisis estructural simulado

La simulación inicial comprobó que los valores teóricos son suficientes para superar la falla estructural debido a que, el esfuerzo de Von Mises se mantiene inferior al límite elástico del material en todas las simulaciones. Por consiguiente, al comparar las simulaciones para las nueve configuraciones de perfiles estructurales, se encontró que la configuración: vigas cuadradas y columnas circulares sólidas presenta un desplazamiento máximo de 120µm (ver figura 2 b). Siendo un valor de diseño aceptable y a su vez, es la configuración de perfiles más simple por lo que se reduce la cantidad de material y volumen total de los componentes.

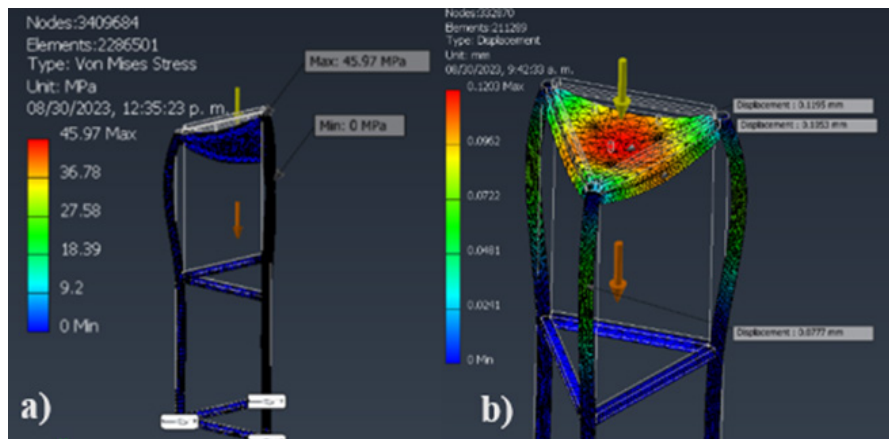


Figura 2. a) Esfuerzo de Von Mises y b) desplazamiento máximo obtenido para la configuración de perfiles elegida como óptima para el diseño.

Con estos perfiles se diseñó el marco exterior. La figura 3 muestra una sección del plano en explosión de su diseño final junto con otros elementos internos como lo son las masas, marco de carga, eje de acción y mecanismos de accionamiento de las masas.

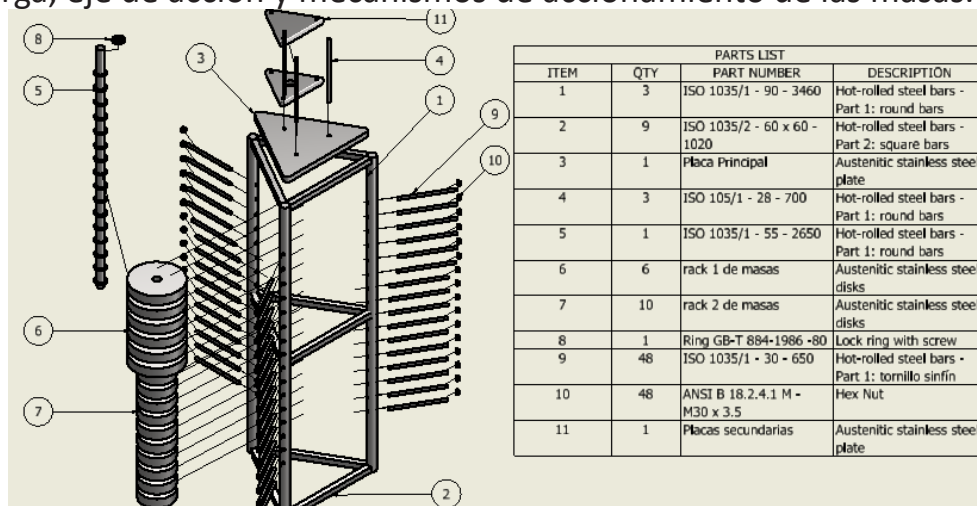


Figura 3. Plano explosionado del bosquejo de la máquina de pesos muertos.

4. CONCLUSIONES

Los esfuerzos analizados en los componentes del marco exterior tienen una alta congruencia entre los resultados teóricos y los simulados, los cuales tienen la misma dirección y sentido. El esfuerzo máximo de la placa ocurre en el centro de la misma. Para las vigas, el esfuerzo máximo ocurre en sus extremos. Por otra parte, en las columnas se comprobó que el diámetro mínimo obtenido teóricamente, es capaz de soportar la carga para el máximo alcance de la máquina, sin sufrir deformación plástica.

Durante las simulaciones el esfuerzo de Von Mises de la estructura del marco externo se mantuvo inferior al esfuerzo de fluencia del material (AISI 304). Por esto, se evaluó el desplazamiento que sufre la estructura ante cada configuración de perfiles simulados como el factor crítico para seleccionar el perfil de cada componente. Al culminar y comparar las 9 simulaciones, se encontró que la configuración óptima es la de columnas circulares sólidas y vigas cuadradas sólidas para satisfacer los requisitos estructurales.

REFERENCIAS

- [1] CENAMEP AIP, «VISIÓN METROLÓGICA PANAMÁ 2050», p. 31,3 32, 33, 34, 2021.
- [2] «ISO 376: 2011 Metallic materials — Calibration of force-proving instruments used for the verification of uniaxial testing machines». junio de 2011.
- [3] «Weights of classes E1, E2, F1, F2, M1, M1–2, M2, M2–3 and M3 Part 1: Metrological and technical requirements». OIML, 2004.
- [4] «DESIGN, DEVELOPMENT, AND COMMISSIONING OF A 120 kN DEADWEIGHT FORCE STANDARD MACHINE - Proceedings - IMEKO». Accedido: 18 de mayo de 2023. [En línea]. Disponible en: <https://www.imeko.org/index.php/proceedings/1225-design-development-and-commissioning-of-a-120-kn-deadweight-force-standard-machine>

AUTORIZACIÓN Y LICENCIA CC

Los autores autorizan a APANAC XIX a publicar el artículo en las actas de la conferencia en Acceso Abierto (Open Access) en diversos formatos digitales (PDF, HTML, EPUB) e integrarlos en diversas plataformas online como repositorios y bases de datos bajo la licencia CC:

Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International (CC BY-NC-SA 4.0) <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>.

Ni APANAC XIX ni los editores son responsables ni del contenido ni de las implicaciones de lo expresado en el artículo.

AVANCES EN EL NUEVO SISTEMA PARA DISEMINAR EL UTC(CNMP) POR VOZ EN PANAMÁ

Ovalle, Johan

Universidad Tecnológica de Panamá
Ciudad de Panamá, Panamá
0009-0000-1699-3447

Solís, Raúl

CENAMEP AIP
Ciudad de Panamá, Panamá
0000-0003-1043-4294

Abstract

The objective of this project is to develop a new Dissemination System of UTC(CNMP) by voice for CENAMEP's Time and Frequency Dissemination Laboratory. This system works by playing voice recordings directly into the connected telephone lines that can receive phone calls. The Time Dissemination is accessible, free of charge, aiming to benefit the population of Panama, be it individuals, companies, government offices, or any other organization that could benefit from its use. Furthermore, it will function as an official time reference for systems that do not require the accuracy of or do not have access to a safe NTP system (Network Time Protocol). This program was developed with funding from SENACYT's 2022 program aimed at Academic Stays for University Students.

Keywords: NTP, UTC(CNMP), Dissemination, Time, SENACYT.

Resumen

El objetivo de este proyecto es el desarrollo de un nuevo Sistema de Diseminación del UTC(CNMP) por voz mediante llamadas telefónicas para el Laboratorio de Diseminación de Tiempo y Frecuencia del CENAMEP AIP. Este sistema funciona mediante grabaciones de voz que son reproducidas directamente por el sistema a la línea telefónica de la que recibe la llamada. La diseminación de la hora se realizará de manera gratuita, buscando beneficiar a toda la población de Panamá, incluyendo individuos, empresas, oficinas del gobierno, o cualquier otra organización que desee darle uso. Además, cumplirá con la función de servir como referencia de tiempo oficial para sistemas que no requieran el nivel de precisión que puede tener acceso a un sistema NTP (Network Time Protocol) seguro. Este proyecto

se desarrolló mediante financiamiento por la SENACYT para Estancias Académicas para estudiantes universitarios del año 2022.

Palabras claves: NTP, UTC(CNMP), Diseminación, Tiempo, SENACYT.

1. INTRODUCCIÓN

El Tiempo Universal Coordinado (UTC) es la referencia de tiempo mundial estimada por el aporte de los laboratorios de tiempo, de cada país, que poseen patrones atómicos de cesio 133 o relojes ópticos. El UTC(CNMP) es la realización local del UTC, por el Centro Nacional de Metrología de Panamá (CENAMEP AIP). El Sistema de Diseminación del UTC(CNMP) por voz brinda una respuesta automática por voz, indicando la hora exacta al momento que se realice la indicación de tiempo, mediante grabaciones o síntesis de voz, cuando se recibe una llamada. Este servicio es gratuito, y debido a la naturaleza de conexión a la red telefónica, está disponible para cualquiera que desee utilizarlo.

El centro brindaba este servicio con un sistema anterior, desarrollado en conjunto con el CENAM de México, el cual funcionaba desde el año 2009, pero debido al deterioro del sistema, la antigüedad de sus componentes y la falta de soporte para estos componentes en sistemas operativos modernos, el centro decidió que no es viable intentar actualizar ese sistema. Se requirió de un rediseño completo del sistema, siendo tecnológicamente escalable y de mantenimiento accesible para cualquier operador del laboratorio, para seguir brindando este servicio al país. Este sistema se basa en la implementación de aplicaciones open-source para tener un mayor grado de control, buscando que su funcionamiento esté garantizado por, al menos, una década más.

La diseminación de la hora se realizará de manera gratuita, con una tecnología ampliamente accesible, por lo que este sistema buscará beneficiar a toda la población de Panamá. Esto incluiría a individuos, empresas, oficinas del gobierno, o cualquier otra organización que desee darle uso, y que su necesidad de sincronización esté alrededor de los 10 milisegundos. Este nivel de sincronización no alcanza aquel de un servicio NTP (Network Time Protocol) como el ofrecido por el CENAMEP[1], pero es más que suficiente para satisfacer la mayoría de las necesidades de sincronización que puedan afrontar los panameños.

2. MÉTODO

El trabajo se realizó en dos etapas: Etapa de Investigación y Etapa de Desarrollo. La etapa de investigación consistió en búsquedas de información con el objetivo de tener todas las herramientas y programas que se iban a utilizar, ya definidos, antes de la fase de desarrollo.

Esta etapa incluyó también pruebas para asegurar la compatibilidad de los programas con el sistema y entre sí. En la etapa de desarrollo se utilizaron todas las herramientas y programas previamente investigadas para darle toda la funcionalidad pedida al sistema. Lo desarrollado en cada etapa incluye:

A. Etapa de Investigación

Se buscó una herramienta de software, preferiblemente open-source, capaz de conectar una computadora con una línea telefónica.

Se determinó el lenguaje de programación más apto para crear un programa de monitoreo para el sistema.

Se buscó un sistema operativo para el sistema, preferiblemente una distro de Linux.

Se buscó y compró una tarjeta telefónica que permitiera conectar líneas telefónicas análogas directamente al sistema, y que fueran compatibles con el sistema operativo escogido.

B. Etapa de Desarrollo

Se desarrolló toda la configuración de Asterisk/FreePBX[2], a través de una combinación del uso de la interfaz gráfica y la edición de archivos de texto que proveen las configuraciones específicas al programa.

Se implementó el protocolo NTP[3] en el sistema para asegurar la sincronización de la hora con los relojes atómicos del Laboratorio Primario de Tiempo y Frecuencia del CENAMEP.

Se desarrolló el programa de monitoreo con Python, implementando acceso a la base de datos con consultas personalizadas y monitoreo de la sincronización del sistema con el UTC(CNMP).

3. RESULTADOS

Se desarrolló un sistema de respuesta automática por teléfono, con la capacidad de indicar la hora exacta actual al momento que se realiza la indicación de tiempo. Este sistema reproduce un mensaje dividido en dos secciones: la primera sirve como anuncio, indicando el nombre del CENAMEP y información de la hora (hora nacional u hora oficial) que se está diseminando; la segunda sirve como indicación de la hora, indicando cada parte de la hora antes de un beep de sincronización. La primera sección es reproducida una vez, mientras que la segunda es reproducida 3 veces antes de cerrar la llamada. La estructura del mensaje es representada en la Fig. 1.

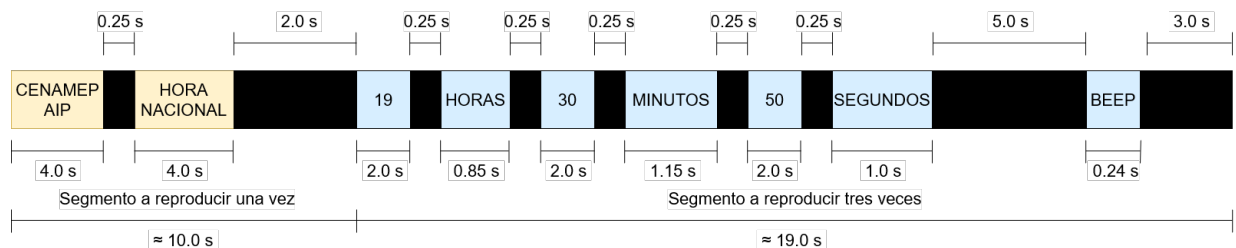


Figura 1. Estructura del mensaje reproducido en cada llamada. Los tiempos de espera con valor de 0.25 s son estimaciones de la duración de cada espera, debido a que estas demoras son causadas por el procesamiento de la llamada.

El sistema mantiene sincronización de la hora con el UTC(CNMP) desarrollado por el Laboratorio Primario de Tiempo y Frecuencia. Esta sincronización se mantiene en un rango menor de 10 milisegundos, haciendo uso del protocolo NTP (Network Time Protocol) a través de los servidores NTP del Laboratorio de Diseminación de Tiempo y Frecuencia, en acorde a la recomendación UIT TF.1011-1 “Sistemas, Técnicas y Servicios para la Transferencia de Tiempo y Frecuencia”. El funcionamiento del sistema puede ser visualizado en la Fig. 2.

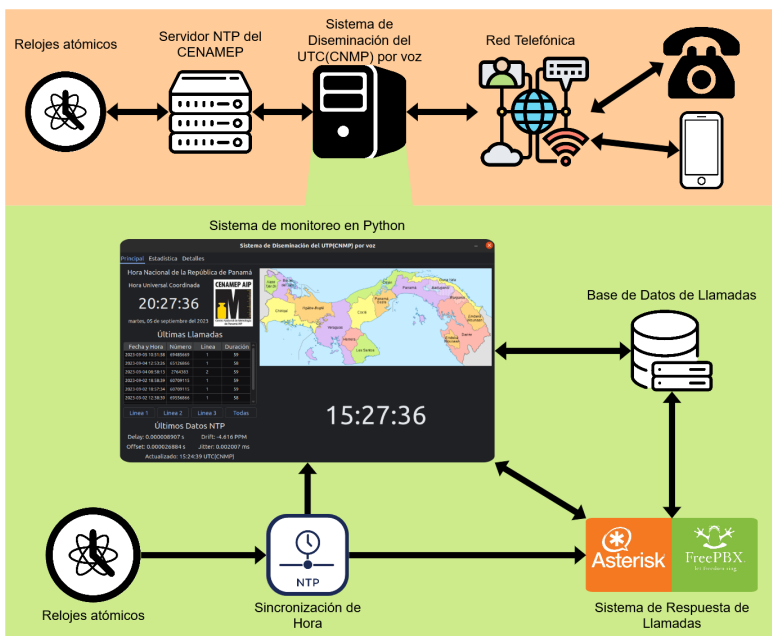


Figura 2. Diagrama de la estructura del sistema. La parte superior (naranja) corresponde a la estructura física del sistema, mientras la parte inferior (verde) corresponde a la estructura interna del sistema.

El sistema de monitoreo mantiene al operador anuente sobre el estado de la sincronización del sistema, ya sea en su estado más reciente, a través del último dato recolectado de los registros NTP, o de manera histórica, compilando registros anteriores para poder revisar

sus datos, como se puede ver en la Fig. 4. Este sistema de monitoreo también es capaz de acceder a la base de datos de llamadas para revisar datos como la frecuencia de llamadas a través de consultas personalizadas, como se puede ver en la Fig. 3.

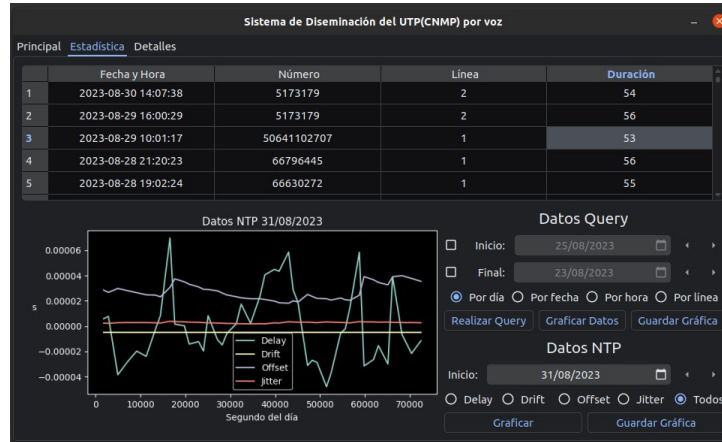


Figura 3. Sección de Estadística del Sistema de Monitoreo desarrollado en Python, mostrando las llamadas más recientes y el estado de sincronización de la hora del sistema en NTP.

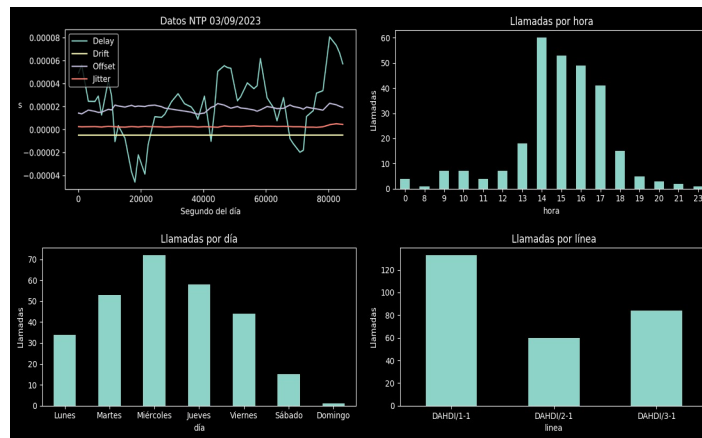


Figura 4. Diferentes gráficas de estadísticas que puede desplegar el Sistema de Monitoreo, utilizando datos de la base de datos de llamadas y los registros NTP. Parte de las estadísticas mostradas es el Delay y el Drift del reloj interno del sistema con respecto al UTC(CNMP) mediante NTP

4. CONCLUSIONES

Con el desarrollo de este sistema, se ha renovado el Sistema de Diseminación del UTC(CNMP) por voz en Panamá, brindando a la sociedad panameña una referencia de tiempo ampliamente accesible y segura. Además, gracias a su proceso de desarrollo ampliamente documentado y el uso herramientas de software libre, el sistema es fácil de replicar, contando con conocimiento tecnológico no muy especializado. Este sistema cuenta

con trazabilidad de nivel metrológico, por lo que su nivel de exactitud puede ser medido y analizado, siendo el único a nivel nacional.

REFERENCIAS

- [1] Betancur, R. F. (s.f.). Servicio de Sincronización al UTC(CNMP) del Laboratorio de Diseminación de Tiempo y Frecuencia. Obtenido de <https://horaexacta.cenamep.org.pa/sincronizacion.html>
- [2] J. Meggelen, R. Bryant, L. Madsen (2019). Asterisk: The Definitive Guide, Quinta Edición.
- [3] Solís Betancur, R. F. (2016). Servicio de Diseminación de Tiempo por Red en el CENAMEP AIP. En Simposio de Metrología 2016 (pp. 211–212). CENAM. <https://www.cenam.mx/memorias/>

AUTORIZACIÓN Y LICENCIA CC

Los autores autorizan a APANAC XIX a publicar el artículo en las actas de la conferencia en Acceso Abierto (Open Access) en diversos formatos digitales (PDF, HTML, EPUB) e integrarlos en diversas plataformas online como repositorios y bases de datos bajo la licencia CC:

Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International (CC BY-NC-SA 4.0) <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>.

Ni APANAC XIX ni los editores son responsables ni del contenido ni de las implicaciones de lo expresado en el artículo.

Investigación del mercado de la Metrología en Panamá: énfasis en el área de magnitudes mecánicas

Moreno, Antionette

Centro Nacional de Metrología de Panamá (CENAMEP AIP), Universidad Tecnológica de Panamá (UTP)
Ciudad de Panamá, Panamá
<https://orcid.org/0009-0007-1641-5912>

Aizpurua, Edwin

Centro Nacional de Metrología de Panamá (CENAMEP AIP)
Ciudad de Panamá, Panamá
<https://orcid.org/0000-0001-8897-7518>

ABSTRACS

A market study of metrology will allow to know what are the concerns of customers and how to improve the service offered to the current market niche. The aim is to identify the needs that exist in Metrology in the country and to make known the importance of this science at national level. Mainly to identify: What are the metrological needs and opportunities in mechanical magnitudes that currently exist in Panama? How to generate a *marketing plan* based on the results obtained? To obtain the necessary data for this research, we relied on the list of the National Industry Registry (RIN), issued by the Ministry of Commerce and Industries (MICI), in the General Directorate of Industries of Panama. For data collection, telephone calls, interviews, and surveys were conducted (two formats were created: new and current clients). It was identified that the main reason that drives companies to perform calibrations to their equipment is to comply with an internal quality policy, there is a need for calibration in pressure gauges, and a need with an equal percentage in areas such as: laboratory glassware, weights (masses) and micropipettes. This study is of utmost importance to fulfill part of the objectives of the *Metrological Vision Panama 2050* [3].

Keywords: Marketing, metrology, market niche, opportunities, customers.

RESUMEN

Un *estudio de mercado de la metrología* permitirá conocer cuáles son las inquietudes de los clientes y cómo se puede mejorar el servicio que se ofrece al nicho de mercado actual. Se busca identificar cuáles son las necesidades que existen en Metrología en el país y dar a conocer la importancia de esta ciencia a nivel nacional. Principalmente identificar: ¿Cuáles

son las necesidades y oportunidades metroológicas en magnitudes mecánicas que existen actualmente en Panamá? ¿Cómo generar un *plan de mercadeo* a partir de los resultados obtenidos? Para la obtención de los datos necesarios para esta investigación, nos basamos en el listado del Registro de la Industria Nacional (RIN), emitido por el Ministerio de Comercio e Industrias (MICI), en la Dirección General de Industrias de Panamá. Para la recolección de datos se realizaron llamadas telefónicas, entrevistas y encuestas (se crearon dos formatos: clientes nuevos y actuales). Se identificó que el motivo principal que impulsa a las empresas a realizarles calibraciones a sus equipos es por cumplir una política interna de calidad, existe una necesidad de calibración en manómetros, y una necesidad con un porcentaje igual en áreas como: cristalería de laboratorios, pesas (masas) y micropipetas. Este estudio es de suma importancia para cumplir parte de los objetivos de la *Visión Metroológica Panamá 2050* [3].

Palabras claves: Mercadeo, Metrología, nicho de mercado, oportunidades, clientes.

1. INTRODUCCIÓN

La investigación de mercado: es el estudio de la recolección de datos específicos de clientes que posee una empresa, con el fin de conocer cómo está posicionada en el mercado. Este tipo de investigación ayuda a conocer la importancia que tienen los clientes dentro de una empresa, ya que estudia e identifica posibles inconvenientes a satisfacer que existe en dicho mercado.

Objetivos: Analizar el mercado del Centro Nacional de Metrología de Panamá (CENAMEP AIP), para dar seguimiento al plan estratégico nacional de Metrología y la identificación de necesidades y oportunidades metroológicas en el área de las magnitudes mecánicas que existen actualmente en Panamá.

Se espera que los clientes puedan diferenciar y conocer qué es la Metrología y la importancia y repercusiones que ésta tiene en sus empresas. El principal objetivo de este estudio fue conocer cuáles eran las inquietudes de los clientes y a su vez mejorar el servicio que se ofrece al nicho de mercado actual.

2. MÉTODO

A. Observación de las perspectivas de la industria

Se escogió la coordinación de magnitudes mecánicas para realizar el estudio (primera fase)

B. Identificación de los clientes objetivos

Se realizó una búsqueda de empresas que podrían utilizar calibraciones en magnitudes

mecánicas, en la página web del Ministerio de Comercio e Industria de Panamá (MICI), se identificó una sección que son empresas inscritas en el Registro de la Industria Nacional (RIN) [1]. En este listado se encuentran las empresas inscritas como industria nacional, principalmente en el sector alimenticio y construcción.

Se realizó una búsqueda en la página web del MICI, en donde se identificaron los laboratorios de ensayo y calibración acreditados por el Consejo Nacional de Acreditación (CNA) [2].

C. Creación de lista de clientes

Selección de empresas dentro del registro de la industria nacional (RIN) [1] y el Consejo Nacional de Acreditación (CNA) [2]. Ambos listados fueron revisados y se seleccionaron empresas y laboratorios que el CENAMEP AIP podía ofrecerles el servicio de calibraciones; específicamente en el área de magnitudes mecánicas propuesto para este estudio.

Como resultado de esta selección se elaboró una lista de 175 clientes, se realizaron los cálculos estadísticos correspondientes para el tamaño de la muestra del estudio propuesto, el cual dio como resultado un total de 140 clientes que debían ser encuestados.

D. Método de recolección de datos

Entrevistas, Llamadas, Encuestas

Formato de clientes actuales: 20 preguntas (14 preguntas cerradas y 6 abiertas)

Formato de clientes nuevos: 19 preguntas (14 preguntas cerradas y 5 abiertas)

3. RESULTADOS

A. Figuras

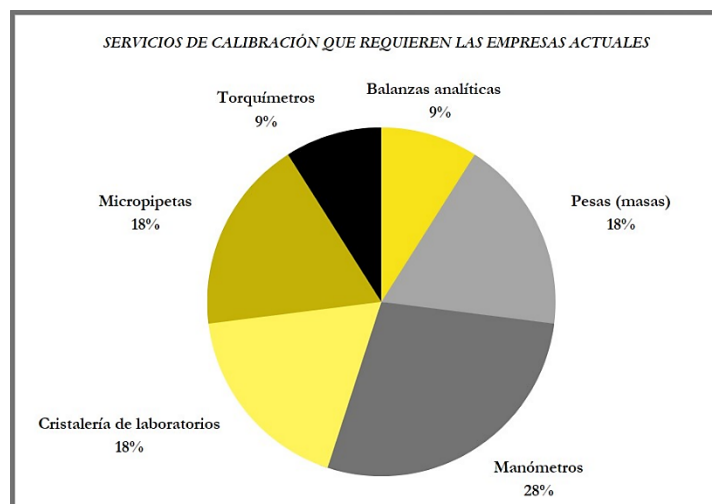


Fig. 1. Resultados de los servicios de calibración en magnitudes mecánicas.

Como resultado de las encuestas realizadas a empresas que han calibrado sus equipos con el centro nacional de metrología de Panamá, se obtuvo que existe una necesidad de calibración en manómetros, y una necesidad con un porcentaje igual en áreas como: cristalería de laboratorios, pesas (masas) y micropipetas.

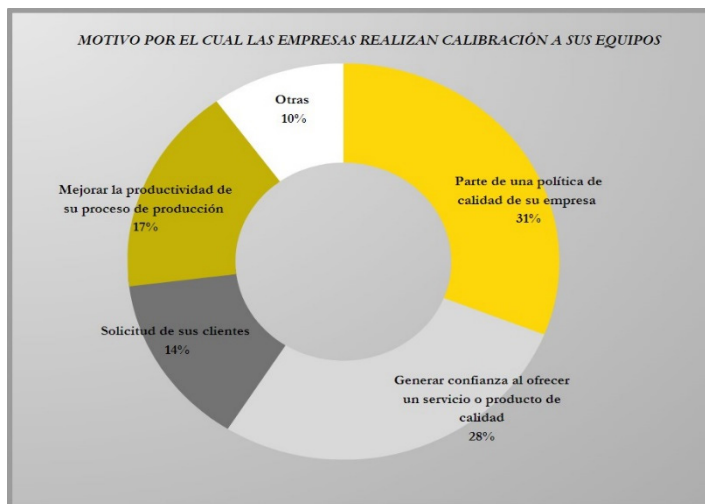


Fig. 2. Motivos que impulsan a las empresas a realizar calibraciones a sus equipos.

Como resultado este estudio identifico que el motivo principal que impulsa a las empresas a realizarles calibraciones a sus equipos es por parte de una política interna de calidad y por cumplir con normativas nacionales y ofrecer un servicio o producto de calidad.

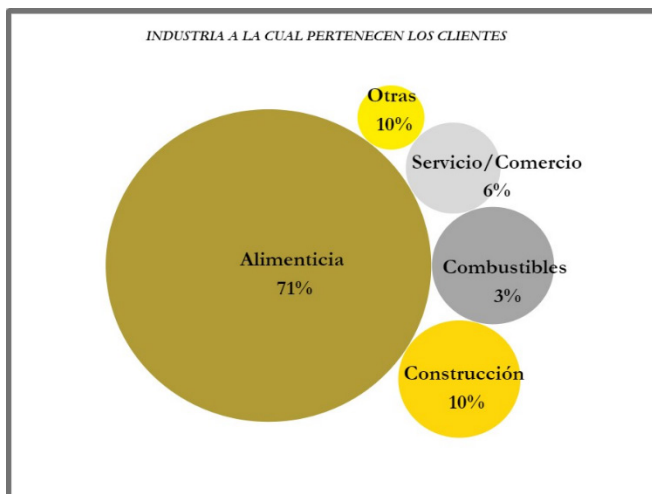


Fig. 3. Resultado de las distintas industrias que pertenecen los clientes en este estudio

En el formato de clientes nuevos, se entrevistó un total de 71% empresas pertenecientes a el sector alimenticio, seguido de un 10% del sector construcción, un 6% de servicio/comercio y un 3% de combustibles.

B. Tablas

SERVICIOS DE CALIBRACION QUE UTILIZAN Y REQUIEREN LOS CLIENTES NUEVOS

| SERVICIOS DE CALIBRACIÓN | UTILIZA | | REQUIERE | |
|--|------------|-------------|------------|-------------|
| | Respuestas | Porcentajes | Respuestas | Porcentajes |
| Balanzas analíticas | 21 | 26% | 2 | 4% |
| Básculas camioneras | 8 | 10% | 0 | 0% |
| Pesas (masas) | 12 | 15% | 3 | 7% |
| Bloques patrones | 1 | 1% | 3 | 7% |
| Manómetros | 9 | 11% | 8 | 17% |
| Cintas métricas | 3 | 4% | 3 | 7% |
| Vernier y micrómetros | 4 | 5% | 7 | 15% |
| Máquinas de ensayo de materiales | 3 | 4% | 2 | 4% |
| Cristalería de laboratorios | 7 | 9% | 7 | 15% |
| Micropipetas | 9 | 11% | 4 | 9% |
| Herramientas de par torsional (Torquímetros) | 1 | 1% | 6 | 13% |
| Balanzas de pesos muertos | 2 | 3% | 1 | 2% |
| | 80 | 100% | 46 | 100% |

Tabla. 1. Respuestas obtenidas por medio de encuestas completadas por 28 empresas que nunca han realizado un servicio de calibración con el Centro.

Se entrevisto un total de 28 empresas que nunca habían realizado servicios de calibración con el CENAMEP AIP, como resultado se obtuvo que actualmente existe una necesidad en temas de calibraciones dentro del mercado. El CENAMEP AIP actualmente cuenta con un total de 18 laboratorios de calibraciones y ofrece alrededor de 60 servicios en dos magnitudes (Mecánicas y Electromagnéticas), dentro de las necesidades identificadas en el mercado el CENAMEP AIP podría suplir alrededor del 45%, ya que actualmente ofrecen esos servicios.

4. CONCLUSIONES

En el estudio de campo de esta investigación, se observó que gran parte de las empresas encuestadas, tienen un desconocimiento sobre los servicios que ofrece el centro y a quienes va dirigido, gran parte de estas empresas consideran que el CENAMEP AIP ofrece servicios únicamente a laboratorios secundarios de calibración.

Se identificó que Dentro de los clientes nuevos encuestados el 46 % desconocía la existencia del Centro y de sus capacidades de medición. Dentro de estos clientes existe una necesidad que el CENAMEP AIP puede cubrir un porcentaje.

Existe un relativo desconocimiento sobre los laboratorios secundarios que se encuentran acreditados en el país. Principalmente se observó este desconocimiento en clientes

encuestados en el interior del país.

Este estudio es de suma importancia para cumplir parte de los objetivos de la *Visión Metrológica Panamá 2050* [3]. Se recomienda completar el estudio cumpliendo la lista del RIN al máximo posible.

REFERENCIAS

- [1] MICI, «Registro de la Industria Nacional,» 15 septiembre 2022. [En línea]. Available: <https://mici.gob.pa/wp-content/uploads/2022/09/PUBLICACION%CC%81N-DE-EMPRESAS-INSCRITAS-EN-EL-RIN-AL-15-DE-SEPTIEMBRE-DE-2022.pdf>. [Último acceso: 19 abril 2023].
- [2] MICI, «Consejo Nacional de Acreditación de Panamá,» [En línea]. Available: <http://www.cna.gob.pa/acreditaciones/>. [Último acceso: 22 abril 2023].
- [3] CENAMEP AIP, «Visión Metrológica Panamá 2050», Panamá.

AUTORIZACIÓN Y LICENCIA CC

Los autores autorizan a APANAC XIX a publicar el artículo en las actas de la conferencia en Acceso Abierto (Open Access) en diversos formatos digitales (PDF, HTML, EPUB) e integrarlos en diversas plataformas online como repositorios y bases de datos bajo la licencia CC:

Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International (CC BY-NC-SA 4.0) <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>.

Ni APANAC XIX ni los editores son responsables ni del contenido ni de las implicaciones de lo expresado en el artículo.

IMPACTO DEL PROGRAMA DE HABILIDADES EN LA NUBE PARA PANAMÁ-ESTUDIO POSTEST

López de Ramos, Aura

Universidad Internacional de Ciencia y Tecnología – UNICyT
Red de Investigación de AUPPA –REDIA
Panamá, Panamá
<https://orcid.org/0000-0002-8983-9704>

Mapp, Ulina

ISAE Universidad
Red de Investigación de AUPPA –REDIA
Panamá, Panamá

Lorenzo, Gumercindo

ISAE Universidad
Panamá, Panamá

Reyes, Sebastián

Universidad Santander
Red de Investigación de AUPPA –REDIA
Panamá, Panamá

León, Mariana

Quality Leadership University
Red de Investigación de AUPPA –REDIA
Panamá, Panamá

Montbeliard, Luis

Universidad del Istmo
Red de Investigación de AUPPA –REDIA
Panamá, Panamá

Ramos, Erick

Universidad Internacional de Ciencia y Tecnología – UNICyT
Red de Investigación de AUPPA –REDIA
Panamá, Panamá

Suárez, Manning Maxie

Universidad Tecnológica OTEIMA - UTO
Red de Investigación de AUPPA –REDIA
Panamá, Panamá

Romero, Stepahnie

Universidad del Arte Ganexa
Red de Investigación de AUPPA –REDIA
Panamá, Panamá

Carrasquero-Carrasquero, Ender

Universidad Internacional de Ciencia y Tecnología – UNICyT
Red de Investigación de AUPPA –REDIA
Panamá, Panamá

Abstract

The IdIA-AUPPA conducted a study in Panama to assess the impact of Amazon’s AWS Educate cloud training program. A questionnaire with four dimensions (possession, knowledge, tool proficiency, and attitude) consisting of twelve indicators and sixteen items was employed, based on previous models. The sample comprised 296 students from ten private universities, with a gender ratio of 1:1.45, an average age of 30.77 years, and the majority residing in the Panama Province (57.1%) or Panama West (18.4%). 65.3% were pursuing a Bachelor’s or Engineering degree, and 71.4% were employed. When comparing pretest and post-test results, differences of less than 2% were observed in the “possession” dimension. However, in the “knowledge” dimension, notable increases were evident: knowledge of cloud work rose from 30.6% to 38.7%, Big Data from 28.6% to 40.8%, DevOps from 14.2% to 20.4%, IoT from 16.3% to 30.6%, entrepreneurship or startup from 24.5% to 28.6%, AI from 28.6% to 32.6%, and Machine Learning from 14.3% to 28.6%. In “tool proficiency,” knowledge of Datapalooza AWS DeepLens increased from 12.2% to 22.4%. Regarding “attitude,” interest in cloud entrepreneurship (starting a startup) rose from 57.2% to 75.5%. In “possession,” ease of cloud usage grew from 51.0% to 67.4%, and confidence in cloud security increased from 67.4% to 77.6%. In summary, Amazon’s AWS Educate program in Panama had a significant impact by increasing participants’ knowledge and attitude, as well as enhancing their perception of possession and confidence in the cloud. The dimensions with the most impact, in ascending order, were “attitude,” “possession,” “tool proficiency,” and “knowledge.”

Keywords: Design, Cloud Skills, Impact, Instrument, AWS Educate.

Resumen

El IdIA-AUPPA realizó un estudio en Panamá para evaluar el impacto de AWS Educate (programa de formación en la nube de Amazon). Se empleó un cuestionario con cuatro dimensiones (posesión, conocimiento, manejo de herramientas y actitud), compuesto por doce indicadores y dieciséis ítems, basado en modelos previos. La muestra consistió en 296 estudiantes de diez universidades privadas, con una relación de género hombre:mujer de 1:1.45, una edad promedio de 30.77 años y la mayoría viviendo en la Provincia de Panamá (57.1%) o Panamá Oeste (18.4%). El 65.3% estaba estudiando Licenciatura o Ingeniería, y el 71.4% tenía empleo. Al comparar los resultados del pretest y post test, se notaron diferencias menores al 2% en la dimensión “posesión”. Sin embargo, en la dimensión “conocimiento”, hubo incrementos notables: el conocimiento sobre trabajo en la nube subió del 30.6% al 38.7%, Big Data del 28.6% al 40.8%, DevOps del 14.2% al 20.4%, IoT del 16.3% al 30.6%, emprendimiento o startup del 24.5% al 28.6%, IA del 28.6% al 32.6%, y Machine Learning del 14.3% al 28.6%. En “manejo de herramientas”, el conocimiento sobre Datapalooza AWS DeepLens aumentó del 12.2% al 22.4%. En cuanto a “actitud”, el interés por emprender en la nube (iniciar un startup) subió del 57.2% al 75.5%. En “posesión”, la facilidad de uso de la nube creció del 51.0% al 67.4%, y la confianza en la seguridad en la nube aumentó del 67.4% al 77.6%. En resumen, el programa AWS Educate de Amazon en Panamá tuvo un impacto significativo al aumentar el conocimiento y la actitud de los participantes, así como mejorar la percepción de la posesión y la confianza en la nube. Las dimensiones con mayor impacto fueron, en orden ascendente, “actitud”, “posesión”, “manejo de herramientas” y “conocimiento”.

Palabras claves: Diseño, Habilidades en la nube, Impacto, Instrumento.

1. INTRODUCCIÓN

El programa de formación de habilidades en la Nube para Panamá, AWS Educate de Amazon [1], es una iniciativa crucial en el panorama educativo y tecnológico de Panamá. Este programa fue lanzado gracias a la colaboración entre la Asociación de Universidades Particulares de Panamá (AUPPA), la Secretaría de la Presidencia y la Agencia de Innovación Gubernamental (AIG). Su objetivo principal es proporcionar a estudiantes y profesionales panameños las habilidades y conocimientos necesarios en la tecnología de la nube, lo que reviste una gran importancia en un mundo cada vez más digitalizado.

Dado el impacto potencial que un programa de esta magnitud podría tener en la formación de recursos humanos en tecnología de la información y en la transformación digital de Panamá, el Instituto de Investigaciones de la Asociación de Universidades Particulares de Panamá (IdIA-AUPPA) se embarcó en un estudio exhaustivo para evaluar su eficacia y efectos en los participantes.

Este estudio se centró en medir el impacto del programa AWS Educate en cuatro dimensiones clave: posesión, conocimiento, manejo de herramientas y actitud. Para llevar a cabo esta evaluación, se diseñó un cuestionario basado en modelos previos, compuesto por doce indicadores y dieciséis ítems, que se aplicó a una muestra representativa de 296 estudiantes de diez universidades privadas en Panamá. Los resultados de este estudio ofrecen información valiosa sobre cómo el programa AWS Educate está contribuyendo al desarrollo de habilidades en la nube en el país, así como su influencia en la actitud de los participantes hacia la tecnología y su confianza en su uso.

En este contexto, el presente trabajo se enfoca en presentar y analizar los resultados de esta investigación, destacando las áreas en las que el programa ha tenido un impacto significativo y proporcionando una visión completa de su relevancia en la formación de profesionales capacitados en tecnología de la nube en Panamá.

2. MÉTODO

A. Población y Muestra

La población de estudio estuvo constituida por 10 universidades particulares y un total de 296 estudiantes. La relación hombre: mujer fue de 1:1.45, media en edad de 30.77 años (DE 7.38), 57.1% residenciado en la Provincia de Panamá y el 18.4% en Panamá Oeste, 65.3% estudiaba Licenciatura o Ingeniería y el 71.4% declaró tener trabajo.

B. Instrumento de recolección de datos pre y postest

Se diseñó, validó y aplicó un cuestionario [2] con una batería de preguntas que respondía a 4 dimensiones (posesión, conocimiento, manejo de herramientas y actitud), doce indicadores y 16 ítems, basados en el modelo propuesto por [3], [4], [5] y [6].

3. CONCLUSIONES

En conclusión, se afirma que el orden de magnitud del impacto sobre los participantes del programa de formación de habilidades en la Nube para Panamá AWS Educate de Amazon, en orden ascendente en término de dimensiones, es “actitud”, “posesión”, “manejo de herramientas” y “conocimiento”.

REFERENCIAS

- [1] Amazon Web Service, Informe interno del Programa AWS Educate Panamá.2021.
- [2] CARRASQUERO, Ender
- [3] MARTÍN, Sonia Casillas, et al. Estudio psicométrico de un cuestionario para medir la competencia digital de estudiantes universitarios (CODIEU). Education in the knowledge society (EKS), 2018, vol. 19, no 3, p. 61-81.
- [4] CERVERA, Mercè Gisbert; VIDAL, Cinta Espuny; MARTÍNEZ, Juan González. INCOTIC. Una herramienta para la@ utoevaluación diagnóstica de la competencia digital en la universidad. Profesorado. Revista de Currículum y Formación de Profesorado, 2011, vol. 15, no 1, p. 75-90.
- [5] J. Ramírez, F. González, y A. López, Desarrollo de un instrumento de recolección de datos para la evaluación del nivel de alfabetización digital de estudiantes universitarios, Rev-RIC, vol. 5, n.º 2, pp. 59-71, mar. 2020.
- [6] PALOS-SANCHEZ, Pedro; REYES-MENENDEZ, Ana; SAURA, Jose Ramon. Modelos de Adopción de Tecnologías de la Información y Cloud Computing en las Organizaciones. Información tecnológica, 2019, vol. 30, no 3, p. 3-12. Beaton

AUTORIZACIÓN Y LICENCIA CC

Los autores autorizan a APANAC XVIII a publicar el artículo en las actas de la conferencia en Acceso Abierto (Open Access) en diversos formatos digitales (PDF, HTML, EPUB) e integrarlos en diversas plataformas online como repositorios y bases de datos bajo la licencia CC:

Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International (CC BY-NC-SA 4.0) <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>.

Ni APANAC XVIII ni los editores son responsables ni del contenido ni de las implicaciones de lo expresado en el artículo.

Calibración de receptores GNSS multicanal

Solís Betancur, Raúl Fernando

CENAMEP AIP

Ciudad de Panamá, Panamá

ORCID 0000-0003-1043-4294

Abstract

One of the elements of today's Key Public Infrastructure is the PNT (Positioning, Navigation and Timing). Therefore, in recent years the consumption of GPS signal receivers as time references has increased, but this equipment, like all electronic devices, are susceptible to changes of natural origin (aging) and external origin (manipulation, interference, storage, etc.). Due to this, National Metrology Institutes have begun to analyze the behavior of GPS receivers, including in short-term plans GLONASS, GALILEO and BEIDOU receivers, which are mostly used to make comparisons between local definitions of UTC and thus maintain Coordinated Universal Time. Also highly used at an industrial level as reliable sources of time.

Keywords: GPS, time, calibration, metrology, UTC.

Resumen

Uno de los elementos de la Infraestructura Pública Clave actual es el PNT (Posicionamiento, Navegación y Temporización). Por ello, en los últimos años se incrementó el consumo de receptores de señales GPS como referencias de tiempo, pero estos equipos, como todos los equipos electrónicos, son susceptibles a cambios de origen natural (envejecimiento) como de origen externo (manipulación, interferencia, almacenamiento, etc.). Debido a esto, los Institutos Nacionales de Metrología han comenzado a analizar el comportamiento de los receptores GPS, pero también incluyendo en planes a corto plazo a los receptores GLONASS, GALILEO y BEIDOU, los cuales son empleados en su mayoría para realizar las comparaciones entre definiciones locales del UTC y así mantener el Tiempo Universal Coordinado. También altamente empleados a nivel industrial como fuentes de tiempo confiables.

Palabras claves: GPS, tiempo, calibración, metrología, UTC.

1. INTRODUCCIÓN

El auge del consumo del Posicionamiento, la Navegación y la Temporización (PNT) como parte de la Infraestructura Pública Clave, incrementa la importancia de la verificación y calibración de los equipos receptores. Por ello los Institutos Nacionales de Metrología (INM) han realizado trabajos [1] para mejorar sus enlaces de comparación frente a los medios actuales y poder mejorar sus capacidades de transferencia de tiempo, algo que se ve normalmente afectado por el entorno, como se muestra en la Figura 1.

Desde el año 2016, el Laboratorio Primario de Tiempo y Frecuencia inició el trabajo de crear un método local para la verificación y calibración de sus receptores GPS [2], con el objetivo de aplicarlo a los demás receptores GNSS (GLONASS, GALILEO y BEIDOU), altamente empleados a nivel industrial como fuentes seguras de tiempo. El desarrollo de este trabajo se enfocó en la calibración del receptor multicanal y multifrecuencia PolaRx5TR, no solo como ejercicio piloto para la creación de un servicio de calibración bajo la norma ISO/IEC 17025:2017, sino también para mejorar las capacidades de medida y mantener redundancia del enlace [UTC-UTC(CNMP)] junto al receptor multifrecuencia y multicanal TTS5, receptor principal del laboratorio.



Figura 1. Degradación de la exactitud de una señal GPS.

2. MÉTODO

Con los principales desvíos identificados [3], el proceso inicia determinando los retrasos de cables y los internos del receptor PolaRx5TR, para después aplicar correcciones. Después, se comparan las señales de los satélites GPS contra el UTC(CNMP) a través de ambos receptores. Como el TTS5 ha sido calibrado en varias ocasiones desde el año 2016, se emplea como receptor de referencia (transferencia de calibración). El proceso de observación inicial entre receptores ocupa cerca de 12 meses, iniciando en el *Modified Julian Day* (MJD) 59427 equivalente a la fecha gregoriana 2021-08-01, para incluir desvíos de origen aleatorio causados por variaciones climáticas, geodésicas y relativistas.

La metodología desarrollada asume que la mayor desviación encontrada por cada

aporte se aplica en el presupuesto de incertidumbre para cualquier momento del año. Esto acorta el proceso de toma de datos a 15 días como método estandarizado para encontrar las desviaciones del receptor PolaRx5TR. Como se muestra en la Figura 2, se caracteriza desde el tiempo emitido por GPS hasta el tiempo generado por UTC(CNMP), permitiendo analizar y corregir desvíos en los receptores que participan en el proceso de calibración. Para cancelar los componentes sistemáticos de desvíos se emplean calibraciones de cables y equipos con la técnica de vista común mientras que, para analizar los efectos de origen aleatorio, se toman grandes cantidades de datos para incluir sus efectos en las dispersiones estimadas estadísticamente

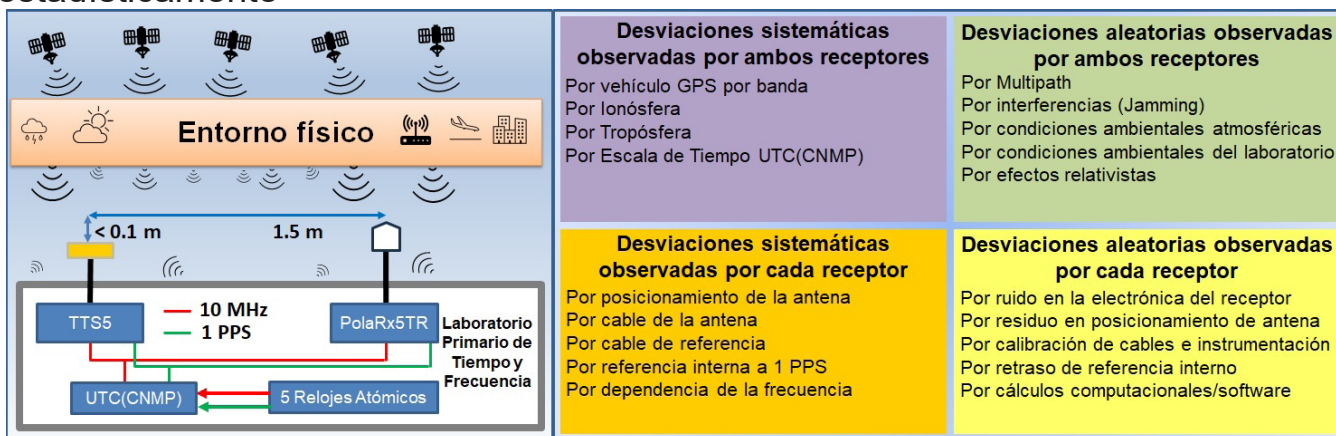


Figura 2. La caracterización de las fuentes de desvío.

Los archivos RINEX se convierten al formato CGGTTS usando el R2CGGTTS (creado por el Observatorio Real de Bélgica) y los resultados se procesan usando el TTSMon (creado en el laboratorio) para las bandas L1 y L2. Esto se realiza para el análisis y para el seguimiento al ajuste del receptor. En la figura 3-a), muestra el proceso de calibración de cables de referencia como de antenas. Mientras que la figura 3-b), muestra el proceso de comparación de las señales de GPS y UTC(CNMP) y su procesamiento a partir de los archivos RINEX hasta el ajuste el seguimiento realizado

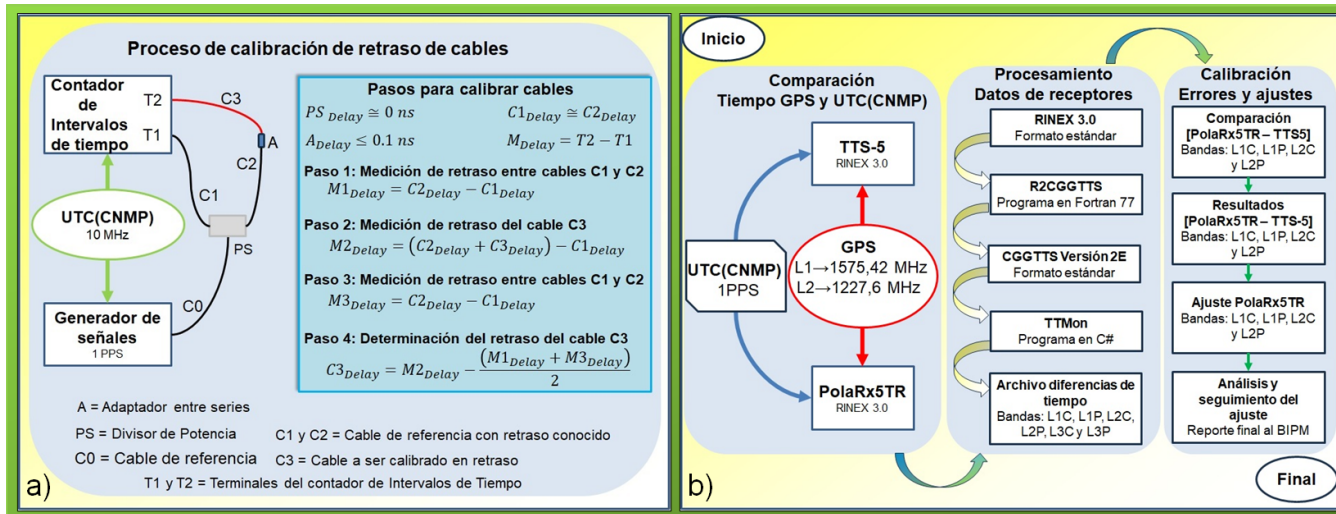


Figura 3. Proceso de calibración de cables y el receptor GPS.

3. RESULTADOS

Después de aplicar las correcciones al receptor PolaRx5TR en las bandas L1 y L2, se realizó un seguimiento a los resultados de las mediciones por un periodo de 6 meses, iniciando en MJD 59807 (2022-08-16), con la finalidad de asegurar que los resultados de las diferencias de tiempo en la banda L3P, empleada para el enlace de la comparación clave [UTC-UTC(CNMP)], cumplieran con los objetivos propuestos. En la Tabla 1, se muestra los resultados de calibración tanto para los cables como las bandas de las señales GPS que se emplean para realizar correcciones empleadas en las transferencias de tiempo. Mientras que el retardo interno se asume 0 ns por la opción de autoajuste (AutoCal) del fabricante. Mientras que en la Tabla 2, se muestra los resultados de los ajustes al receptor con respecto al receptor TTS5, en las mediciones realizadas en la banda L3P de GPS, la cual combina la banda L1P y L2P para corrección Ionosférica, la cual es empleada por el Departamento de Tiempo del BIPM para comparar relojes atómicos en todo el planeta.

Tabla 1. Valores de retardo obtenidos.

| Tipo de corrección | Valor |
|--|-----------|
| Por el retardo del cable de referencia | -46,8 ns |
| Por el retardo del cable de la antena | -116,8 ns |
| Por el retardo de la banda L1 (aplica para C y para P) | -75,2 ns |
| Por el retardo de la banda L2 (aplica para C y para P) | -85,9 ns |

Tabla 2. Los valores estadísticos muestran el estado antes y después del ajuste del receptor PolaRx5TR.

| Resultados | Valor |
|--|-------------|
| Promedio antes del ajuste banda L3P | 63,6 ns |
| Desviación estándar antes del ajuste banda L3P | 6,4 ns |
| Promedio después del ajuste banda L3P | -0,1 ns |
| Desviación estándar después del ajuste banda L3P | 1,1 ns |
| Deriva con respecto a medida del TTS5 banda L3P | -4,7 ps/día |

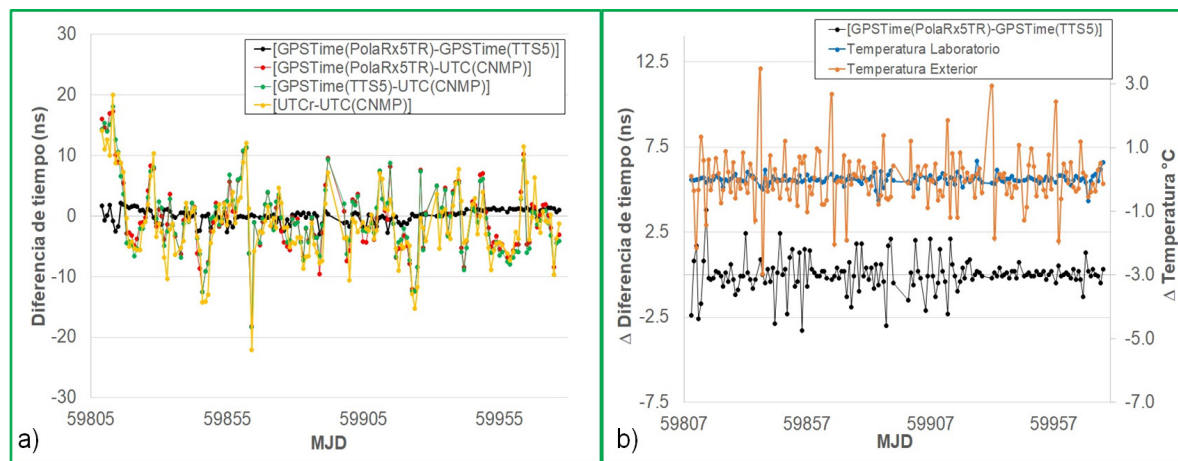


Figura 4. Resultados de las comparaciones después de los ajustes y su dependencia con respecto a las temperaturas.

En la Figura 4-a) muestra el resultado de la comparación de la banda L3P del PolaRx5TR y del TTS5 y el enlace [UTC-UTC(CNMP)] y la diferencia de tiempo entre ambos receptores. Mientras que en la Figura 4-b) se muestra el comportamiento del cambio de las diferencias de tiempo y del cambio de la variación de la temperatura del laboratorio y del exterior del edificio para las mismas fechas analizadas, empleando un promedio de un día

Empleando la Guía para la Estimación de la Incertidumbre, se pudo realizar el presupuesto de incertidumbre tanto para la calibración del receptor como la calibración de los cables. El resultado muestra que la incertidumbre combinada del proceso de calibración de receptores para una y dos frecuencias no supera el valor de 8,8 ns (siendo la incertidumbre de una frecuencia la de mayor aporte), mientras que la incertidumbre combinada para la calibración de los cables no supera el valor de 0,5 ns, con ambos resultados con un factor de cobertura del 95%, o $k = 2$.

4. CONCLUSIONES

Con este desarrollo se fortalece la redundancia del enlace de tiempo de la comparación del UTC con UTC(CNMP), y el aseguramiento de las Capacidades Medición y Calibración declaradas en la Base de Datos del BIPM. Además, se posibilita nuevas capacidades y servicios de calibración, verificación o caracterización de fuentes o sistemas de transferencia de tiempo que empleen receptores satelitales. Finalizando, el trabajo busca mantener al CENAMEP como una referencia metrológica regional en metrología de Tiempo y Frecuencia, como parte del esfuerzo para fortalecer a Panamá como el Hub de las Ciencias.

REFERENCIAS

- [1] J. M López-Romero, M. Lombardi, E. de Carlos-López, N. Diaz-Muñoz, C. A. Ortiz, R. de Carvalho, R. Solís, “Comparison of the multi-national SIM time scale to UTC and UTCr”, IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement, doi: 10.1109/TIM.2019.2943991, Julio 2020.
- [2] R. Solis, “Traceability to UTC Using the SIM Time Network Bilateral Comparisons,” 2018 Conference on Precision Electromagnetic Measurements (CPEM 2018), 2018, pp. 1-2, doi: 10.1109/CPEM.2018.8500913.
- [3] Yeh, Ta-Kang & Wang, C & Lee, C & Liou, Yuei-An. (2006). Construction and uncertainty evaluation of a calibration system for GPS receivers. Metrologia. 43. 451. 10.1088/0026-1394/43/5/017G.

AUTORIZACIÓN Y LICENCIA CC

Los autores autorizan a APANAC XIX a publicar el artículo en las actas de la conferencia en Acceso Abierto (Open Access) en diversos formatos digitales (PDF, HTML, EPUB) e integrarlos en diversas plataformas online como repositorios y bases de datos bajo la licencia CC:

Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International (CC BY-NC-SA 4.0) <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>.

Ni APANAC XIX ni los editores son responsables ni del contenido ni de las implicaciones de lo expresado en el artículo.

Consumo de agua, energía y CO₂ del hormigón según datos de empresas activas en Panamá

Lima, Yamileth

Universidad Tecnológica de Panamá
Panamá, Panamá
yamileth.lima@utp.ac.pa

Sulbarán, Luis

Universidad Tecnológica de Panamá
Panamá, Panamá
luis.sulbaran@utp.ac.pa

Mack-Vergara, Yazmin

Universidad Tecnológica de Panamá
Panamá, Panamá
yazmin.mack@utp.ac.pa

Abstract

Concrete requires raw materials such as aggregates, cement, and water for mixing. In addition, the production process requires water, energy and emits CO₂. So far very few studies have evaluated these environmental aspects of concrete production in Panama, even though at the international level there are already initiatives, databases, and publications in this regard. The objective of this research is to collect published data on water and energy consumption and CO₂ emissions by international concrete production companies operating in Panama as a baseline. A review of annual reports, mainly sustainability reports, was carried out, considering the companies that are represented in Panama. Within these reports, data were selected for specific water consumption in liters of water per cubic meter of concrete (L/m³); specific energy consumption in kilowatt-hours per cubic meter of concrete (kW·h /m³); and CO₂ emissions in kg of carbon dioxide per ton of cementitious product (kg CO₂/ton). The published data are the result of comparative data collection in different production plants of three international companies, including 7 production plants in Panama. These data are useful as background for inventory studies of water, energy and CO₂ emissions from concrete, water footprint and carbon footprint of concrete production in Panama. However, it is necessary to carry out a data collection in Panama that represents the context of the country.

Keywords: Concrete, sustainability reports, water consumption, energy consumption, CO₂ emissions.

Resumen

Para obtener hormigón se requiere materias primas como agregados, cemento y agua para su mezcla. Además, en su proceso de producción demanda agua, energía y se emite CO_2 . Hasta el momento muy pocos estudios han evaluado estos aspectos ambientales de la producción de hormigón en Panamá, a pesar de que a nivel internacional ya se cuenta con iniciativas, bases de datos y publicaciones en este ámbito. El objetivo de esta investigación es levantar los datos publicados de consumo de agua, energía y emisiones de CO_2 por empresas productoras de hormigón internacionales que actúen en Panamá a manera de línea base. Se realizó una revisión de reportes anuales, principalmente informes de sostenibilidad, considerando las empresas que tienen representación en Panamá. Dentro de estos reportes, se seleccionaron los datos de consumo específico de agua en litros de agua por metro cúbico de agua (L/m^3); consumo específico de energía en kilovatios-hora por metro cúbico de hormigón ($\text{kW}\cdot\text{h}/\text{m}^3$); y emisiones de CO_2 en kilogramos de dióxido de carbono por tonelada de producto cementicio ($\text{kg CO}_2/\text{ton}$). Los datos publicados son el resultado del levantamiento comparativo de datos en distintas plantas de producción de tres empresas a nivel internacional, incluyendo 7 plantas de producción en Panamá. Estos datos son útiles como antecedentes para estudios de inventario de agua, energía y emisiones de CO_2 del hormigón, huella hídrica y huella de carbono de la producción de hormigón en Panamá. Sin embargo, es necesario realizar un levantamiento de datos en Panamá que represente el contexto del país.

Palabras claves: Hormigón, informes de sostenibilidad, consumo de agua, consumo de energía, emisiones de CO_2 .

1. INTRODUCCIÓN

En Panamá, la mayoría de las construcciones incluyendo viviendas, carreteras y otros tipos de infraestructuras; se realizan con hormigón [1]. Para obtener el hormigón se requieren materias primas como agregados, cemento, agua y aditivos. Además, en su proceso de producción demanda agua, energía y se emite CO_2 [2].

Hasta el momento muy pocos estudios han evaluado estos aspectos ambientales de la producción de hormigón en Panamá, a pesar de que a nivel internacional ya se cuenta con iniciativas, bases de datos y publicaciones relacionadas[1]. Para iniciar a investigar esta problemática se debe poder contar con la ayuda de sitios en los cuales se tiene mayores volúmenes de producción, es decir, en las plantas de producción de hormigón, como miembros de la industria de la construcción en Panamá.

El objetivo de esta investigación es levantar los datos publicados de consumo de agua, energía y emisiones de CO_2 por empresas productoras de hormigón internacionales que actúen en Panamá a manera de línea base de futuros estudios de aspectos ambientales del

hormigón en Panamá.

2. MÉTODO

Se realizó una revisión de reportes anuales, principalmente informes de sostenibilidad, considerando empresas que tienen representación en Panamá, considerando datos entre 2005 y 2022. Dentro de estos reportes, se buscaban los datos de: consumo específico de agua, en litros de agua por metro cúbico de hormigón (L/m_3), consumo específico de energía eléctrica, en kilovatios-hora por metro cúbico de hormigón ($kW \cdot h/m^3$) y emisiones de CO_2 , en kilogramos de dióxido de carbono por m_3 de hormigón ($kg CO_2/m_3$). En los datos de CO_2 depurados se encontraron principalmente de la producción de cemento, debido a que las empresas no discretizan las emisiones para la producción de hormigón en concreto. Esto hizo que en la metodología se cambiaran los datos a seleccionar en cuanto a emisiones de CO_2 , en kilogramos de dióxido de carbono por tonelada de cemento/producto cementicio ($kg CO_2/ton$).

3. RESULTADOS

Se encontraron datos de tres empresas que actúan en Panamá: Grupo Argos, CEMEX y Cementos Progreso. Las cifras presentadas son el resultado del levantamiento de datos en las distintas plantas de producción de estas empresas a nivel internacional, incluyendo 7 plantas de producción fija en Panamá. Aunque los datos se buscaban primordialmente para la producción de hormigón, los de emisiones de CO_2 son en su mayoría por producción bruta y neta de cemento, ya que estas empresas en sus informes no discretizan las emisiones de CO_2 para la producción de premezclado. Los datos encontrados son:

El consumo de agua se encuentra en el rango de 182-334 L/m^3 .

El consumo de energía eléctrica se encuentra en el rango de 3.1-3.4 $kW \cdot h/m^3$.

Las emisiones específicas brutas de dióxido de carbono se encuentran en el rango de 595-739 $kg CO_2/ton$. Las emisiones específicas netas de dióxido de carbono se encuentran en el rango de 562-728 $kg CO_2/ton$.

A. Consumo de agua

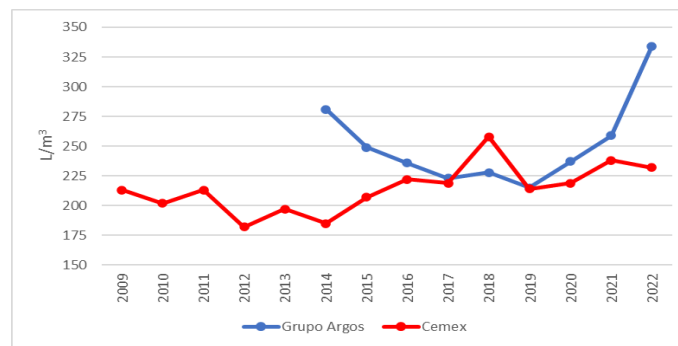
Las mediciones de consumo de agua se refieren a las mediciones de consumos específicos de la cantidad de litros del recurso agua necesarios para producir un metro cúbico de concreto.

Cementos Progreso indica que están comprometidos con el consumo, reciclaje y disposición de agua. Desde 2019 toman mediciones relacionadas, pero solo en cantidad de agua total utilizada [3].

En Grupo Argos desde 2012 se indica el agua como uno de los pilares de la política ambiental

iniciando mediciones. Desde 2014 hasta el presente presentan mediciones de consumo específico de agua con el objetivo de reducir 20% su consumo a 2025 [4]. Cumplieron esta meta en 2019, pero luego de aumentar los valores desde 2020, están actualmente recalculando sus consumos [5].

Para CEMEX, desde 2009 se hacen mediciones estimadas por unidad de concreto [6]. Inicialmente utilizaban la herramienta WBCSD Global Water Tool para conocer la incidencia de sus operaciones sobre el recurso hídrico [7], Desde 2013 adoptaron la política de agua CEMEX, para dar seguimiento a los consumos y cumplir con las normativas de consumo y disposición de agua de cada país [8], [9].



Gráfica 1. Consumo específico de agua para producir 1m³ de hormigón. [4]–[10]

B. Consumo de energía

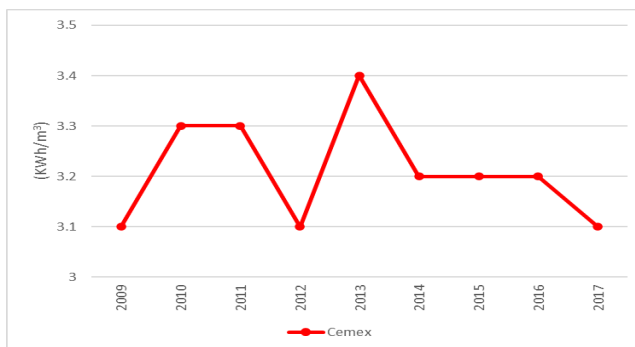
Las mediciones de consumo de energía se refieren a las mediciones de consumos específicos de energía eléctrica (en el caso estudiado, pues se puede medir para todos los tipos de energía utilizada en el proceso de producción) necesarios para producir un metro cúbico de concreto.

En Grupo Argos esta medida no se pudo encontrar debido a que ellos cuentan con una política energética y hoja de ruta para implementación de estrategias de optimización energética, pero calculan la compra de energía eléctrica y de fuentes renovables como una fuente indirecta de emisiones de CO₂ (corresponden actualmente al 3% aproximadamente del total de sus emisiones)[4].

En Cementos Progreso, debido a que solo realizan informes desde 2019, mencionan la meta de reducir el consumo energético por tonelada, pero los datos de consumo eléctrico aún no están disponibles ni se conoce la unidad que utilizarán[11].

CEMEX es la única que presentó valores de consumo específico de energía. En sus inicios contabilizaban la energía como parte de las emisiones específicas por compra y consumo. Desde 2009 hasta 2017 realizaban mediciones de energía considerando concretos, agregados y cemento [6], [7]. Desde 2018 unificaron la estrategia de carbono y energía, por

lo que las mediciones específicas de consumo eléctrico se convierten en una variable dentro de los consumos que generan emisiones de CO₂, eliminándose así la medición específica de consumo energético [8].



Gráfica 2. Consumo específico de energía eléctrica requerido para producir 1m³ de hormigón. [6]–[9]

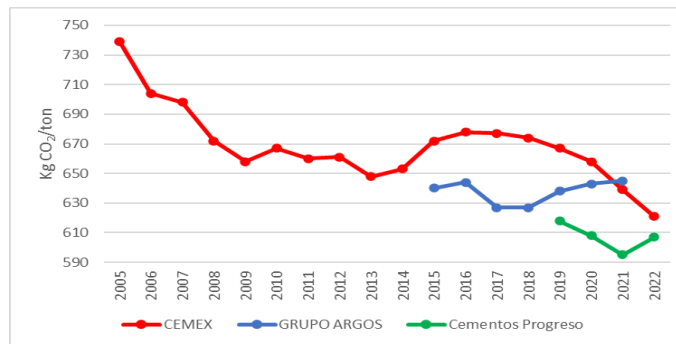
C. Emisiones de CO₂

Las emisiones específicas de CO₂ son aquellas que se contemplan de las emisiones de los procesos que generan CO₂ de forma directa o indirecta, así mismo estas empresas dividen sus emisiones en netas y brutas, siendo las emisiones netas las que proviene exclusivamente de la fabricación del cemento y las emisiones brutas son las que consideran otros procesos que se llevan a cabo en la empresa (concreteras, oficinas, vehículos, agregados, entre otros). En el caso de Grupo Argos, en los reportes integrados hablan de los métodos y estrategias que utilizan para contabilizar, mejorar y reducir las emisiones de CO₂. A partir del año 2015 empezaron a considerar las emisiones indirectas de CO₂ y desde entonces han buscado mejorar el desempeño introduciendo a su practicas el uso de combustibles alternativos. Grupo Argos no explica cómo se determina en los informes la distinción entre las emisiones directas e indirectas, aunque en los gráficos y datos que proporcionan están, a partir del 2015, emisiones brutas y netas [4].

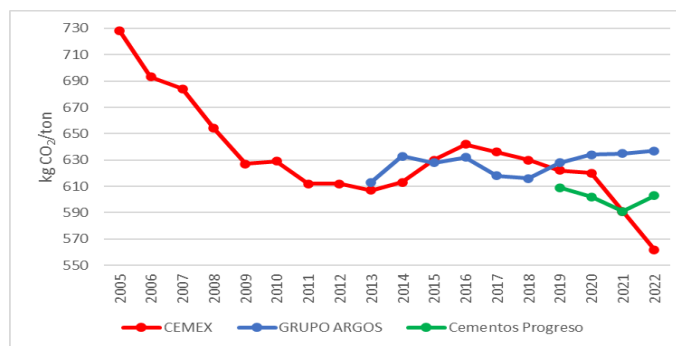
CEMEX, desde el 2009, en busca de un mejor desempeño ambiental, inicia el proceso de captura y almacenaje de CO₂ [6]. En el 2013, para cumplir con sus compromisos de disminución de emisiones, generan su propia herramienta de cálculo de huella de carbono que mejora la cuantificación de las emisiones directas e indirectas de CO₂ (incluye el CO₂ intrínseco en las materias primas) [8]. En los reportes de sostenibilidad, mencionan que sus emisiones brutas son del origen de la producción de todo lo referente a materiales cementantes mientras que las netas son únicamente del proceso de fabricación del producto cementicio.

En Cementos Progreso, utilizan el Protocolo de Gases de Efecto Invernadero (GHG Protocol) para la medición de su huella de carbono y dividen el cálculo para las emisiones netas de la producción de cemento con la ayuda del CSI. Para el 2020 incluyeron en las emisiones

indirectas el consumo energético para los cálculos de la huella de carbono [11].



Grafica 3. Emisiones específicas brutas de CO₂ por tonelada de producto cementicio.[3]–[11]



Grafica 4. Emisiones específicas netas de CO₂ por tonelada de producto cementicio.[3]–[11]

4. CONCLUSIONES

Los datos recolectados en empresas productoras de hormigón internacionales que actúen en Panamá sirven como línea base. Estos son útiles como antecedentes para estudios de inventario de agua, energía y emisiones de CO₂ del hormigón, huella hídrica y huella de carbono de la producción de hormigón en Panamá. En base a estos se concluye que la mayoría de los datos encontrados corresponden a emisiones de CO₂ para el cemento, los datos de consumo de agua para la producción del hormigón fueron incorporados después y los de energía, que medía solo CEMEX, pasaron a considerarse en las mediciones de emisiones.

La mayor limitante encontrada en este estudio fue que las 3 empresas son grandes productoras de cemento a nivel internacional, y esto es gran parte de lo que reportan, pero en Panamá hay muy pocas plantas de cemento, por lo que la contextualización necesaria es para la producción de hormigón. Es necesario realizar un levantamiento de datos en Panamá que represente la situación específica del contexto del país para las plantas productoras de hormigón premezclado.

REFERENCIAS

- [1] G. A. Medina Sandoval, B. A. Rodríguez Cruz, y Y. L. Mack-Vergara, “Oportunidades de reducción de impactos ambientales de la producción de hormigón en Panamá”, *E-Acadêmica*, vol. 3, núm. 3, pp. e0333264–e0333264, 2022.
- [2] Y. L. Mack-Vergara, “Producción de hormigón y los objetivos de desarrollo sostenible 9 y 11: Produção de concreto e metas de desenvolvimento sustentável 9 e 11”, *STUDIES IN ENGINEERING AND EXACT SCIENCES*, vol. 3, núm. 3, pp. 479–493, 2022.
- [3] Cementos PROGRESO, “Reporte Sostenibilidad 2022 - Progreso”, Reporte Sostenibilidad 2022. Consultado: el 7 de septiembre de 2023. [En línea]. Disponible en: <https://progreso.com/sostenibilidad/>
- [4] Grupo ARGOS, “Reporte integrado - 2015 | Argos”, Cementos Argos: Empresa multinacional líder y sostenible. Consultado: el 7 de septiembre de 2023. [En línea]. Disponible en: <https://argos.co/reporte-integrado/>
- [5] Grupo ARGOS, “Reporte integrado - 2022 | Argos”, Cementos Argos: Empresa multinacional líder y sostenible. Consultado: el 7 de septiembre de 2023. [En línea]. Disponible en: <https://argos.co/reporte-integrado/>
- [6] CEMEX, “Informe de Sustentabilidad 2009 - CEMEX”. Consultado: el 9 de junio de 2022. [En línea]. Disponible en: <https://www.cemex.com/sustainability/esg-reporting-center/global-reports>
- [7] CEMEX, “Informe de Sustentabilidad 2011 - CEMEX”. Consultado: el 9 de junio de 2022. [En línea]. Disponible en: <https://www.cemex.com/sustainability/esg-reporting-center/global-reports>
- [8] CEMEX, “Reporte Integrado 2018 - CEMEX”. Consultado: el 9 de junio de 2022. [En línea]. Disponible en: <https://www.cemex.com/sustainability/esg-reporting-center/global-reports>
- [9] CEMEX, “Reporte Integrado 2022 - CEMEX”. Consultado: el 9 de junio de 2022. [En línea]. Disponible en: <https://www.cemex.com/sustainability/esg-reporting-center/global-reports>
- [10] Grupo ARGOS, “Reporte integrado - 2019 | Argos”, Cementos Argos: Empresa multinacional líder y sostenible. Consultado: el 7 de septiembre de 2023. [En línea]. Disponible en: <https://argos.co/reporte-integrado/>
- [11] Cementos PROGRESO, “Reporte Sostenibilidad 2020 - Progreso”, Reporte Sostenibilidad 2022. Consultado: el 7 de septiembre de 2023. [En línea]. Disponible en: <https://progreso.com/sostenibilidad/>

AUTORIZACIÓN Y LICENCIA CC

Los autores autorizan a APANAC XIX a publicar el artículo en las actas de la conferencia en Acceso Abierto (Open Access) en diversos formatos digitales (PDF, HTML, EPUB) e integrarlos en diversas plataformas online como repositorios y bases de datos bajo la licencia CC:

Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International (CC BY-NC-SA 4.0) <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>.

Ni APANAC XIX ni los editores son responsables ni del contenido ni de las implicaciones de lo expresado en el artículo.

Estado Fitosanitario de 5 Especies Arbóreas, en Relación al Nivel de Contaminación por Tráfico Vehicular

Del-Rosario, Efrain

Universidad Tecnológica de Panamá
Ciudad de Panamá, Panamá
efrain.delrosario@utp.ac.pa

Espinosa, Alex

Investigador Independiente
alexepinosa601@hotmail.com

Romero, Itzel

Universidad Tecnológica de Panamá
Ciudad de Panamá, Panamá
itzel.romero@utp.ac.pa

Sarmiento, Aneth

Universidad Tecnológica de Panamá
Ciudad de Panamá, Panamá
CEMCIT – AIP
ORCID: 0009-0004-3840-6249

Abstract

The term urban forest refers to the community of trees found within the urban areas of a city. These trees often face conditions that make them susceptible to disease. An extensive list of diseases that affect urban trees have been documented, such as wilting, leaf drop, fungal and insect attacks, ringing, but in Panama there is few records. The objective of the project was to carry out an inventory of trees in order to identify possible phytosanitary problems and relate them to the level of contamination in areas of high and low vehicular traffic in Panama City, Republic of Panama. A form was developed to record tree data from the database of the Municipality of Panama, which included 11 features. The results reveal a greater phytosanitary affectation in Gamboa (69%) compared to CdP (60%). *T. rosea* shows the highest percentage of damage in both sites. In the City, symptoms include bark stripping and black spots. In Gamboa, all the species studied show a high phytosanitary affectation (between 50% and 73%), highlighting problems such as termites, herbivory and black spots. This is the first progress report of the grad-thesis project called Phytosanitary Analysis of the urban forest of Panama City.

Keywords : Urban forest, phytosanitary evaluation, Panama City, Gamboa, symptoms.

Resumen

El bosque urbano se refiere a la comunidad de árboles que se encuentra dentro de las áreas urbanas de una ciudad. Estos árboles a menudo enfrentan situaciones que los hacen susceptibles a enfermedades. Se han documentado una extensa lista de enfermedades que afectan a los árboles urbanos, como la marchitez, caída de hojas ataques de hongos e insectos, pero en Panamá existen pocos registros. El objetivo del proyecto fue llevar a cabo un inventario de árboles para identificar posibles problemas fitosanitarios y relacionarlos con el nivel de contaminación en zonas de alto y bajo tráfico vehicular de la ciudad de Panamá. Se elaboro un formulario para registrar los datos de los árboles a partir de la Base de datos del Municipio de Panamá, esta contó con 11 variables. Los resultados revelan una mayor afectación fitosanitaria en Gamboa (69%) en comparación con CdP (60%). T. rosea muestra el mayor porcentaje de afectaciones en ambos sitios. En la Ciudad los síntomas incluyen descortezamiento y manchas negras. En Gamboa, todas las especies estudiadas muestran una alta afectación fitosanitaria (entre 50% y 73%), destacando problemas como comején, herbivoría y manchas negras. Este es el primer reporte de avance del proyecto de tesis de grado denominado: Análisis Fitosanitario del bosque urbano de la Ciudad de Panamá.

Palabras claves: Bosque urbano, evaluación fitosanitaria, Ciudad de Panamá, Gamboa, síntomas.

1. INTRODUCCIÓN

El bosque urbano es una comunidad constituida por los árboles que se encuentran dentro de la zona urbana de una ciudad. La mayoría de ellos sometidos a cambios constantes del ambiente, aumento de la población, contaminación, estrés hídrico y térmico, plagas y enfermedades [1], [2]. En Costa Rica y Colombia, existe descripción de las enfermedades presentes en árboles urbanos, como la marchitez y caída de hojas, muerte de yemas, además de presencia de ataque por hongos y plagas insectiles, anillamiento, muérdagos, etc. y existe un catálogo donde se exponen los agentes patógenos y qué árboles son afectados [3], [4]. En cambio, en Panamá, esta información no existe de manera detallada, sino que se han realizado algunos inventarios de corregimientos del área metropolitana, incluyendo una descripción generalista de los árboles visiblemente enfermos [5], [6].

El presente proyecto se realizó con el objetivo de identificar a través de un inventario de árboles, las posibles afectaciones fitosanitarias en relación al nivel de contaminación en

zonas de alto y bajo tráfico vehicular en la ciudad de Panamá.

2. MÉTODO

A. ÁREA DE ESTUDIO Y MUESTREO

Se realizó un inventario y evaluación visual desde el suelo de todos los árboles de las especies de interés con DAP > 10 cm, evaluando el estado de los árboles que presenten daños o síntomas en su estructura externa, ubicados en veredas e isletas de las calles concurridas de la Ciudad de Panamá (CdP), como zona de alto tráfico, y de la comunidad de Gamboa (CGa), como zona de bajo tráfico vehicular. Ambas zonas se encuentran en la República de Panamá, a 32 km de distancias una de otra. Se consideraron las siguientes calles: Ave. Justo Arosemena, Ave. Federico Boyd, Ave. Ricardo J. Alfaro, Ave. Dr. Belisario Porras, Ave. Cincuentenario Calle 50, y todas las calles internas de la comunidad de Gamboa. El muestreo incluyó los individuos de hasta 15 m del borde de calle, de las cuatro (4) especies de interés: Caoba nacional – *Swietenia macrophylla*, Crespón – *Lagerstroemia speciosa*, Árbol Panamá – *Sterculia apetala* y Roble rosado – *Tabebuia rosea*.

B. EVALUACIÓN DE DATOS

Se utilizó la base de datos de los inventarios arbóreos, proporcionada por la Dirección de Gestión Ambiental del Municipio para evaluación preliminar de los árboles en la ciudad. Con ella se elaboró un formulario conteniendo la siguiente información: fecha, número del individuo, nombre científico, nombre común, DAP - Diámetro a la altura del pecho (1.30 m), altura total del árbol, estado fitosanitario, estado físico, observaciones, ubicación, registro fotográfico. Este fue desarrollado en la aplicación Survey123 de ArcGIS.

El análisis de los datos obtenidos se realizó con el programa *RStudio*. La ecuación para determinar afectaciones y enfermedades por especie es la siguiente:

$$\begin{array}{l}
 n = \text{total de individuos por especie} \\
 af = \text{total de individuos por afectación} \\
 PA = \text{Porcentaje de afectación}
 \end{array}
 \qquad
 PA = \frac{af}{n} * 100$$

3. RESULTADOS

En el estudio se ubicaron 222 individuos presentes en las calles de CdP y 97 para CGa (ver mapa en *Fig.1*), diferenciándolos en el mapa en con código de color en función de la especie. En la base de datos cada uno de esos puntos está asociado a las 10 variables adicionales a su geolocalización (denominada ubicación).

Mapa - Sitios de Estudio

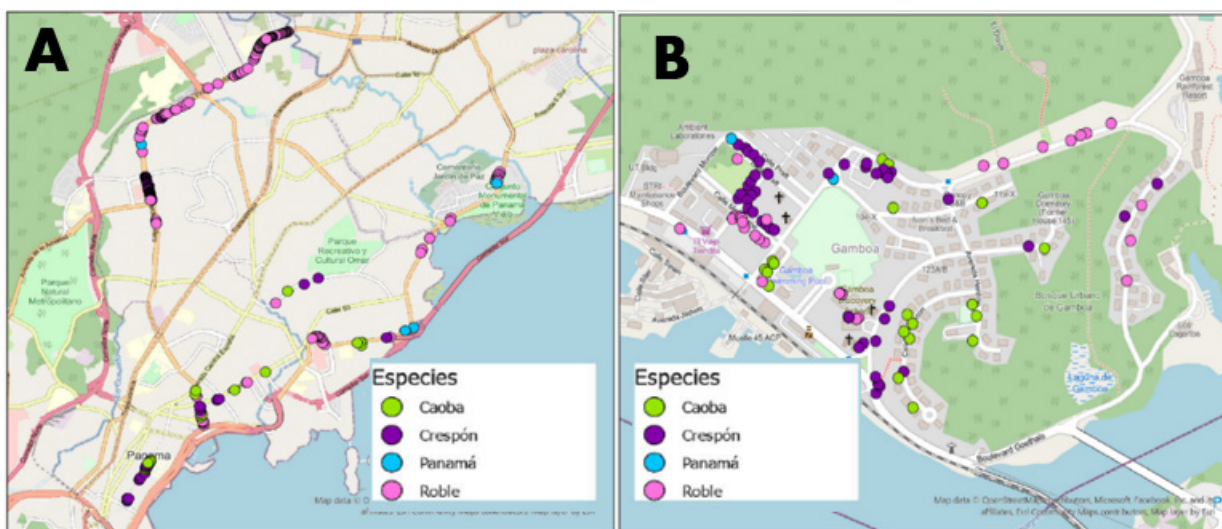


Figura 1. Mapa. Ubicación de los individuos muestreados. A) Ciudad de Panamá. B) Gamboa

La composición de la muestra se describe en la Fig. 2, donde puede observarse que la especie con mayor porcentaje de individuos en CdP es el *T. rosea*, mientras que para CGa, hay mayor presencia de *L. speciosa*. En ambos sitios el *S. macrophylla* y *S. apetala*, se encuentran en menor porcentaje.

La afectación fitosanitaria de los árboles fue diferente para ambos sitios. Para la CdP se registró un total de 134 individuos afectados (60%), mientras que en Gamboa se encontraron 67 (69%). En la Fig. 3A se detalla que el porcentaje de afectación en Ciudad de Panamá es mayor en *T. rosea* con un 70%, siguiendo con *L. speciosa* 50%, *S. macrophylla* 42% y *S. apetala* 33%. En la Fig. 3B, para Gamboa se da el mismo comportamiento que en la Fig. 3A en cuanto a la afectación de las especies, con un 73%, 69%, 65% y 50% respectivamente.

Porcentaje de individuos por especie

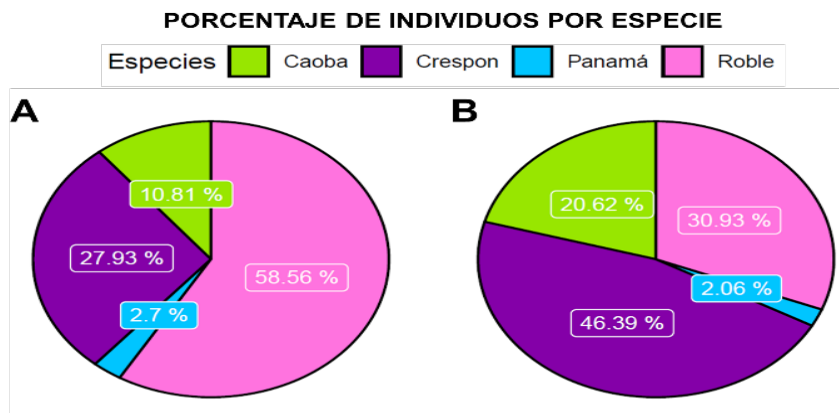


Figura 1. Representación porcentual por especies en los sitios de estudio. A) Ciudad de Panamá. (N=222). B) Gamboa (N=97).

Figura 2. Representación porcentual por especies en los sitios de estudio. A) Ciudad de Panamá. (N=222). B) Gamboa (N=97).

Observando con mayor detalle, se realizó una clasificación general de los síntomas observados, organizando las evaluaciones en 17 clases. La Fig. 4 resume las afectaciones observadas para la Ciudad de Panamá y la comunidad de Gamboa, presentando el porcentaje por afectación para el total de individuos enfermos por especie. Es importante recalcar que en un individuo podía registrarse más de una afectación. *T. rosea* en CdP, presenta 13 clases de síntomas, siendo los más comunes el descortezamiento (36%), manchas negras (19%), escoba de brujas (16%). Para *S. macrophylla* y *L. speciosa*, se registró presencia de manchas negras (figura 5k), con afectación de 4% y 17% respectivamente.

En la comunidad de Gamboa se observó la presencia de comején en gran parte del árbol, desde la base del tronco hasta las ramas, en las especies de *S. macrophylla* (5%), *L. speciosa* un 24% y *T. rosea* un 13%. En el *T. rosea*, hubo mayor incidencia de herbivoría (27%), comparado con las otras especies del sitio y el *T. rosea* en CdP. En Gamboa como también se encontró en la Ciudad se presenta descortezamiento en *S. macrophylla*, *L. speciosa* y *T. rosea*, en estas mismas 3 especies se pueden encontrar bromelias, las cuales por la cantidad pueden causar una sobrecarga mecánica en el árbol. En ambos sitios el *S. apetala* tiene presencia de chinches. La deformación del tronco se registra principalmente en la especie de *L. speciosa* en Gamboa (2%), mientras que en otras especies y sitios es mínima.

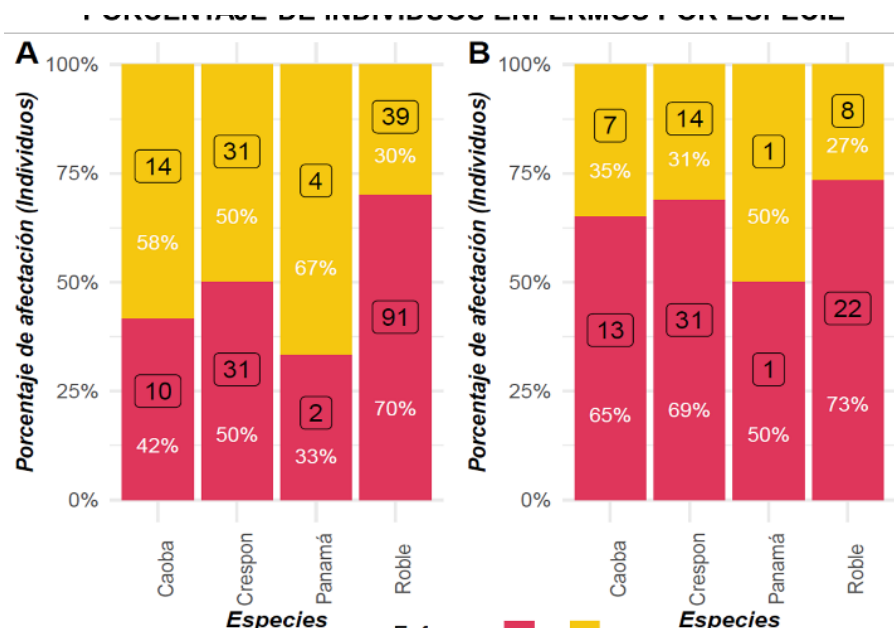


Figura 3. Porcentaje de individuos enfermos por especies en los sitios de estudio.



Figura 4. Porcentaje de afectaciones y enfermedades por especies, en los sitios de estudio. Arriba= CdP, Abajo= CGa. Enfermedades: a. bromelias, b. chinches, c. clorosis, d. comején, e. deformación del tronco, f. descortezamiento, g. enrollamiento foliar, h. herbivoría, i. hongos, j. hormigas, k. manchas negras, l. manchas necróticas, m. rajadura de ramas, n. ramas muertas, o. tronco hueco, p. escoba de brujas, q. marchitez en hojas.

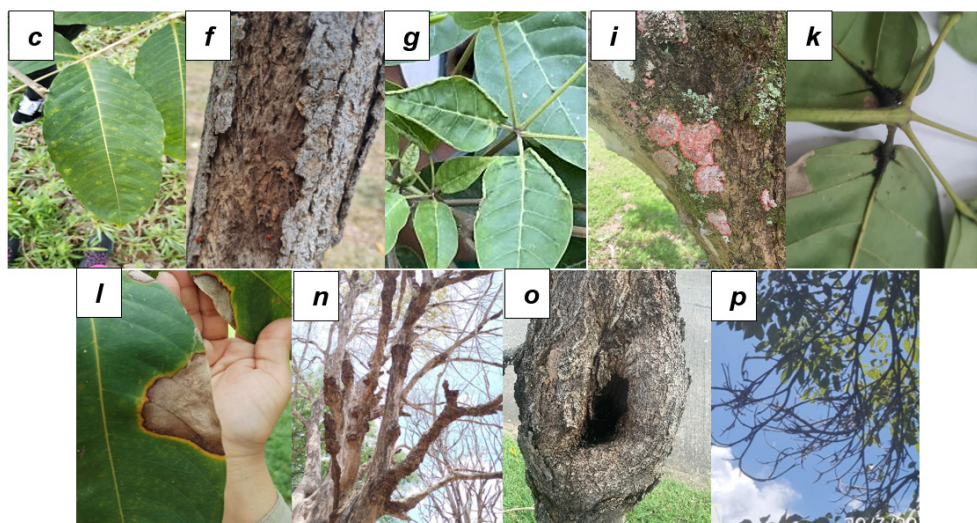


Figura 5. Enfermedades: c. clorosis (crespón), f. descortezamiento, h. enrollamiento foliar (roble), i. hongos (crespón), k. manchas negras (roble), l. manchas necróticas (crespón), n. ramas muertas, o. tronco hueco, p. escoba de brujas (roble).

4. CONCLUSIONES

El estudio demuestra una composición específica diferente en ambos sitios, y al mismo tiempo, un grado de afectación diferencial, basado en el tipo de impacto antropogénico. Se registro un porcentaje $\geq 70\%$ de individuos afectados en *Tabebuia rosea*, tanto la Ciudad de Panamá como en Gamboa. La clasificación de 17 clases de síntomas resalta la complejidad de las afectaciones en estas especies de árboles en CdP y CGa. Entre los síntomas más observados en el *T. rosea*, estuvo el descortezamiento 36% en ciudad y herbivoría 27% en Gamboa. *Swietenia macrophylla*, presenta descortezamiento (8%), en CdP y más presencia de bromelias (45%) en CGa. En la Ciudad de Panamá, se observa clorosis (6%), en *Lagerstroemia speciosa* mientras que en Gamboa, se mencionan síntomas como la deformación del tronco (2%) y el desprendimiento de corteza (16%). En ambos sitios hay presencia de chinches en *S. apetala*.

Sin embargo, es necesario reportar que al realizar colectas de hojas en árboles aparentemente sanos (incluidos en nuestro inventario, pero para un proyecto diferente) fue posible observar varios tipos de clorosis que no fue posible detectar en la evaluación inicial y que no se incluyeron en la base de datos existente. De igual forma, al realizar entrevistas con expertos entomólogos se pudo identificar que la metodología utilizada para identificar presencia de insectos no fue adecuada. Por consiguiente, es necesario realizar cambios en la metodología de identificación de enfermedades y la presencia de posibles agentes

patógenos para volver a actualizar la base de datos, usando los puntos de geolocalización existentes.

Los árboles de Gamboa parecen experimentar problemas de salud más relacionados con la biodiversidad circundante en el entorno peri-urbano, en comparación con aquellos de la Ciudad de Panamá, que aparentan mayores afectaciones abióticas. Esto podría indicar diferencias medibles en el entorno, factores ambientales o patrones de infestación en estas ubicaciones. Se recomienda una evaluación más detallada de los árboles en los sitios de estudio para análisis de otras afectaciones y enfermedades.

REFERENCIAS

- [1] C. I. Giraldo et al., “Evaluación fitosanitaria de *Juglans neotropica* y *Quercus humboldtii* en arbolado urbano de Popayán-Cauca, Colombia,” *Rev Acad Colomb Cienc Exactas Fis Nat*, vol. 46, no. 178, pp. 169–181, Jan. 2022, doi: 10.18257/raccefyn.1542.
- [2] M. Rodríguez and M. G. Arguedas, “Protección fitosanitaria del arbolado urbano en San José, Costa Rica,” *Repertorio Científico*, vol. 24, no. 1, 2021, doi: 10.22458/rc.v24i1.3096.
- [3] H. I. Restrepo Orozco, F. Moreno H, and C. Helena Hoyos E., “INCIDENCIA DEL DETERIORO PROGRESIVO DEL ARBOLADO URBANO EN EL VALLE DE ABURRÁ, COLOMBIA,” *Colombia Forestal*, vol. 18, no. 2 Preprint, p. 225, Jun. 2015, doi: 10.14483/udistrital.jour.colomb.for.2015.2.a04.
- [4] [M. Arguedas, Kurú: *Revista Forestal (Costa Rica)* 4(11 y 12 especial). 2007. [Online]. Available: <http://www.itcr.ac.cr/RevistaKuru/>
- [5] F. Biens and F. Farnum, “Evaluación del estado fitosanitario y de riesgo del bosque urbano de Colón, Panamá,” 2021.
- [6] “Plan de Arborización.” Accessed: Mar. 09, 2023. [Online]. Available: <https://geomupa.maps.arcgis.com/apps/Cascade/index.html?appid=0049146d3e904d209b5f7dc9c3f49ea3>
- [7] P. Orjuela, “INVENTARIO, DIAGNÓSTICO FITOSANITARIO Y PLAN DE MANEJO DE LOS ÁRBOLES ORNAMENTALES EN LOS ESPACIOS PÚBLICOS DEL MUNICIPIO DE BETANIA,” 2007.

AUTORIZACIÓN Y LICENCIA CC

Los autores autorizan a APANAC XVIII a publicar el artículo en las actas de la conferencia en Acceso Abierto (Open Access) en diversos formatos digitales (PDF, HTML, EPUB) e integrarlos en diversas plataformas online como repositorios y bases de datos bajo la licencia CC:

Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International (CC BY-NC-SA 4.0) <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>.

Ni APANAC XVIII ni los editores son responsables ni del contenido ni de las implicaciones de lo expresado en el artículo.

Caracterización Morfométrica e Histológica de 5 Especies de Árboles en Vías de Alto Tráfico

Romero, Itzel

Universidad Tecnológica de Panamá
Ciudad de Panamá, Panamá
itzel.romero@utp.ac.pa

Espinosa, Alex

Investigador Independiente
alexespinosa601@hotmail.com

Del-Rosario, Efrain

Universidad Tecnológica de Panamá
Ciudad de Panamá, Panamá
efrain.delrosario@utp.ac.pa

Sarmiento, Aneth

Universidad Tecnológica de Panamá
CEMCIT – AIP
ORCID: 0009-0004-3840-6249

Abstract

Trees established in cities are exposed to environmental conditions that can negatively influence their development. The objective of this study is to characterize the morphology of trees in high pollution zones (ZACTV, abbr. in spanish) by means of their leaf structure and histological evaluations, compared to individuals of the same species established in low pollution zones (ZBCTV, abbr. in spanish), due to vehicular traffic. It was found that individuals of mahogany (*Swietenia macrophylla*, King) and oak (*Tabebuia rosea*, Bertol.) presented an increase in their leaf area in ZACTV compared to ZBCTV, in contrast to crespón (*Lagerstroemia speciosa*, L.) and panamá (*Sterculia apetala*, Jacq.). The correlation in both zones was statistically significant for oak and crespón, ($R^2 > 0.90$) showing a stable link between leaf area (cm²), length and broad (cm); that correlation was low for mahogany and panama samples. Some histological images of ZBCTV samples are presented and will be compared with ZACTV samples to find differences that may indicate specific changes due to anthropogenic influences. In conclusion, changes in the leaf morphology of the trees have been observed as an effect of and adaptation to environmental stress, in the first months of sampling for this project. It is necessary to continue adapting collection and measurement

protocols to handle data that is more representative of what we seek to evaluate.

Keywords: morphology, urban forest, leaf, pollution, Panama City.

Resumen

Los árboles establecidos en ciudad están expuestos a condiciones ambientales que pueden influir negativamente en su desarrollo. El objetivo de este estudio es caracterizar la morfología de los árboles en zonas de alta contaminación (ZACTV) por medio de su estructura foliar y evaluaciones histológicas, confrontados a individuos de las mismas especies establecidas en zona de baja contaminación por tráfico vehicular (ZBCTV). Se encontró que los individuos de caoba (*Swietenia macrophylla*, King) y roble (*Tabebuia rosea*, Bertol.) presentaron un aumento en su superficie foliar en ZACTV frente a ZBCTV, contrario a los de crespón (*Lagerstroemia speciosa*, L.) y panamá (*Sterculia apetala*, Jacq.). Se comparó estadísticamente la correlación entre área foliar (cm²), largo y ancho de hojas (cm) en ambas zonas, resultando que roble y crespón presentan una estabilidad estadísticamente significativa ($R^2 > 0.90$), frente a caoba y panamá donde fue baja. Se presentan algunas imágenes histológicas de las muestras de ZBCTV que serán comparadas con ZACTV para hallar diferencias que puedan arrojar indicios de cambios específicos por las influencias antropogénicas. En conclusión, se han podido observar cambios en la morfología foliar de los árboles como efecto y adaptación al estrés ambiental, en los primeros meses de muestreo de este proyecto. Es necesario continuar adaptando los protocolos de colecta y medición para manejar datos más representativos de lo que se busca evaluar.

Palabras claves: morfología, bosque urbano, hoja, contaminación, Ciudad de Panamá.

1. INTRODUCCIÓN

Los bosques urbanos son aquellos conjuntos de árboles que encontramos dentro de las ciudades y pueden estar en parques, a orillas de las avenidas, en espacios donde han crecido naturalmente (lotes), cerca de edificios, entre otros [1].

Los árboles que viven en ciudad están expuestos a contaminación del aire, altas temperaturas, áreas pequeñas para su crecimiento, lo que provoca que su desarrollo no sea el óptimo [2]–[4]. Sin embargo, algunas especies han logrado adaptarse a estas condiciones logrando su supervivencia. En Latinoamérica y Europa, el estudio del bosque urbano va dirigido a entender el comportamiento y los factores que pueden influir en el desarrollo de los árboles como respuesta a niveles de contaminación. Variables como el área foliar, el polvo sobre las hojas, la cantidad de estomas, entre otras, son indicadores de la contaminación atmosférica que puede detectarse por medio de los árboles [5]–[7].

Este estudio se basa en comparar la estructura foliar a nivel macro y micrométrico de los árboles de especies previamente determinadas en zonas de alta y baja contaminación por tráfico vehicular.

2. MÉTODO

A. Zonas de estudio

El estudio se realiza en Ciudad de Panamá, República de Panamá, en los corregimientos de Bella Vista Viejo, Panamá Viejo y Betania; determinados como zona de alta contaminación por tráfico vehicular (ZACTV) comparado con la comunidad de Gamboa, provincia de Colón, como zona de baja contaminación por tráfico vehicular (ZBCTV). Durante los meses de Marzo a Septiembre de 2023, se realizó un inventario en ambas zonas tomando en cuenta una distancia de 15 metros de la vía hacia afuera, a ambos lados. Las especies de interés son: Panamá (*Sterculia apetala*), Caoba nacional (*Swietenia macrophylla*), Crespón (*Lagerstroemia speciosa*), Roble (*Tabebuia rosea*).

B. Mediciones Morfométricas Evaluaciones Macrométricas

- Área foliar (AF): Con la ayuda de varas de colecta y tijeras de podar, se colectaron 10 hojas de sol de 3-5 individuos en cada zona de muestreo, que cumplieran con las condiciones de especie y distancia de calle. El registro fotográfico se realizó con una cámara estándar de un iPad Pro-2020. Se utilizó el programa Image J para determinar el área foliar, largo y ancho de hoja por medio del registro fotográfico de cada hoja [8].
- DAP: Todos los árboles de las especies de interés con DAP > 10 cm se midieron con cintas diamétricas y se hizo un registro de su geolocalización, tanto en ZACTV como

en ZBCTV.

- **Altura:** Se tomó la altura total de todos los individuos considerados con un hipsómetro Nikon Forestry Pro, utilizando el sistema de 3 puntos, incluyendo este dato junto a la geolocalización.
- Para el análisis estadístico de datos se utilizó Microsoft Excel.

Evaluaciones Micrométricas

Las hojas fueron cortadas a mano libre (ápice, media y base) utilizando navajas de doble filo desechables; se escogieron los cortes más finos y se montaron en portaobjetos para luego ser teñidas con safranina y/o verde rápido. Posteriormente fueron observadas en un microscopio (Olympus BX41).

Para la observación de los estomas, se realizó un calcado de la superficie abaxial de las hojas, usando esmalte de uñas transparente sin aplicar tintes [9].

3. RESULTADOS

Del inventario en Ciudad de Panamá (ZACTV), 58% corresponde a roble, 28% a crespón; en contraste en Gamboa (ZBCTV) 46% es crespón y el 31% de roble, siendo en ambos sitios las especies con mayor presencia de individuos dentro de nuestra zona de interés. *S. apetala* en ZACTV representa un 3% y en ZBCTV un 2%, siendo la especie con menor presencia de individuos en la muestra (Figura 1).

Esto indica que la composición de la muestra del bosque urbano asociado a las calles en ambos sitios es diferente. En ambas zonas fue difícil encontrar suficientes individuos del árbol Panamá, basados en su distancia de la calle.

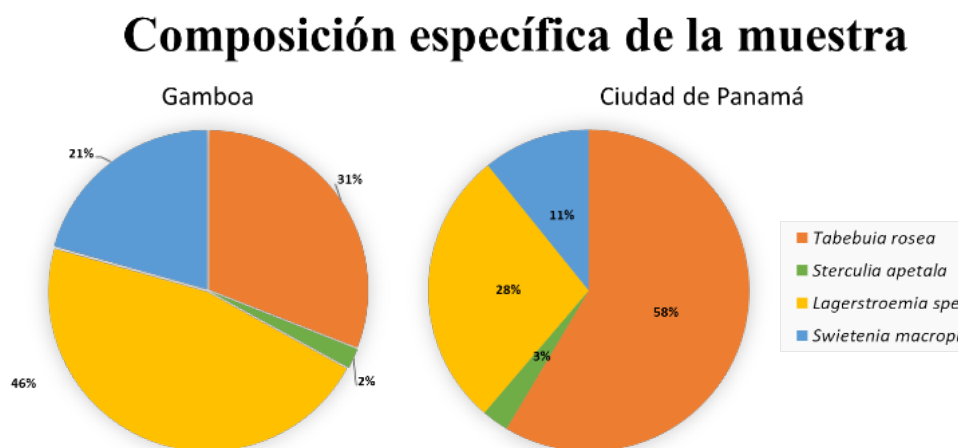


Figura 1. Porcentaje de individuos de la muestra por especie. Arriba: individuos muestreados en ZACTV; N=222. Abajo: individuos muestreados en ZBCTV; N=97.

Las evaluaciones macrométricas de la muestra indican que la especie con mayor diámetro en ZACTV lo presenta *S. macrophylla* de 91 a DAP > 101 cm con 7 individuos; *T. rosea* y *L. speciosa* mantienen una alta cantidad de individuos en rangos diamétricos de 10 a 50 cm y 10 a 40 cm, con 115 y 50 individuos respectivamente; *S. apetala* entre 21 a 30 cm con 2 (Figura 2).

Las alturas pueden variar a causa de la intervención: en ZBCTV se observó *T. rosea* hasta en rangos de 21 a 25 m, mientras que en ZACTV están entre 6 a 10 m. *S. macrophylla* mantiene individuos en ambas zonas de estudio con las mismas alturas alcanzando rangos de 41 a 45 metros, siendo una de las especies más homogéneas en esta variable. En el caso de *L. speciosa* la mayor cantidad de individuos alcanza 5-10 m en ZACTV, mientras que en Gamboa los individuos son típicamente más altos. Para la muestra de *S. apetala* los más altos se ubican en ZACTV en rangos de 11 a 20 m (Figura 2).

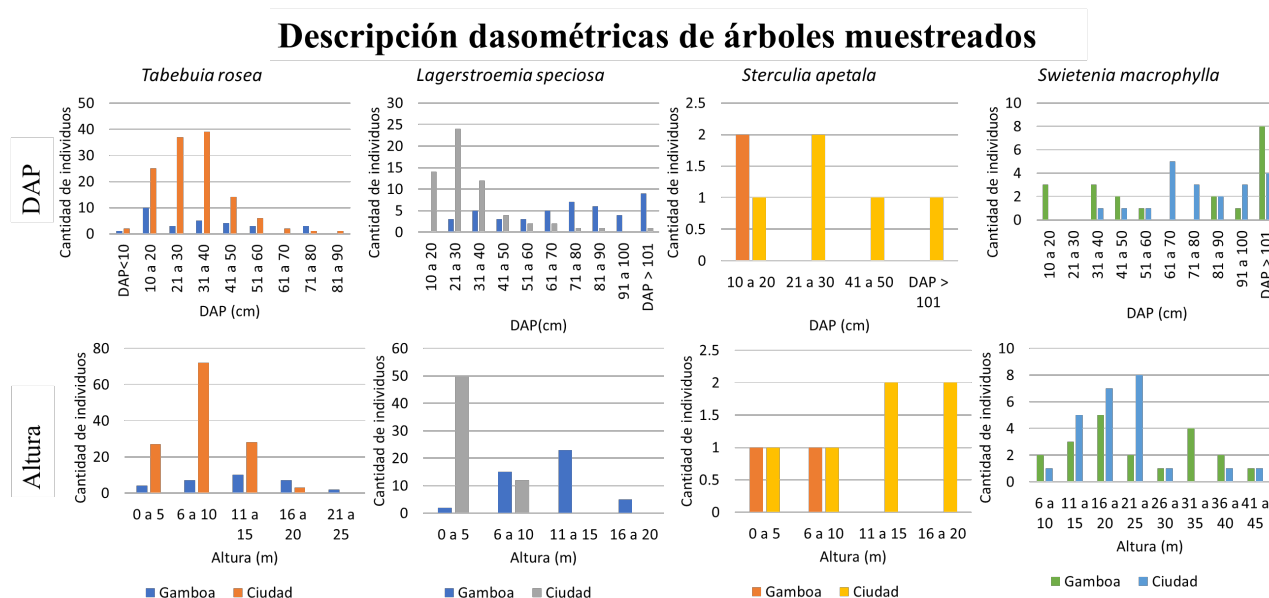


Figura 2. Distribución diamétrica y altura total de individuos muestreados por especie. Arriba. Distribución por clases diamétricas en ZACTV (Ciudad) y ZBCTV (Gamboa). Abajo. Distribución por rango de alturas por especie en ZACTV (Ciudad) y ZBCTV (Gamboa).

En cuanto a AF, dos especies presentaron hojas reducidas en zonas contaminadas, mientras que en las otras dos especies se observó un aumento. *S. macrophylla* se midió entre 116.52 y 911.52 cm²; $\bar{x}_{AF} = 442.89 \pm 244.7$ cm² en ZBCTV, mientras que 230.70 y 479.08 cm²; $\bar{x}_{AF} = 363.82 \pm 99.69$ cm² en ZACTV. Para *T. rosea* de 270.17 y 690.74 cm²; $\bar{x}_{AF} = 443.95 \pm 136.01$ cm² en ZBCTV, mientras que 153.60 y 625.70 cm² en ZACTV; $\bar{x}_{AF} = 318.56 \pm 120.36$ cm². En *L. speciosa*, en la ZBCTV se midió entre 119.30 y 268.60 cm²; $\bar{x}_{AF} = 185.43 \pm 37.15$ cm², mientras que 146.40 y 252.91

cm² en ZACTV; $\bar{x}_{AF} = 202.78 \pm 29.28$ cm². En *S. apetala* fue entre 332.11 y 820.91 cm² en ZBCTV; $\bar{x}_{AF} = 610.28 \pm 154.33$ cm², mientras que 302.02 y 703.75 cm² en ZACTV; $\bar{x}_{AF} = 484.50 \pm 116.03$ cm².

De manera interesante, resalta que de las especies con alto valor R² (*Tabebuia* y *Lagerstroemia*), una (*Tabebuia*) disminuye el valor promedio de área foliar en ZACTV mientras que la otra (*Lagerstroemia*) parece aumentarlo. Por el contrario, en las especies con R² <0.9, *Swietenia* y *Sterculia* parecen reducir su área foliar en función del promedio total, en zonas contaminadas por tráfico vehicular (aunque la varianza es muy alta). Sin embargo, el rango de los valores de ZACTV se incluye casi completo en las muestras de ZBCTV, para ambas especies.

Descripción del área foliar de los árboles muestreados

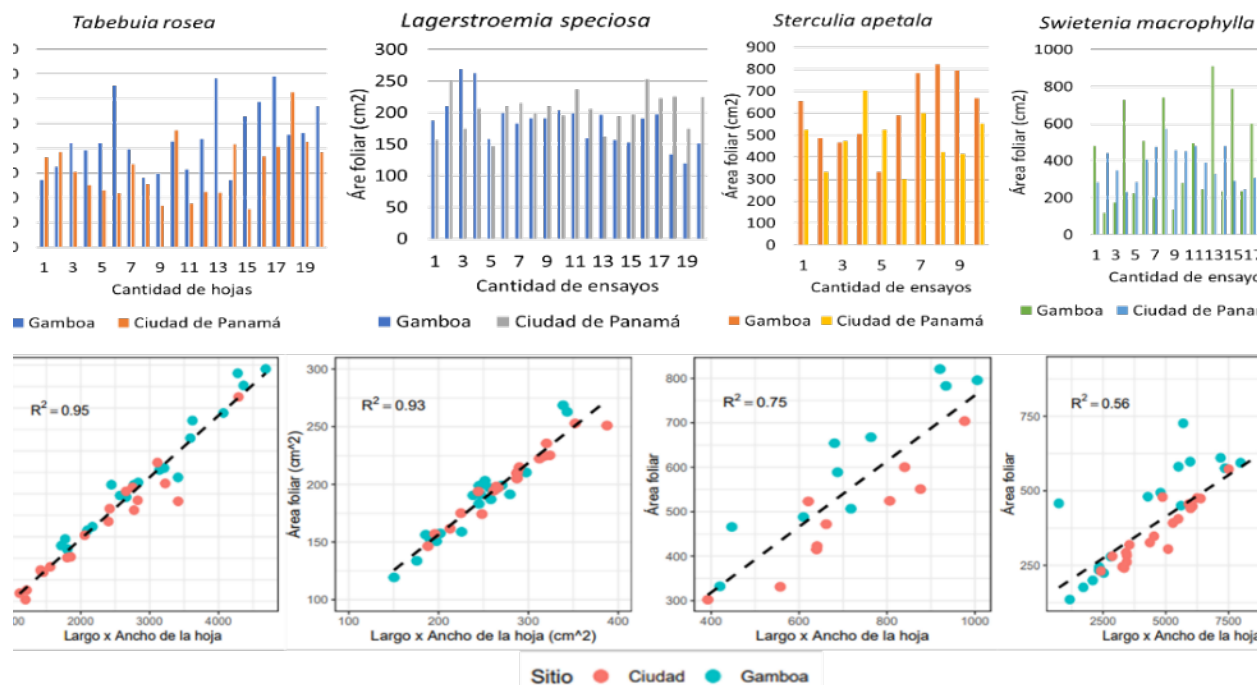


Figura 3. Comportamiento del área foliar (AF) por especie. Arriba. Comportamiento del AF por especie en ZACTV (Ciudad) y ZBCTV (Gamboa) utilizando el software Image J. Abajo. Análisis de regresión en relación con el AF utilizando el software Image J y el producto de largo por ancho; por especie en ZACTV (Ciudad) y ZBCTV (Gamboa).

El desarrollo interno de los tejidos vegetativos en la hoja de las cuatro especies estudiadas se evaluó utilizando evaluaciones micrométricas. Para ello, se realizaron cortes en fresco de hoja y se observó la composición de epidermis, parénquima, tejido de conducción y estomas (Figura 4). Para *T. rosea* se observó xilema, floema, médula, y estomas. En *S. apetala* y *L. speciosa* se observó estomas por el método de calcado. En *S. macrophylla* se observó epidermis, parénquima, xilema y colénquima.

Hasta este momento no se realizaron análisis de grosor de los tejidos vegetales ni análisis estadísticos correspondientes, pero se logró evaluar el protocolo necesario para tinción en fresco para cada una de las especies, de manera que sean visibles y diferenciables cada una de las estructuras típicas a analizar en profundidad posteriormente.

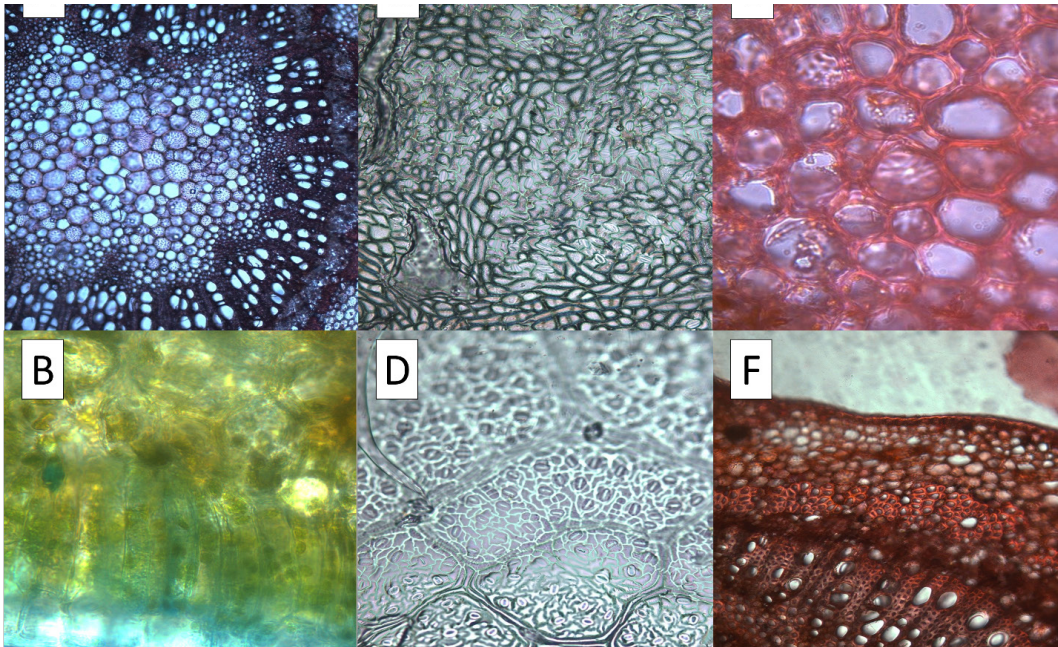


Figura 4. Imágenes al microscopio óptico de las especies muestreadas: *T. rosea* (A,E). *S. apetala* (D), *L. speciosa* (C), *S. macrophylla* (B, F). Hojas colectadas en ZBCTV. A. Corte transversal de peciolo. C, D. Estomas en la zona abaxial. B, E. Corte en el ápice. F. Corte en la base.

4. CONCLUSIONES

La composición de la muestra de árboles expuestos a contaminación por tráfico vehicular fue diferente en ambos sitios de estudio. Se logró observar características macrométricas diferenciales en varias especies, cuando se comparan ambos sitios. *L. speciosa* presenta mayor distribución en diferentes clases diamétricas ZBCTV, en contraste con *S. apetala* es la que menor distribución en clases diamétricas presenta en ambos sitios de estudio, sin embargo, se incluyeron muy pocos individuos de esta última especie, para generar resultados significativos. El área foliar de *S. macrophylla* y *T. rosea* presentó una aparente reducción, mientras que *L. speciosa* y *S. apetala* aumentó en la ZACTV, aún cuando las diferencias no llegaron a ser estadísticamente significativas para todas las variables y/o especies. En el análisis por regresión el área foliar se muestra un $R^2 > 0.90$ en *T. rosea* y *L. speciosa*. En *S. apetala* y *S. macrophylla* se demuestra la necesidad de aumentar el muestreo para mejorar la exactitud en el análisis de los resultados. En las evaluaciones histológicas se logró observar epidermis, tejidos de sostén, tejido parenquimático y estomas. En general,

es necesario continuar adaptando los protocolos de colecta y medición para manejar datos más representativos de lo que se busca evaluar.

REFERENCIAS

- [1] MUPA, "GUÍA 3. MANEJO DEL BOSQUE URBANO," *Arborización de la Ciudad de Panamá*, vol. 3. Panamá, 2019.
- [2] M. Hernández, A. Arambarri, and L. Nughes, "Efectos de la contaminación ambiental en la hoja de *Celtis ehrenbergiana* (Celtidaceae) en la ciudad de La Plata (Argentina)," *Revista Forestal Yvyraeta*, vol. 23, pp. 30–40, 2016.
- [3] [E. R. Laffont, M. C. Godoy, E. Galdeano, J. M. Coronel, and C. Etcheverry, "ARBOLADO DE ESPACIOS VERDES DE LA CIUDAD DE CORRIENTES: RELEVAMIENTO DE PLAGAS Y ENFERMEDADES, ASESORAMIENTO Y CAPACITACIÓN TÉCNICA," *Extensionismo, innovación y transferencia tecnológica*, vol. 2, pp. 129–137, 2015.
- [4] J. A. Rojas Méndez, "Evaluación del estado fitosanitario y de manejo de la vegetación arbórea y arbustiva del ornato en el casco urbano del municipio de Fortul, Arauca," Universidad Nacional Abierta y a Distancia - INAD, Cubara, 2022.
- [5] R. Anze *et al.*, "Bioindicadores en la detección de la contaminación atmosférica en Bolivia," *REDESMA*, 2007.
- [6] [C. Egas, P. I. Naulin, and M. Préndez, "Urban pollution by particulate matter and its effect on morpho-Anatomical characteristics of four tree species in Santiago, Chile," *Informacion Tecnologica*, vol. 29, no. 4, pp. 111–119, Aug. 2018, doi: 10.4067/s0718-07642018000400111.
- [7] C. Urcelay, G. Robledo, F. Heredia, G. Morera, and F. García Montaña, *Hongos de la madera en el arbolado urbano de Córdoba*, 1st ed., vol. 1. Córdoba: Instituto Multidisciplinario de Biología Vegetal, 2012.
- [8] T. N. Martin, G. M. Fipke, J. E. M. Winck, and J. A. Marchese, "ImageJ software as an alternative method for estimating leaf area in oats," *Acta Agron*, vol. 69, no. 3, pp. 162–169, 2020, doi: 10.15446/acag.v69n3.69401.
- [9] E. Romero-Romero, R. Sánchez, J. Sumich, Y. J. Añino, and O. R. Lopez, "VARIACIONES MORFOMÉTRICAS Y DENSIDAD ESTOMÁTICA EN HOJAS DE *Mangifera indica* BAJO CONDICIONES LUMÍNICAS CONTRASTANTES," *Tecnociencia*, no. 22, pp. 66–75, 2020.

AUTORIZACIÓN Y LICENCIA CC

Los autores autorizan a APANAC XIX a publicar el artículo en las actas de la conferencia en Acceso Abierto (Open Access) en diversos formatos digitales (PDF, HTML, EPUB) e integrarlos en diversas plataformas online como repositorios y bases de datos bajo la licencia CC:

Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International (CC BY-NC-SA 4.0) <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>.

Ni APANAC XIX ni los editores son responsables ni del contenido ni de las implicaciones de lo expresado en el artículo.

DESARROLLO DEL PATRON NACIONAL DE HUMEDAD RELATIVA EN EL CENTRO NACIONAL DE METROLOGÍA DE PANAMA

Castro, Fanny

Centro Nacional de Metrología de Panamá
Panamá, Panamá
ORCID 0000-0001-7181-8203

Tejedor, Alejandra

Centro Nacional de Metrología de Panamá
Panamá, Panamá
ORCID 0000-0003-3576-5233

Prado, Ebony

Centro Nacional de Metrología de Panamá
Panamá, Panamá
ORCID 0000-0002-1614-5410

Acevedo, Hector

Centro Nacional de Metrología de Panamá
Panamá, Panamá
ORCID 0000-0003-3878-1298

Abstract

The national relative humidity standard has been implemented based on a humidity generator by the two-pressure method, allowing hygrometer calibrations in the range of 30 to 90 %hr maintaining a temperature of 20 °C, and uncertainties from 0,75 %hr to 1,5 %hr. This calibration service was subjected to international technical evaluations, achieving the publication of the calibration and measurement capability (CMC) in the KCDB 2.0 database of the International Bureau of Weights and Measures, therefore, the hygrometer calibrations performed by CENAMEP are recognized and valid worldwide by all signatory countries of the convention of the meter.

Keywords: Relative humidity, CMC, KCDB, calibration, uncertainty.

Resumen

El patrón nacional de humedad relativa ha sido implementado en base a un generador de humedad por el método de dos presiones, permitiendo calibraciones de higrómetros en el rango de 30 a 90 %hr manteniendo una temperatura de 20 °C, e incertidumbres desde 0,75 %hr a 1,5 %hr. Este servicio de calibración fue sometido a evaluaciones técnicas internacionales, logrando la publicación de la capacidad de calibración y medición (CMC) en la base de datos KCDB 2.0, del Buró Internacional de Pesas y Medidas, por ende, las calibraciones de higrómetros realizadas por el CENAMEP son reconocidas y válidas a nivel mundial por todos los países firmantes de la convención del metro.

Palabras claves: Humedad relativa, CMC, KCDB, calibración, incertidumbre.

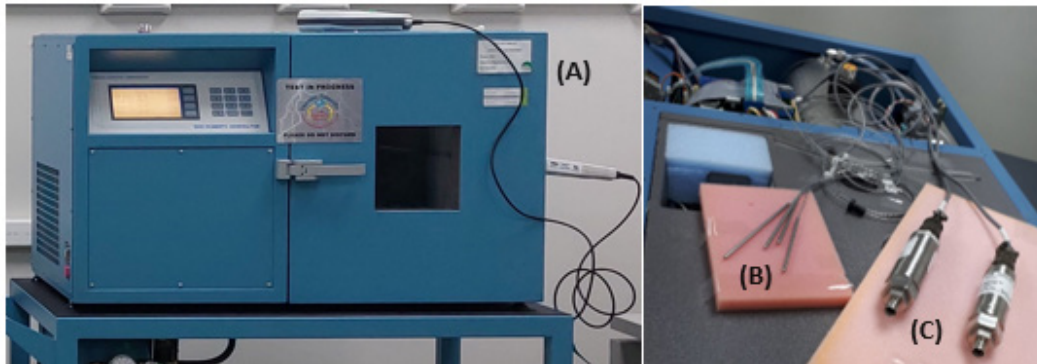
1. INTRODUCCIÓN

En la magnitud de humedad relativa, Panamá no contaba con un patrón nacional; por ello el laboratorio de humedad relativa del CENAMEP AIP ha trabajado desde el año 2016 en el desarrollo y establecimiento de este patrón utilizando un generador de humedad por el método de dos presiones de tipo comercial. Finalmente, en el mes de marzo del año 2023, luego de un riguroso proceso de evaluación por pares internacionales, el laboratorio secundario de humedad relativa del CENAMEP AIP logró publicar a nivel mundial las capacidades de calibración y medición (CMC por sus siglas en inglés), para el servicio de calibración de higrómetros, en la base de datos de comparaciones claves (KCDB por sus siglas en inglés) del Buró Internacional de Pesas y Medidas (BIPM). Esta CMC tiene un alcance de 30 %hr a 90 %hr con incertidumbres entre 0.75 %hr a 1.5 %hr, manteniendo en la cámara de pruebas una temperatura de 20 °C.

2. MÉTODO

A. Generación de Humedad Relativa por el método de dos Presiones

La humedad relativa es el contenido de vapor de agua en una muestra de gas [1]. Para generar una muestra de aire con una humedad relativa conocida, por el método de dos presiones, es decir una humedad relativa de referencia, se requiere lograr que una corriente de gas a una presión elevada se sature con respecto a la fase líquida o sólida del agua y luego expandirla isotérmicamente (manteniendo la misma temperatura) a una presión inferior; las mediciones de la presión y la temperatura de la corriente de gas en el saturador, y en la cámara de pruebas después de la expansión, proporcionan los datos necesarios para calcular el contenido de vapor de agua de la corriente de gas [2].

Fig.1 Generador de humedad por dos presiones y sensores internos

Generador de humedad (A). Sensores internos: termistores (B) son calibrados en el laboratorio de temperatura de CENAMEP AIP. Transductores de presión (C) son calibrados por el Centro Nacional de Metrología de México

El equipo utilizado para la generación de humedad cuenta con cuatro termistores (sensores de temperatura) y dos transductores de presión, ver Fig.1, estos sensores son calibrados para asegurar la trazabilidad de las mediciones al sistema internacional de unidades. La ecuación para la obtención de humedad relativa de referencia [3], [4], [5] está dada por la ecuación 1 y en la tabla 1 se presentan los factores de corrección aplicables a la dicha ecuación.

$$\%RH(\text{referencia}) = \frac{f_w(P_s, T_s)}{f_w(P_c, T_c)} \frac{e_w(T_s)}{e_w(T_c)} \frac{P_c}{P_s} * 100 \quad (1)$$

Las mediciones de presión de cámara (P_c) y saturador (P_s) deben ser tomadas en pascales (Pa) y las mediciones de temperatura del saturador (T_s) y la cámara (T_c) en grados Celsius ($^{\circ}\text{C}$) [3], [4], [5].

Tabla 1. Factores de corrección de la humedad relativa de referencia

| Factor de mejoramiento en temperatura y presión | | | | | |
|---|-------------------------------------|------------------|-------------|-----------------|--------------|
| Greenspan [4], [5] $f_w = \exp \left[\alpha \left(1 - \frac{e_w}{P} \right) + \beta \left(\frac{P}{e_w} \right) - 1 \right]$ (2) | $\alpha = \sum_{i=0}^3 A_i T_i$ | A0 | 3,53624E-04 | B0 | -1,07588E+01 |
| | | A1 | 2,93228E-05 | B1 | -2,53591E-04 |
| | $\beta = \exp \sum_{i=0}^3 B_i T_i$ | A2 | 2,61474E-07 | B2 | 6,32529E-02 |
| | | A3 | 8,57538E-09 | B3 | 6,33784E-07 |
| Factor de presión de vapor efectiva del aire, con respecto al agua a presión absoluta P y temperatura | | | | | |
| Wexler (coeficientes modificados por Hardy) [4], [5] $e_w = \left\{ \sum_{i=0}^6 C_i (T + 273.15)^{i-2} \right\} + D \ln(T + 273.15)$ (3) | C0 | -2,8365744 E+3 | C4 | 1,6261698 E-5 | |
| | C1 | -6,028076559 E+3 | C5 | 7.0229056 E-10 | |
| | C2 | 1,954263612 E+1 | C6 | -1,8680009 E-13 | |
| | C3 | -2,737830188 E-2 | D | 2,7150305 | |

Ambos factores de corrección deben calcularse, tanto para las mediciones de presión y temperatura efectuadas en el saturador (y en la cámara (para poder aplicar la ecuación 1 de humedad relativa de referencia.

3. RESULTADOS

3.1 Proceso de calibración de medidores de humedad (higrómetros)

En la tabla 2, se presentan los datos de entrada para el cálculo de la humedad relativa de referencia y la lectura de un objeto bajo calibración (OBC) los valores corresponden al promedio de 10 mediciones de cada sensor.

Tabla 2. Datos de entrada

| Ps* [Pa] | Pc* [Pa] | Ts* [°C] | Tc* [°C] | Humedad relativa de referencia** [%hr] | Lecturas OBC [%hr] | Corrección del OBC [%hr] |
|-------------|-------------|-------------|-------------|---|--------------------------|--------------------------------|
| 338051 | 100900 | 20,001 | 20,027 | 30,01 | 30,15 | 0,14 |

*Valores promedio de Ps, Pc, Ts y Tc corregidos utilizado la información correspondiente de los certificados de calibración de cada sensor.

**Aplicando la ecuación 1: Fw(Ps,Ts)= 1,0110E+00; ew(Ts)= 2339,33; Fw(Pc,Tc)= 1,0040E+00; ew(Tc)= 2343,19 se despeja el valor de humedad relativa de referencia.

La corrección es el valor añadido algebraicamente al resultado no corregido de una medición para compensar el error sistemático [6]. Al comparar el valor de referencia con las lecturas

del OBC obtenemos la corrección del OBC. Al utilizar el OBC a una humedad relativa de 30 % es necesario corregir el valor en 0,14 %hr (ecuación 4).

$$\text{Valor corregido} = \text{Lectura del OBC} + \text{corrección} \quad (4)$$

3.2 Incertidumbre de medida

Se estima de acuerdo con la guía de estimación de incertidumbre [7]. Debido a que para la obtención del valor de referencia en %HR son necesarias mediciones en temperatura (°C) y presión (Pa), se debe tomar en cuenta las componentes asociadas en las magnitudes °C y Pa. El modelo es extenso por lo que se calculan por separado y se identifican como componentes de Ps, Pc, Ts y Tc (ecuaciones 5, 6, 7 y 8 respectivamente) para luego colocarlas en modelo final de la corrección (ecuación 9) y la propagación de incertidumbres (ecuación 10).

Tabla 3. Componentes de incertidumbre para las mediciones en Ps, Pc, Ts y Tc

| Componentes | | | Modelo matemático |
|-------------|-------------------|--------------------------|---|
| Ps | Calibración | Deriva | $\delta P_s = \delta Cal_{P_s} + \delta Res_{P_s} + \delta Rep_{P_s} + \delta Der_{P_s} + \delta Hist_{P_s}$ (5) |
| | Resolución | Histéresis | |
| | Reproducibilidad | | |
| Pc | Calibración | Deriva | $\delta P_c = \delta Cal_{P_c} + \delta Res_{P_c} + \delta Rep_{P_c} + \delta Der_{P_c} + \delta Hist_{P_c}$ (6) |
| | Resolución | Histéresis | |
| | Reproducibilidad | | |
| Ts | Calibración | Eficiencia del saturador | $\delta T_s = \delta Cal_{T_s} + \delta Res_{T_s} + \delta Rep_{T_s} + \delta Der_{T_s} + \delta AC_{T_s} + \delta E_{Sat} + \delta Hist_{T_s} + \delta Un_{Tem} + \delta Imp_{aire} + \delta Imp_{agua}$ (7) |
| | Resolución | Histéresis | |
| | Repetibilidad | Uniformidad | |
| | Deriva | Impurezas aire | |
| | Autocalentamiento | Impurezas agua | |
| Tc | Calibración | Homogeneidad | $\delta T_c = \delta Cal_{T_c} + \delta Res_{T_c} + \delta Rep_{T_c} + \delta Der_{T_c} + \delta AC_{T_s} + \delta H_{cam} + \delta E_{cam} + \delta Hist_{T_c}$ (8) |
| | Resolución | Estabilidad | |
| | Reproducibilidad | Histéresis | |
| | Deriva | | |
| | Autocalentamiento | | |

El modelo matemático de la corrección tomando en cuenta las componentes de Ps, Pc, Ts y Tc:

$$\text{Correccion} = (HR_{ref} + \delta Pc + \delta Ps + \delta Tc + \delta Ts + \delta f_{mej} + \delta HR_{g-c} + \delta e_{T_s} + \delta e_{T_c} + \delta f_{(P_s, T_s)} + \delta f_{(P_c, T_c)}) - (HR_x + \delta RH_{xresol} + \delta HR_{xrep} + \delta Hist_x) \quad (9)$$

La propagación de incertidumbre:

$$\begin{aligned}
 u_{(Correccion)}^2 = & (c_{Pc} \cdot u_{Pc})^2 + (c_{Ps} \cdot u_{Ps})^2 + (c_{Ts} \cdot u_{Ts})^2 + (c_{Tc} \cdot u_{Tc})^2 + (1 \cdot u_{fmej})^2 \\
 & + (1 \cdot u_{g-c})^2 + (c_{eTs} \cdot u_{eTs})^2 + (c_{eTc} \cdot u_{eTc})^2 + (c_{fs} \cdot u_{f(Ps,Ts)})^2 + (c_{fc} \cdot u_{f(Pc,Tc)})^2 \\
 & + (1 \cdot u_{HRxrep})^2 + (1 \cdot u_{RHxresol})^2 + (1 \cdot u_{Histx})^2
 \end{aligned} \tag{10}$$

Donde los coeficientes de sensibilidad de Ps, Pc, Ts y Tc corresponden a la derivada parcial de la ecuación de humedad relativa de referencia (1) con respecto a Ps, Pc, Ts y Tc en cada punto de calibración.

Los coeficientes de sensibilidad de e(Ts) y e(Tc) corresponden a la derivada parcial de la ecuación de humedad relativa de referencia (1) con respecto a e(Ts) y e(Tc) en cada punto de calibración. Los coeficientes de sensibilidad para f(Ps,Ts) y f(Pc,Ts) corresponden a la derivada parcial de la ecuación de humedad relativa de referencia (1) con respecto a f(Ps,Ts) y f(Pc,Ts).

Los demás coeficientes de sensibilidad son iguales a 1 por tratarse de componentes expresadas directamente en porcentaje de humedad relativa.

3.3 Publicación de la Capacidad de Medición y Calibración en la base de datos del Buró Internacional de Pesas y Medidas

En marzo de 2023, luego de un extenso proceso de revisión técnica, Panamá a través del CENAMEP AIP logró publicar su CMC (capacidad de medición y calibración) en la base de datos del Buró internacional de pesas y medidas KCDB por sus siglas en inglés, en la tabla 4 se detallan los valores declarados [8] en el rango de 30 a 90 %hr manteniendo en la cámara una temperatura de 20 °C.

Tabla 4. CMC en humedad relativa declarada por CENAMEP AIP

| Parámetros | Valor mínimo medido | Valor máximo medido | Unidad | U Valor mínimo | U Valor máximo | Unidad | Factor de cobertura k | Nivel de confianza en % |
|-------------------|---------------------|---------------------|--------|----------------|----------------|--------|-----------------------|-------------------------|
| Temperatura 20 °C | 30 | 90 | %hr | 0,75 | 1,5 | %hr | 2 | 95 |

4. CONCLUSIONES

Gracias al desarrollo del patrón nacional de humedad y con la subsecuente publicación de la capacidad de calibración y medición (CMC), en la base de datos del Buró Internacional de Pesas y medidas, las calibraciones de higrómetros realizadas por el CENAMEP AIP son

reconocidas a nivel mundial y tienen trazabilidad al sistema internacional de unidades. Esto fortalece la confiabilidad en las mediciones de humedad relativa, en los centros de investigación y en la industria en general ya que estos organismos tendrán a su disposición los servicios de calibración de forma local por medio del CENAMEP AIP, evitando tener que enviar sus equipos a calibración en el extranjero.

El establecimiento del patrón nacional de humedad deja la puerta abierta para seguir investigando y desarrollando mejoras al mismo, por ejemplo, se identifica la oportunidad de mejora en la ampliación del rango para incluir humedades por debajo de 30 %hr y optar por ampliar el rango de temperatura de referencia de modo que no quede solo limitado en 20 °C.

REFERENCIAS

- [1] R. E. Bentley, Handbook of Temperature Measurement Vol. 1: Temperature and Humidity Measurement (Handbook of Temperature Measurement). Singapore: Springer, 1998.
- [2] S. Hasegawa y J. W. Little, "The NBS Two-Pressure Humidity Generator, Mark 2", J. Res. Nat. Bur. Standards Sect. A: Phys. Chemistry, vol. 81A, n. 1, pp 81, enero de 1977
- [3] "Reference Manuals - Thunder Scientific Operation & Maintenance Manuals". Thunder Scientific. Accedido el 8 de septiembre de 2023. [En línea]. Disponible: https://www.thunderscientific.com/reference_manuals/
- [4] B. Hardy. "ITS-90 formulations for vapor pressure, frostpoint temperature, dewpoint temperature and enhancement factors in the range -100 to +100 °C", Papers and Abstracts from the Third International Symposium on Humidity and Moisture, vol 1, pp 214-222, abril de 1998
- [5] J. Nielsen, J. Lovell-Smith, M.J. de Groot, S. Bell, "Uncertainty in the Generation of Humidity", CCT/03-20 (BIPM, Sèvres Cedex, France, 2003)
- [6] J. V. Nicholas, Traceable temperatures: An introduction to temperature measurement and calibration. Chichester [England]: Wiley, 1994
- [7] "BIPM, IEC, IFCC, ILAC, ISO, IUPAC, IUPAP, and OIML. Evaluation of measurement data | Guide to the expression of uncertainty in measurement". Joint Committee for Guides in Metrology, JCGM 100:2008. Accedido el 11 de septiembre de 2023 [En línea]. Disponible: https://www.bipm.org/documents/20126/2071204/JCGM_100_2008_E.pdf/cb0ef43f-baa5-11cf-3f85-4dcd86f77bd6
- [8] "CMC Advanced Search". BIMP / KCDB. Accedido el 8 de septiembre de 2023. [En línea]. Disponible: <https://www.bipm.org/kcdb/cmc/search?domain=PHYSICS&areaId=6&keywords&countries=1&countries=59>

AUTORIZACIÓN Y LICENCIA CC

Los autores autorizan a APANAC XIX a publicar el artículo en las actas de la conferencia en Acceso Abierto (Open Access) en diversos formatos digitales (PDF, HTML, EPUB) e integrarlos en diversas plataformas online como repositorios y bases de datos bajo la licencia CC:

Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International (CC BY-NC-SA 4.0) <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>.

Ni APANAC XIX ni los editores son responsables ni del contenido ni de las implicaciones de lo expresado en el artículo.

Potenciando la Agricultura Regenerativa a Través de la Enseñanza-Aprendizaje sobre Calidad de Suelos en IPTs de Educación Media en Panamá

Cedeño, Cristel

Universidad Tecnológica de Panamá
Panamá, Panamá
ORCID: 0000-0003-3892-6514
cristel.cedeno@utp.ac.pa

Flores, Elsa

Universidad Tecnológica de Panamá
Panamá, Panamá
elsa.flores@utp.ac.pa

Leiva, Jorge

Universidad de Costa Rica
Guanacaste, Costa Rica
jorge.leivasanabria@ucr.ac.cr

Fábrega, José

Universidad Tecnológica de Panamá
Miembro del SNI
Panamá, Panamá
ORCID: 0000-0003-1536-0386
Jose.fabrega@utp.ac.pa

Abstract

Education in soil science and sustainable management is fundamental for agricultural sustainability and the protection of natural resources, contributing to the Sustainable Development Goals. Interdisciplinary approaches and collaboration between schools and universities are crucial for the development of scientific educational projects that promote soil preservation. Regenerative Agriculture (RA) stands out as an approach for improving soil quality and achieving agricultural sustainability. This educational project was developed at two agricultural high schools, where demonstration plots were established to compare traditional agricultural practices with regenerative approaches. Parameters such as soil moisture, and temperature, as well as physical, chemical, and organic properties were monitored. The aim was to increase students' skills to implement sustainable agricultural

practices and increase capacity to restore soil properties and improve soil quality through regenerative practices.

Keywords: Education, agricultural sustainability, regenerative agriculture

Resumen

La educación en ciencias del suelo y el manejo sostenible es la base fundamental para la sostenibilidad agrícola y la protección de los recursos naturales, contribuyendo a los Objetivos de Desarrollo Sostenible. Los enfoques interdisciplinarios y la colaboración entre escuelas y universidades son fundamentales para el desarrollo de proyectos científicos educativos que promuevan la preservación del suelo. La Agricultura Regenerativa (AR) se destaca como un enfoque para mejorar la calidad del suelo y lograr la sostenibilidad agrícola. Este proyecto educativo se desarrolló en dos colegios de bachiller agropecuario, donde se establecieron parcelas demostrativas para comparar prácticas agrícolas tradicionales con enfoques regenerativos. Se monitorearon parámetros como la humedad y la temperatura del suelo, así como propiedades físicas, químicas y orgánicas. El objetivo fue formar a estudiantes en habilidades para implementar prácticas agrícolas sostenibles e incrementar la capacidad de restaurar las propiedades del suelo y mejorar la calidad del suelo a través de prácticas regenerativas.

Palabras claves: educación, institutos profesionales técnicos, agricultura regenerativa, sostenibilidad agrícola, cambio climático.

1. INTRODUCCIÓN

La Agricultura Regenerativa (AR) es un enfoque existente desde 1980, el cual tiene como objetivos la mejora de la calidad del suelo y hacer de esta una actividad sostenible [1]. La AR fomenta una agricultura que usa la conservación de suelos como punto de partida para asegurar múltiples servicios ecosistémicos, con el objetivo de mejorar las dimensiones medioambientales, económicas y sociales para una producción alimentaria sostenible [2]. Entre los principios fundamentales de la AR están mantener el suelo con cobertura vegetal, conservar las raíces vivas y fomentar la diversidad de los cultivos. Para ello, se recomiendan prácticas como la labranza mínima, la rotación de cultivos, el compostaje de residuos de cosecha, la reducción de insumos sintéticos, y la retención de rastrojos, entre otros [3]. Al poner estos principios en práctica, se espera reducir el consumo de agua, reducir la emisión de gases de efecto invernadero, reducir el riesgo de la degradación del suelo, utilizar menos insumos energéticos, desperdiciar menos alimentos y evitar la contaminación del medio ambiente [4].

En Centroamérica, los extremos climáticos obligarán a prepararse mejor para proteger la producción agrícola, mediante un enfoque en la calidad del suelo, la capacidad de suplir

nutrientes a plantas y animales y retención de humedad, entre otras funciones, que conduzcan a un sistema más resiliente al cambio climático [5]. Para lograr esto, es necesaria una educación con base técnica y científica que permita la sostenibilidad de la producción agrícola.

La gestión sostenible del suelo es clave para alcanzar los Objetivos de Desarrollo Sostenible [6], siendo la enseñanza-aprendizaje en ciencias del suelo una herramienta valiosa para enfrentar estos desafíos [7]. Los proyectos educativos científicos e interdisciplinarios son base para la preservación de los suelos [8]. Este proyecto educativo en base a la AR busca formar a estudiantes de IPTs agropecuarios de educación media en la evaluación de la calidad de los suelos y promoción de la AR, mediante parcelas demostrativas en campo, técnicas virtuales y talleres presenciales de sistemas de producción resilientes al cambio climático. La primera página contiene el título del artículo y los nombres completos de los autores, afiliaciones de los autores, resumen y palabras clave. Se asume el primer autor como el principal. Puede utilizar su email o ORCID ID (0000-0002-6231-3913).

2. MÉTODO

Este proyecto se desarrolló en la zona este de Panamá. Los colegios elegidos fueron los Institutos Profesionales y Técnicos, IPT Gumercinda Páez y el IPT México-Panamá. Ambos IPTs cuentan con bachiller en agropecuaria y disponen de terrenos experimentales para cultivos. Se realizaron reuniones de coordinación con el Ministerio de Educación de Panamá (MEDUCA), colegios y profesores para revisar el plan de trabajo propuesto e identificar las fechas de inicio de trabajo, talleres y capacitaciones en concordancia con el calendario académico. Posteriormente, se procedió con la delimitación de las parcelas demostrativas en ambos colegios. En cada uno se delimitaron dos parcelas de aproximadamente 40x30 m. Una de estas destinada a la aplicación de agricultura regenerativa y la otra, tradicional. Luego de delimitar las parcelas, se extrajeron muestras de suelo para su análisis y obtener una línea base de fertilidad química. Seguidamente, se definió, junto a los profesores, las prácticas regenerativas y tradicionales que se aplicarían en cada parcela. Con esta información, se procedió a adquirir los insumos agrícolas requeridos por cada colegio. Entre las prácticas regenerativas se tomaron en cuenta principalmente la labranza mínima, la cobertura del suelo utilizando heno, el uso de abonos orgánicos y la mínima aplicación de plaguicidas.

Se realizaron capacitaciones presenciales cortas a los profesores acerca de la agricultura regenerativa y conjuntamente se identificaron las variables de interés. Los profesores y estudiantes iniciaron las actividades agrícolas, realizando la limpieza y siembra de los cultivos seleccionados.

Como parte principal del proyecto, se organizaron los talleres para estudiantes, en donde

se realizaron los análisis físicos y químicos con los equipos adquiridos para tal fin. En estos se combinaron el trabajo en campo y laboratorio, donde posteriormente se ejecutaron los cálculos para la obtención de los valores de los macronutrientes, densidad y resistencia a la penetración del suelo. Esta metodología se esquematiza en la Fig. 1



Fig. 1 Metodología general del proyecto.

3. RESULTADOS

A. Talleres educativos dirigidos a los estudiantes

Se capacitaron cinco profesores y 37 estudiantes del IPT México-Panamá y cinco profesores y 42 estudiantes del IPT Gumercinda Páez. Los estudiantes capacitados fueron de 11 y 12 grado. Las Fig. 2, y Fig. 3 muestran las actividades realizadas con los docentes y estudiantes, desde la preparación de parcelas hasta el desarrollo de los talleres.



Fig. 2 Estudiantes del IPT México-Panamá trabajando en la parcela regenerativa.



Fig. 3 Pruebas de NPK realizadas en el laboratorio junto a los estudiantes, con los kits de análisis químico

Pruebas de calidad de suelo efectuadas en las parcelas demostrativas durante los talleres. En la Tabla 1, se muestran los resultados químicos de macronutrientes (N-P-K) y físicos (resistencia a la penetración y densidad) obtenidos por los estudiantes en los talleres.

Tabla 1. Análisis químicos y físicos realizados en los talleres por los estudiantes con los kits de análisis (indicar Marca y Modelo). ND: sin datos disponibles.

| Parcela (Cultivos) | Fertilizantes | N | P | K | pH | Densidad aparente g cm-3 |
|---|---|---------|------|-----|-----|--------------------------|
| | | kg ha-1 | | | | |
| IPT GUMERCÍNDIA PÁEZ | | | | | | |
| Parcela regenerativa (Yuca, Guandú) | Abomaza | 26.1 | 69.1 | ND | 5.7 | 1.43 |
| Parcela tradicional (Maíz, frijoles y yuca.) | Atrazina, glifosato, abono 12-24-12, urea, arrimac, mireres y hormitox. | 11.2 | 47.6 | ND | 5.0 | 1.32 |
| IPT MÉXICO-PANAMÁ | | | | | | |
| Parcela regenerativa (Yuca, guandú ají, maíz) | Gallinaza Abonat | 26.1 | 126 | 112 | 6.0 | 1.33 |
| Parcela tradicional (Yuca, guandú ají, maíz) | Urea Abono 12 24 12 | 16.8 | 84 | 112 | 6.0 | 1.27 |

En la Tabla 1 se observa que en el IPT Gumercinda Páez se sembraron yuca y guandú en ambas parcelas y en la tradicional se incluyó maíz. En la parcela regenerativa se utilizó un fertilizante orgánico. En los resultados obtenidos para nitrógeno y fósforo se tiene una mayor concentración de estos en comparación con la parcela tratada tradicionalmente. El pH y la densidad aparente también son mayores en la parcela tratada regenerativamente. En el IPT México-Panamá mantuvieron la siembra de cuatro cultivos en ambas parcelas (yuca, guandú, maíz y ají), aplicaron abonos orgánicos en la parcela regenerativa y se observó una mayor concentración en el nitrógeno, fósforo y potasio.

En la Fig. 4 se muestra la resistencia a la penetración, la cual fue medida en los primeros 40 cm de profundidad del suelo, en ambas parcelas.

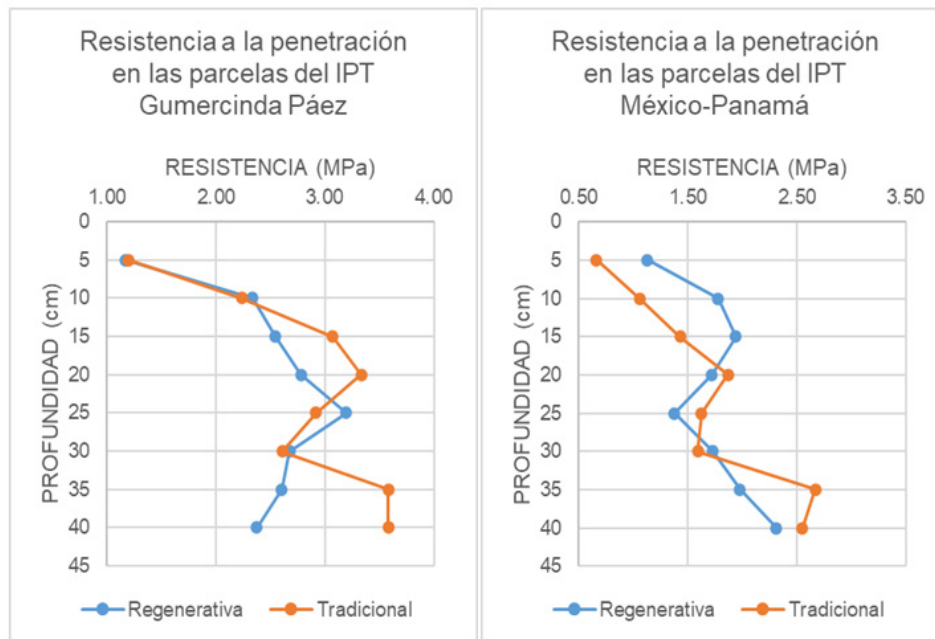


Fig. 4 Resultados de la prueba de resistencia a la penetración (MPa) a distintas profundidades tomadas con el penetrómetro de mano (indicar marca y modelo).

En la Fig. 4 se obtuvo la resistencia a la penetración para cada parcela en cada colegio. En estas aún se observan que, para ambos casos regenerativo y tradicional, el suelo presenta resistencias mayores a 1.6 MPa lo cual es limitante para el crecimiento de las raíces.

4. CONCLUSIONES

Durante estos primeros meses de ejecución del proyecto se logró instruir a profesores y estudiantes acerca de las prácticas agrícolas regenerativas. Con el desarrollo de los talleres presenciales se pudieron ejecutar las pruebas de calidad de suelo, en donde los estudiantes efectuaron la toma de muestras de suelo y su análisis químico con el equipo de laboratorio adquirido. Entre los conceptos impartidos estuvo la densidad aparente, contenido de humedad y contenido de macronutrientes. Para determinar si existe una mejora en la calidad del suelo de las parcelas tratadas regenerativamente comparadas con las no regenerativas se requiere evaluar los siguientes ciclos de cultivo.

REFERENCIAS

- [1] T. O'donoghue, B. Minasny, and A. McBratney, "Regenerative Agriculture and Its Potential to Improve Farmscape Function," *Sustainability (Switzerland)*, vol. 14, no. 10. MDPI, May 01, 2022. doi: 10.3390/su14105815.
- [2] L. Schreefel, R. P. O. Schulte, I. J. M. de Boer, A. P. Schrijver, and H. H. E. van Zanten, "Regenerative agriculture – the soil is the base," *Glob Food Sec*, vol. 26, Sep. 2020, doi: 10.1016/J.GFS.2020.100404.
- [3] R. Khangura, D. Ferris, C. Wagg, and J. Bowyer, "Regenerative Agriculture—A Literature Review on the Practices and Mechanisms Used to Improve Soil Health," *Sustainability (Switzerland)*, vol. 15, no. 3. MDPI, Feb. 01, 2023. doi: 10.3390/su15032338.
- [4] R. Lal, "Regenerative agriculture for food and climate," *Journal of Soil and Water Conservation*, vol. 75, no. 5. Soil and Water Conservation Society, pp. 123A-124A, Sep. 01, 2020. doi: 10.2489/jswc.2020.0620A.
- [5] E. K. Bünemann et al., "Soil quality – A critical review," *Soil Biol Biochem*, vol. 120, pp. 105–125, May 2018, doi: 10.1016/j.soilbio.2018.01.030.
- [6] R. Lal et al., "Soils and sustainable development goals of the United Nations: An International Union of Soil Sciences perspective," *Geoderma Regional*, vol. 25. Elsevier B.V., Jun. 01, 2021. doi: 10.1016/j.geodrs.2021.e00398.
- [7] E. C. Brevik, J. Hannam, M. Krzic, C. Muggler, and Y. Uchida, "The importance of soil education to connectivity as a dimension of soil security," *Soil Security*, vol. 7, p. 100066, Jun. 2022, doi: 10.1016/j.soisec.2022.100066.
- [8] L. B. Reyes-Sánchez, "La enseñanza de la edafología en el marco del pilar 2 de la alianza mundial por el suelo y los objetivos del desarrollo sostenible," *Suelos Ecuatoriales*, vol. 46, pp. 112–119, 2016.

AUTORIZACIÓN Y LICENCIA CC

Los autores autorizan a APANAC XIX a publicar el artículo en las actas de la conferencia en Acceso Abierto (Open Access) en diversos formatos digitales (PDF, HTML, EPUB) e integrarlos en diversas plataformas online como repositorios y bases de datos bajo la licencia CC:

Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International (CC BY-NC-SA 4.0) <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>.

Ni APANAC XIX ni los editores son responsables ni del contenido ni de las implicaciones de lo expresado en el artículo.

Estructuración de un sistema de información geoespacial para el análisis de datos de seguridad alimentaria, intervenciones nutricionales y de salud humana en Panamá

González Ortega, Kevin

Universidad Tecnológica de Panamá
Ciudad de Panamá, Panamá
ORCID: 0000-0003-0437-5136

Aguilar, Eliecer

Universidad Tecnológica de Panamá
Ciudad de Panamá, Panamá

Aizprúa, Ana Gabriela

Universidad Tecnológica de Panamá
Ciudad de Panamá, Panamá

Cedeño, Eddy

Universidad Tecnológica de Panamá
Ciudad de Panamá, Panamá

Sánchez-Galán, Javier

Universidad Tecnológica de Panamá
Ciudad de Panamá, Panamá
javier.sanchezgalan@utp.ac.pa
ORCID: 0000-0001-8806-7901

Abstract

This research addresses the scarcity of studies related to food security and its connection to poverty in Panama, highlighting the lack of geospatial information systems to identify areas where nutritional interventions have been implemented. The main objective of the study is to organize databases from previously published information and human health data collected in various communities.

The work uses web scraping techniques and a process of data extraction, transformation and loading to align them with the geometries of the country's provinces. As a result, 96 geo-referenced indicators are obtained and visualized through maps, providing data on living standards, weight and height in the period 2003-2014.

The importance of this project lies in its capacity to expand knowledge on food security and human health in Panama, issues of high relevance for the country. In addition, the information generated will be incorporated as a layer in the geographic information system PRISM (Panama Research And Integrated Sustainability Model), which will facilitate interdisciplinary analysis by allowing integration with other existing layers in the model, such as water quality, biological connectivity and biodiversity.

In summary, this research article addresses a gap in the scientific literature related to food security in Panama by developing a methodology to organize geospatial data and provide a comprehensive view of the food security and human health situation in the country. This approach has the potential to inform future policy and action in the proposed areas.

Keywords: food security, web scraping, geo-referenced indicators, geographic information system, interdisciplinary spatial data analysis

Resumen

Esta investigación aborda la escasez de estudios relacionados con la seguridad alimentaria y su conexión con la pobreza en Panamá, destacando la falta de sistemas de información geoespacial para identificar áreas donde se han implementado intervenciones nutricionales. El objetivo principal del estudio es organizar bases de datos a partir de información previamente publicada y datos de salud humana recopilados en diversas comunidades.

El trabajo utiliza técnicas de web scraping y un proceso de extracción, transformación y carga de datos para alinearlos con las geometrías de las provincias del país. Como resultado, se obtienen 96 indicadores georreferenciados que se visualizan a través de mapas, proporcionando datos sobre niveles de vida, peso y talla en el período 2003-2014.

La importancia de este proyecto radica en su capacidad para ampliar el conocimiento

sobre seguridad alimentaria y salud humana en Panamá, temas de alta relevancia para el país. Además, la información generada se incorporará como una capa en el sistema de información geográfica PRISM (Panama Research And Integrated Sustainability Model), lo que facilitará el análisis interdisciplinario al permitir la integración con otras capas existentes en el modelo, como calidad del agua, conectividad biológica y biodiversidad.

En resumen, este artículo de investigación aborda una brecha en la literatura científica relacionada con la seguridad alimentaria en Panamá al desarrollar una metodología para organizar datos geospaciales y proporcionar una visión integral de la situación de la seguridad alimentaria y la salud humana en el país. Este enfoque tiene el potencial de informar políticas y acciones futuras en las áreas propuestas.

Palabras claves: seguridad alimentaria, web scraping, indicadores georreferenciados, sistema de información geográfica, análisis interdisciplinario de datos espaciales

1. INTRODUCCIÓN

El presente artículo aborda un proceso de recopilación y procesamiento de datos relacionados con intervenciones nutricionales en el ámbito de la salud pública. Para llevar a cabo este proceso, se emplearon técnicas de web scraping para obtener archivos PDF del Programa de Nutrición (PdN) del Ministerio de Salud de Panamá (MINSa). Estos archivos, inicialmente no estructurados, contenían información valiosa sobre indicadores nutricionales y datos geospaciales. A lo largo de este trabajo, se describirá detalladamente el procedimiento seguido, que incluye la extracción de tablas desde los PDF, la consolidación de datos con el uso de Pandas, y la obtención de archivos geospaciales para la creación de visualizaciones interactivas. Finalmente, se presenta un dashboard interactivo desarrollado con Plotly que facilita la exploración de los indicadores nutricionales y su representación geográfica.

2. METODOLOGÍA

A. Web Scraping de archivos PDF

Se emplearon técnicas de webscraping para recopilar los reportes de intervenciones nutricionales disponibles en el sitio web del Programa de Nutrición (PdN) del MINSa. Esta acción permitió obtener un conjunto inicial de datos en formato PDF para su posterior análisis.

B. Extracción de tablas con indicadores nutricionales.

Para obtener información específica contenida en las tablas dentro de los reportes, se utilizó

el software Tabula. Tabula utiliza técnicas de OCR (Reconocimiento Óptico de Caracteres) para extraer datos de tablas y los exporta en formato CSV. Este paso facilitó la obtención de datos estructurados a partir de documentos no estructurados.

C. Procesamiento de archivos que contienen los indicadores nutricionales.

Se empleó la biblioteca Pandas para combinar todos los archivos CSV generados en la etapa de extracción en un solo dataframe. Esta consolidación simplifica la gestión y análisis de los datos al presentarlos en un formato estructurado y uniforme.

D. Obtención y Procesamiento de Archivos Geoespaciales

Para obtener las geometrías utilizamos un repositorio abierto de información geográfica [1]. Una vez obtenido el GeoDataFrame procedimos a agregar los códigos ISO-3166-2 que sirvan como llave común al momento de crear las visualizaciones de tipo mapa. Adicionalmente, exportamos el GeoDataFrame a un archivo GeoJSON. Este archivo GeoJSON se utiliza como fuente de datos para la creación y visualización de mapas.

E. Unificación y Visualización de los indicadores y archivos geoespaciales.

Este archivo GeoJSON se utiliza como fuente de datos para la creación y visualización de mapas a través de un *dashboard* interactivo desarrollado con Plotly, un conjunto de bibliotecas de Python especializadas en la generación de gráficos interactivos. El *dashboard* proporciona una interfaz de usuario amigable que permite a los usuarios explorar los diferentes mapas y utilizando controles como el selector de los indicadores de nutrición, para una experiencia de usuario más cómoda.

3. RESULTADOS

Al completar la investigación se lograron obtener 96 indicadores de 3 documentos correspondiente a datos censales. En la Tabla 1 se muestran los datos tabulares extraídos del VI Censo de Talla 2007, de forma similar ocurre con las Tablas 2 y 3 con los datos tabulares extraídos de VII Censo Nacional de Talla 2014 y el Informe de Situación Nutricional en Grupos de Población en Panamá 2016 respectivamente. En la Figura 1 se muestra el *dashboard* interactivo desarrollado con Plotly que muestra los 96 indicadores obtenidos.

SEVERA EN ESTADO NUTRICIONAL DE ACUERDO A TALLA/EDAD DE ESCOLARES

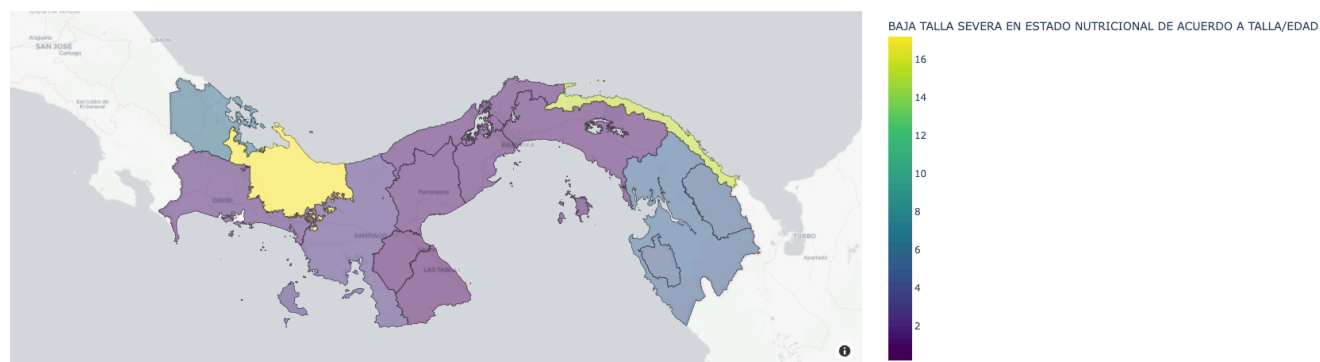


Fig. 1: Sistema de Información Geoespacial de Datos sobre Nutrición

Tabla 1. Tablas Extraídas del VI CENSO DE TALLA 2007.

| Datos Tabulares Extraídos | Cantidad de Indicadores |
|---|-------------------------|
| Población total de escolares en primer grado de las escuelas oficiales y particulares que participaron en el VI censo nacional de talla de escolares de primer grado, Panamá, 2007. | 7 |
| Cobertura nacional y por provincia del VI Censo Nacional de Talla de Escolares de Primer Grado de 6 a 9 años, Panamá, 2007. | 3 |
| Prevalencia de retardo en talla por área, según provincia de los escolares de 6 a 9 años. VI Censo Nacional de Talla de Escolares de Primer Grado, Panamá, 2007. | 8 |
| Prevalencia de retardo en talla en escolares por provincia en las escuelas particulares VI Censo Nacional de Talla de Escolares de Primer Grado, Panamá, 2007. | 6 |
| Situación nutricional de escolares de 6 a 9 años según provincia. VI Censo Nacional de Talla de Escolares de Primer Grado, Panamá, 2007. | 5 |
| Prevalencia de retardo en talla por sexo, según provincia. VI censo de talla. Panamá, 2007. | 6 |
| Prevalencia de retardo en talla por edad, según provincia. | 10 |

Tabla 2. Tablas Extraídas del VII CENSO NACIONAL DE TALLA 2014.

| Datos Tabulares Extraídos | Cantidad de Indicadores |
|--|-------------------------|
| Cobertura nacional y por provincias DEL VII censo nacional de talla de escolares de primer grado de 6 a 9 años, panamá, 2013. | 3 |
| Talla promedio y mediana a los 7 años con 0 meses, por provincias y comarcas. VII censo nacional de talla, panamá 2013. | 4 |
| Estado nutricional de acuerdo con talla/edad de escolares según provincias y comarcas. VII censo nacional de talla, panamá 2013. | 5 |

| | |
|---|----|
| Prevalencia de baja talla por área geográfica según provincias y comarcas. VII censo nacional de talla, panamá 2013 | 9 |
| Prevalencia de baja talla por edad según provincias y comarcas. VII censo nacional de talla, panamá 2013 | 12 |
| Clasificación del nivel de prevalencia de baja talla según provincias y comarcas. VII censo nacional de talla, panamá, 2013 | 1 |
| Diferencia y cambio porcentual de las prevalencias de baja talla entre los censos 2007 y 2013, provincias y comarcas. Panamá 2013 | 4 |
| Prevalencia de baja talla por área, censos 2007 y 2013, según provincias y comarcas. Panamá | 8 |

Tabla 3. Tablas Extraídas del INFORME DE SITUACIÓN NUTRICIONAL EN GRUPOS DE POBLACIÓN EN PANAMÁ 2016.

| Datos Tabulares Extraídos | Cantidad de Indicadores |
|---|-------------------------|
| Estado nutricional en adultos según región de salud. Panamá 2014. | 5 |

4. CONCLUSIONES

En este estudio, se muestra la efectividad de combinar técnicas de web scraping, procesamiento de datos y visualización interactiva para obtener una visión integral de los indicadores nutricionales en Panamá. La recopilación de datos a partir de documentos no estructurados, como los PDF, se facilitó mediante el uso de Tabula, el software de OCR. La consolidación de datos con Pandas permitió crear un formato uniforme para el análisis de los indicadores, y la obtención de datos geoespaciales enriqueció la presentación de información con visualizaciones de mapas.

El dashboard interactivo desarrollado con Plotly ofrece una herramienta accesible y amigable para que los usuarios exploren estos datos de manera intuitiva. En este contexto, se lograron obtener 96 indicadores de relevancia nutricional de diversos documentos censales. Este enfoque interdisciplinario y tecnológico contribuye a una comprensión más profunda y completa de los desafíos nutricionales en Panamá, facilitando así la toma de decisiones informadas en el ámbito de la salud pública y la nutrición.

REFERENCIAS

- [1] M. Solano, "Panama Province Boundaries - 2016." [Online]. Available: https://stridata-si.opendata.arcgis.com/datasets/74bc448a57914572b71fd3c949bce51c_0/explore

AUTORIZACIÓN Y LICENCIA CC

Los autores autorizan a APANAC XIX a publicar el artículo en las actas de la conferencia en Acceso Abierto (Open Access) en diversos formatos digitales (PDF, HTML, EPUB) e integrarlos en diversas plataformas online como repositorios y bases de datos bajo la licencia CC:

Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International (CC BY-NC-SA 4.0) <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>.

Ni APANAC XIX ni los editores son responsables ni del contenido ni de las implicaciones de lo expresado en el artículo.

Análisis del efecto de la agricultura regenerativa en la Infiltración del suelo

Ortiz, Ana

Universidad Tecnológica de Panamá
Panamá, Panamá
ana.ortiz@utp.ac.pa

Serrut, Alejandra

Universidad Tecnológica de Panamá
Panamá, Panamá
alejandra.serrut@utp.ac.pa

Fábrega, Jose

Universidad Tecnológica de Panamá
Panamá, Panamá
ORCID: 0000-0003-1536-0386
Jose.fabrega@utp.ac.pa

Cedeño, Cristel

Universidad Tecnológica de Panamá
Panamá, Panamá
ORCID: 0000-0003-3892-6514
Cristel.cedeno@utp.ac.pa

Flores, Elsa

Universidad Tecnológica de Panamá
Panamá, Panamá
Elsa.flores@utp.ac.pa

Abstract

The food supply chain is affected by climate change and the use of different chemicals; There is a need for sustainable solutions, to promote climate change mitigation and ensure food security. One way farmers can improve food growing is through regenerative agriculture, a process that emphasizes soil health and restoration. This research project aims to analyze the effect of regenerative agriculture on soil infiltration in two technical institutes in Panama. We will focus on soil infiltration behavior, which plays a crucial role in mitigating the adverse effects of climate change on water availability and agriculture. The methodology includes the location and description of the study sites at both institutes.

The use of equipment to measure soil infiltration, such as the minidisk infiltrometer, the collection of information on the characteristics of the soil, hydraulic conductivity and geology of the area. Comparison of infiltration behavior in plots with regenerative and traditional practices. In the regenerative plot we will use composting, minimal to zero chemicals, in order to improve the use and exploitation of water in agriculture and the promotion of more sustainable practices in the agricultural sector by sharing knowledge and training new generations.

Keywords: climate change, regenerative agriculture, infiltration, soil.

Resumen

La cadena de suministro de alimentos está afectada por el cambio climático y el uso de distintos químicos; Existe una necesidad de soluciones sostenibles, para promover la mitigación del cambio climático y garantizar la seguridad alimentaria. Una forma en que los agricultores pueden mejorar el cultivo de alimentos es mediante la agricultura regenerativa, un proceso que enfatiza la salud y la restauración del suelo. Este proyecto de investigación tiene como objetivo analizar el efecto de la agricultura regenerativa en la infiltración del suelo en dos institutos técnicos de Panamá. Nos centraremos en el comportamiento de la infiltración del suelo, que desempeña un papel crucial en la mitigación de los efectos adversos del cambio climático sobre la disponibilidad de agua y la agricultura.

La metodología incluye la ubicación y descripción de los sitios de estudio en ambos institutos. El uso de equipos para medir la infiltración del suelo, como el infiltrómetro minidisco, la recolección de información sobre las características de los suelos, conductividad hidráulica y geología de la zona. La comparación en el comportamiento de la infiltración en las parcelas con prácticas regenerativas y tradicionales. En la parcela regenerativa utilizaremos compostaje, mínimo a cero químicos, con el fin de mejorar el uso y aprovechamiento del agua en la agricultura y la promoción de prácticas más sostenibles en el sector agrícola compartiendo conocimientos y capacitando a las nuevas generaciones.

Palabras claves: Agricultura regenerativa, cambio climático, infiltración, suelo.

1. INTRODUCCIÓN

La cadena de suministro de alimentos está siendo afectada por el Cambio Climático y los distintos químicos utilizados; de allí que los métodos de siembra cobran una importancia sin precedentes. Una manera en la que los agricultores están mejorando el cultivo de alimentos es a través de la agricultura regenerativa, un proceso agrícola que busca aumentar los recursos naturales, en lugar de agotarlos [1]. El elemento central de la producción agrícola sostenible es el manejo apropiado del suelo, pues es la base de la producción agrícola, pecuaria y forestal. Un manejo apropiado del suelo mantiene la salud de este, y minimiza las pérdidas del suelo, la materia orgánica y los nutrientes.

La sobreexplotación de los recursos naturales es una de las razones negativas del impacto que se ha dado en la calidad de los suelos. Por otra parte, las presiones crecientes a que está sometido este recurso debido al crecimiento de la población, el aumento de la actividad económica y la mejora de la calidad de vida, provocan conflictos y aumenta la competencia por los recursos [2]. Por ello la infiltración del agua y su debido manejo es muy importante en el suelo, ya que sin ella el suelo no tendría capacidad de albergar vida. La infiltración es el proceso por el cual el agua entra al suelo, siendo la tasa de esta un indicador de la capacidad del suelo para absorber la precipitación o irrigación.

El objetivo de este estudio es conocer cómo la práctica de la agricultura regenerativa afecta la infiltración de agua en el suelo en comparación con los métodos agrícolas convencionales. Además, se investigarán los mecanismos subyacentes que explican cualquier mejora observada en las tasas de infiltración, proporcionando así una mejor comprensión de los beneficios de la agricultura regenerativa en la gestión de los recursos hídricos y la conservación del suelo.

Este proyecto de investigación se enfoca en como la aplicación de la agricultura regenerativa afecta el proceso de infiltración, ya que éste puede ayudar a conservar el agua, reducir la escorrentía y la erosión del suelo, y mejorar la eficiencia del uso del agua en la producción agrícola. Como se explicará más en detalle se espera evaluar parcelas de suelo que utilizan metodologías regenerativas con otras que no, en términos de la tasa de infiltración para ver el efecto de estas.

2. MÉTODO

A. Ubicación y descripción del sitio de estudio

Se establecieron 2 parcelas en el Instituto Profesional Técnico (IPT) México-Panamá, ubicado en área de Tanara, y dos parcelas el IPT Gumercinda Páez, ubicado en San Martín, de 1300 m² cada parcela. Sus coordenadas geográficas son: 9. 13° 79.23' y 9. 13° 79.28'. Ambas parcelas se muestran en la Figura1.

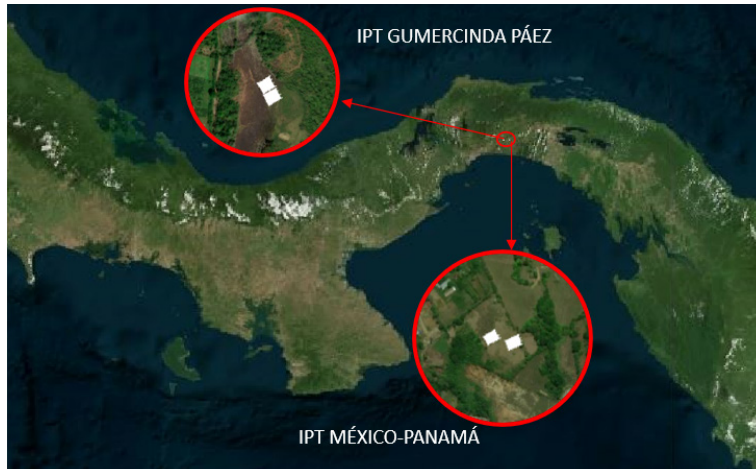


Figura 1. Área de Estudio de IPT Gumercinda Páez y el IPT México- Panamá

B. Equipo

Para la medición de la infiltración se utilizó un microinfiltrómetro de disco de succión, Figura 2, denominado Mini Disk Infiltrometer, que permite medir la conductividad hidráulica (k) del suelo saturado, y dado que el ingreso del agua al suelo es desde su superficie, es equivalente a la infiltración básica. [3]

Las cámaras superior e inferior del infiltrómetro están llenas con agua. La cámara superior (o cámara de burbujas) controla la succión. La cámara inferior contiene un volumen de agua que se infiltra en el suelo a una velocidad determinada por la succión seleccionada en la cámara de burbujas. La cámara inferior está etiquetada como un cilindro graduado con el volumen mostrado en ml. La parte inferior del Infiltrómetro tiene un disco poroso de acero inoxidable sinterizado que no permite que el agua se escape al aire libre. El pequeño diámetro del disco permite realizar mediciones sin perturbaciones en superficies de suelo relativamente niveladas. [4]

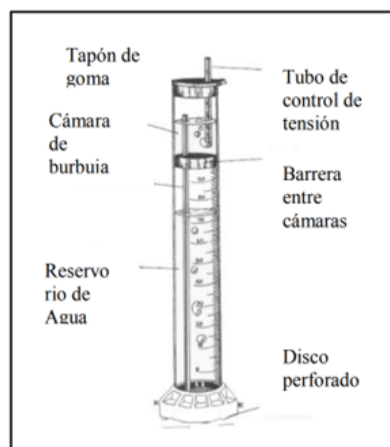


Figura 2. Diagrama de Minidisk

Para cada medición se escogieron lugares relativamente planos, libres de vegetación y de raíces, permitiendo mantener el infiltrómetro lo más vertical posible. Posteriormente, en el punto de medición se colocaba una capa fina de arena seca, para evitar el contacto directo del disco de acero sintetizado del infiltrómetro de Mini Disk con el suelo. Para cada prueba se llenó con agua la cámara de burbujas, y se ajustó el tubo de control de succión. Después, se llenaba con agua el reservorio, registrándose el volumen inicial de agua. Luego, se colocó el infiltrómetro sobre la capa de arena y se inició la prueba registrando la variación del volumen de agua en periodos de 30 segundos hasta llegar a 3 minutos y medio.

Para obtener la conductividad hidráulica no saturada del suelo y la infiltración, se utilizó el MACROS de Excel del Infiltrómetro Mini Disk, el cual cuenta con una hoja de cálculo en la que se registraron datos obtenidos en campo como centímetros de agua infiltrada, tiempo en segundos, el modelo del infiltrómetro, tipo de textura de suelo y la succión utilizada.

3. RESULTADOS

A. Análisis de Resultados

La recopilación de los datos obtenidos en campo dio como resultado la velocidad de infiltración, la cual nos indica cómo el suelo de nuestra área de estudio se comporta según su textura y las prácticas de manejo dada. Estos resultados se muestran en la Tabla 1 y Tabla 2.

Tabla 1. Velocidad de Infiltración de IPT GUMERCINDA

| Parcela | Velocidad de Infiltración (mm/hr) |
|--------------|-----------------------------------|
| Tradicional | 36.54 |
| Regenerativa | 37.98 |

Tabla 2. Velocidad de Infiltración de IPT MÉXICO-PANAMÁ

| Parcela | Velocidad de Infiltración (mm/hr) |
|--------------|-----------------------------------|
| Tradicional | 27.76 |
| Regenerativa | 16.40 |

Para los suelos franco arcilloso arenoso, como el caso de IPT Gumercinda, la velocidad de infiltración se encuentra en un rango de 14 a 18 mm/hr y para suelo franco arcilloso, tipo de suelo del IPT México-Panamá, se esperan valores de 7 a 10 mm/hr.

Como se puede observar en la Tabla 1 en ambas parcelas la velocidad está por encima del rango lo que significa que tiene una velocidad de infiltración extremadamente rápida lo cual puede dar como resultado pérdida de nutrientes y una sobresaturación del suelo las

cuales pueden causar el deterioro y pérdida de este. En la Tabla 2 podemos observar una significativa diferencia entre la Parcela regenerativa y la tradicional, aunque ambas está arriba del rango, la regenerativa está más cerca a los valores ideales.

3. CONCLUSIONES

Los resultados presentados en nuestro proyecto son de gran relevancia a nuestra investigación dado que la velocidad de filtración es un factor fundamental en la gestión agrícola y la conservación del suelo. Como pudimos observar, los valores obtenidos aún se encuentran fuera del rango establecido para este tipo de suelo según la literatura consultada. Se requiere continuar monitoreando el comportamiento del suelo durante los siguientes ciclos de cultivos para evaluar si los valores alcanzan o se acercan a los rangos esperados.

REFERENCIAS

- [1] American Farmland Trust, "Agricultura Regenerativa: La fertilidad del suelo y El Manejo de Cultivos," California, 2020.
- [2] FAO, "FAO: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura," [Online]. Available: <https://www.fao.org/energy/es/>.
- [3] L. J. Génova, R. Andreau and M. Etcheverry, "Hidrología aplicada al estudio y manejo de cuencas y de sistemas de riego y drenaje: Aplicación de".
- [4] Decagon Devices, Inc., "Mini Disk Infiltrometer," 2016.

AUTORIZACIÓN Y LICENCIA CC

Los autores autorizan a APANAC XIX a publicar el artículo en las actas de la conferencia en Acceso Abierto (Open Access) en diversos formatos digitales (PDF, HTML, EPUB) e integrarlos en diversas plataformas online como repositorios y bases de datos bajo la licencia CC:

Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International (CC BY-NC-SA 4.0) <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>.

Ni APANAC XIX ni los editores son responsables ni del contenido ni de las implicaciones de lo expresado en el artículo.

ESTIMACIÓN REMOTA DE CAUDAL EN UN RÍO UTILIZANDO METODOLOGÍA PIV CASO DE ESTUDIO RÍO LA VILLA

Concepción, Erick

Universidad Tecnológica de Panamá
Panamá, Panamá
erick.concepcion@utp.ac.pa

Hooper, Mauricio

Universidad Tecnológica de Panamá
Panamá, Panamá
mauricio.hooper@utp.ac.pa

Abstract

Nowadays, the remote estimation of parameters or variables has provided the scientific society with the possibility of having a source of information to supply the data scarcity that may exist due to factors such as access to a specific study site or the difficulty of measuring a parameter or variable. The remote estimation with the greatest impact and innovation within hydrology is the estimation of river flow. This research proposes the use of a novel methodology that calculates the flow of a river from frames extracted from video recordings. The methodology was put into practice in La Villa River where flows in the range of 6 m³/s and 18 m³/s were estimated. An average flow rate was estimated for the first transect of 9.14 m³/s and an average flow rate for the second transect of 10.96 m³/s. The proposed methodology functions as a tool for estimating river flows where there is no flow recording equipment, the channel depths are too deep for traditional measurement techniques, or where the rivers represent a risk to a user due to high flow.

Keywords: Streamflow, PIV, UAV, river, La Villa.

Resumen

En la actualidad la estimación remota de parámetros o variables ha brindado a la sociedad científica la posibilidad de contar con una fuente de información para abastecer la escasos de datos que puede existir a causa de factores como el acceso a un lugar de estudio específico o la dificultad de medición de un parámetro o variable. Las estimaciones remotas de mayor impacto e innovación dentro de la hidrología es la estimación del caudal de un río. En esta investigación se propone la utilización de una metodología innovadora que calcula el

caudal de un río a partir de fotogramas extraídos de grabaciones de videos. La metodología fue puesta en práctica en el Río La Villa donde se estimaron caudales en el rango de $6 \text{ m}^3/\text{s}$ y $18 \text{ m}^3/\text{s}$. Se estimó un caudal promedio para el primer transecto de $9.14 \text{ m}^3/\text{s}$ y un caudal promedio para el segundo transecto de $10.96 \text{ m}^3/\text{s}$. La metodología propuesta funciona como una herramienta para la estimación de caudales de río donde no existan equipos de registro de caudal, las profundidades del cauce sean demasiado profundas para llevar a cabo las técnicas tradicionales de medición o donde los ríos representen un riesgo para un usuario por un alto caudal.

Palabras claves: Caudal, PIV, dron, río, La Villa.

1. INTRODUCCIÓN

El Río La Villa es el río principal de la cuenca del Río La Villa, identificada como la cuenca 128 en la República de Panamá, ubicada entre las coordenadas $8^\circ 30'$ y $8^\circ 00'$ de latitud norte, y $80^\circ 12'$ y $80^\circ 50'$ de latitud oeste. El río cuenta con una extensión total de 125km. En el río La Villa se observa un caudal promedio anual de $24 \text{ m}^3/\text{s}$, siendo febrero el mes de menor caudal y octubre el mes de mayor caudal [1].

A pesar de ser una cuenca hidrográfica de extensión considerable y de gran importancia para el desarrollo humano de la región, se carece de una red de monitorización hidrológica. En el Río La Villa solo se ubicando dos estaciones de medición hidrológica manejadas por el Instituto de Meteorología e Hidrología de Panamá (IMHPA). Estas corresponden a las estaciones de Macaracas y Atalayita. Por lo tanto, los datos observados de caudal están reducidos a las mediciones que se realicen a partir de estas dos estaciones mencionadas, causando que los datos observados sean escasos.

En la actualidad la estimación remota de parámetros o variables (remote sensing, como se conoce en inglés) ha brindado a la sociedad científica la posibilidad de contar con una fuente de información para abastecer la escases de datos que puede existir a causa de factores como el acceso a un lugar de estudio específico o la dificultad de medición de un parámetro o variable. En el campo de la hidrología, las técnicas de medición remota han sido de gran aceptación como, por ejemplo, las mediciones de variables climáticas mediante el uso de radares satelitales. Una de las estimaciones remotas de mayor impacto e innovación dentro de la hidrología es la estimación del caudal de un río. Las técnicas tradicionales de medición de caudal implican la utilización de instrumentos que en ocasiones requieren de un usuario dentro del cauce del río o equipos de alto coste.

En esta investigación se propone una metodología alternativa para la estimación del caudal de un río utilizando la aproximación del movimiento de partículas en un medio utilizando

un conjunto de fotografías. Esta metodología es conocida como velocimetría de imágenes de partículas (PIV, por sus siglas en inglés) la cual consiste en calcular la velocidad superficial promedio de un flujo. Estos datos de velocidad estimados pueden ser utilizados para la estimación del caudal de un transecto específico en un río, brindando una posible solución a la escases de datos y a las dificultades que puede implicar los métodos convencionales de medición de caudal en ríos.

2. MÉTODO

A. Selección de sitio de estudio

Se delimitaron dos puntos dentro del río La Villa, en la subcuenca baja del Río La Villa, entre las ciudades de Chitré y La Villa de los Santos. Los puntos seleccionados se identificaron como transectos de interés por su ubicación en un tramo de río recto y por la separación entre ambos sitios. El primero se encontraba en las coordenadas UTM 877810.87N y 560106.86S y el segundo se ubica en las coordenadas UTM 878803.03N y 564663.39S. En cada uno de estos sitios se llevó a cabo la metodología propuesta dentro de esta investigación durante un conjunto de días considerados.

B. Materiales

Fue utilizado un equipo de sistema global de navegación por satélite (GNSS, por sus siglas en inglés) marca South de doble frecuencia para la colocación de puntos geodésicos en las cercanías del río. Dicho equipo se compone de dos estaciones, la base y el rover. Se utilizó una regla limnimétrica para la medición del nivel de la superficie del agua con respecto al punto de referencia. Se utilizó un dron Phantom 4 Pro V2 para la grabación de videos en el área de estudio. Los trazadores utilizados consistieron en aserrín de madera, esto es el residuo de la madera luego de cortarla en un aserradero. La computadora fue necesaria para el procesamiento computacional de los datos.

C. Recolección de datos

La recolección de datos inició con la colocación de dos puntos geodésicos a orillas del Río La Villa. La colocación de los puntos se realizó con ayuda de un equipo GNSS de doble frecuencia. Se utilizó como estación base el punto geodésico conocido en la Universidad Tecnológica de Panamá Regional de Azuero. El punto es identificado con las coordenadas 876463.237 N, 564365.898 E y 20.197 m elevación. Posteriormente, se utilizó el rover como unidad GNSS para determinar las coordenadas y elevación de los puntos de interés. El primer punto se ubicó en las cercanías de la toma de agua de Chitré, Roberto Reina, el punto es identificado por las coordenadas 878290.560 N, 559730.398 E y 12.105 m elevación. Por otro lado, el

segundo punto se ubicó en las cercanías de la toma de agua de la empresa Arifoods en la ciudad de La Villa de Los Santos, el punto es identificado por las coordenadas 878845.119 N, 564886.374E y 7.563 m elevación.

Luego, se realizó el levantamiento de los transectos de interés. El proceso se llevó a cabo utilizando el mismo equipo GNSS usado anteriormente y un bastón de 10m de longitud. Se utilizó como estación base cada uno de los puntos geodésicos colocados a orillas del río, se llevó a cabo el levantamiento de los transectos que permitiría conocer la topografía del cauce del río. Dicha información era necesaria para la estimación del área efectiva del río y estimación del caudal.

La recolección de los datos necesarios para la estimación de la velocidad del flujo y caudal del río. Se realizó durante cinco días en los meses de diciembre y enero. La recolección de los datos consistió en la visita al Río La Villa, a cada uno de los transectos de interés. En cada sitio se colocó un punto de referencia, con coordenadas y elevación conocida, para la medición de la variación del nivel de la superficie del agua. Este proceso se realizó con ayuda de una regla limnimétrica.

Posteriormente, se utilizó el dron Phantom 4 Pro V2 para grabar un video del río. El dron se colocaba a 52 metros de altura, con la intención de que pudiera abarcar completamente el canal del río. La cámara del dron fue configurada para grabar videos con un ángulo totalmente perpendicular a la superficie del río, con una resolución de 4096 x 2160 píxeles y una velocidad de 24 fotogramas por segundo.

Los trazadores fueron lanzados de manera uniforme en el río. El movimiento de los trazadores en el río fue captado por la cámara del dron, y una vez grabado el movimiento de los trazadores durante 1 minuto el dron era retornado. Los datos obtenidos durante este proceso fueron utilizados para un posproceso en computadora.

D. Procesamiento en programa de computadora

Se realizó el posproceso de los videos grabados en campo con ayuda del programa Matlab instalado en una computadora. Es necesario contar con Matlab o su extensión para ejecutar programas desarrollados en Matlab, para la utilización de los programas PIVLAB y RIVeR, los cuales fueron utilizados para el análisis de los datos captados y la estimación de velocidades y caudales.

PIVLAB es un programa gratuito desarrollado para calcular la distribución de la velocidad dentro de pares de imágenes, además puede ser utilizado para calcular otros parámetros del patrón de un flujo [1]. Por otro lado, RIVeR es un programa gratuito que utiliza los resultados de velocidad de desplazamiento obtenidos del procesamiento de imágenes en PIVLAB para calcular el caudal de un transecto de río [2].

El procesamiento de los videos grabados en campo inició con la extracción de los fotogramas de los videos. Este proceso se realizó utilizando una herramienta contenida dentro del programa RIVER. Se definió como parámetros de extracción una resolución idéntica a la utilizada para la grabación del video, 4096 x 2160 píxeles. Se estableció un periodo de 10s de duración del video tomando en consideración que se apreciara de manera correcta y con comportamiento natural el movimiento de los trazadores. Se estableció un paso de 8 fotogramas, lo que indicaba que cada ocho fotogramas se debía extraer uno. Al final de este proceso se contó con un total de 29 fotogramas los cuales tenían un intervalo de tiempo de 333.6667 ms entre cada fotograma.

Luego de extraídos los fotogramas se calculó la distribución de la velocidad dentro de pares de imágenes utilizando el programa PIVLAB. Este programa cuenta con una gran cantidad de parámetros los cuales pueden ser ajustados para buscar obtener los mejores resultados. En base a las recomendaciones del manual de usuario se establecieron los siguientes parámetros. Inicialmente se definió dentro de la imagen inicial la región de interés (region of interest, ROI), dentro de este paso también es posible establecer máscaras para bloquear el procesamiento de cualquier partícula que aparezca en la imagen y que no corresponda a los trazadores, de manera que se eviten interferencias. Posteriormente, se establecen los parámetros de preprocesamiento. Para el análisis de partículas de río es recomendable solo activar la opción "enable CLAHE" donde establecimos un tamaño de ventana de 16 px. Se establecieron los parámetros del procesamiento PIV. Se utilizó FFT window deformation como el algoritmo para el análisis PIV, el cual consiste en la correlación directa de la transformada de Fourier con múltiples pasadas y ventanas deformantes dentro de la imagen, por lo que la data será analizada en varias pasadas. Fue necesario establecer el tamaño de ventana inicial, la cual se reducirá progresivamente. Es recomendable que el tamaño de la ventana se establezca en base a la resolución de las imágenes. En la investigación se utilizó como tamaño inicial una ventana de 512 px la cual se redujo de tamaño hasta 64 px a una proporción de 50% durante 3 pasadas. El resto de los parámetros permanecieron por defecto.

Una vez establecidos estos parámetros se ejecutó el análisis de los datos. El tiempo de análisis depende de la resolución de las imágenes, del número de pares de imágenes que deben ser analizadas y del número de pasadas establecidas para cada uno de los pares. En la ejecución del proyecto los tiempos de análisis tomaron un tiempo promedio de un minuto y medio.

Los resultados obtenidos pueden no ser vectores en la dirección correcta del flujo, por lo que es necesario ejecutar un proceso de depuración de datos, el cual se encuentra dentro del programa como validación de vectores. Es recomendable que se establezca un filtro de desviación estándar con un parámetro n de 9 y un filtro de umbral medio de 3. Luego de ejecutado el proceso de depuración se puede observar que los vectores son corregidos

como se aprecia en (Figura 1, A y B).

Los resultados que se obtuvieron del procesamiento del programa PIV se exportaron al programa RIVeR como los valores medios de velocidad superficial de los pares de imágenes analizadas. Dentro del programa RIVeR se definió la relación entre píxeles y tamaño real. La interfaz gráfica del programa RIVeR se aprecia en (Figura 1, C). Esta relación se establece en base a la altura a la que el dron fue volado y las propiedades de la cámara que grabó el video. Para el dron utilizado, una altura de 52 metros corresponde a una relación de 1.9 cm por píxel. A partir de este parámetro el programa estimó el movimiento real de las partículas, las unidades de distancia en la imagen y calculó el caudal del flujo.

El flujo se calculó tomando en consideración los transectos que fueron levantados para ambos sitios de interés y un coeficiente de velocidad media de 0.85. Se obtuvo la distribución del caudal para los transectos utilizados como se aprecia en (Figura 1, D).

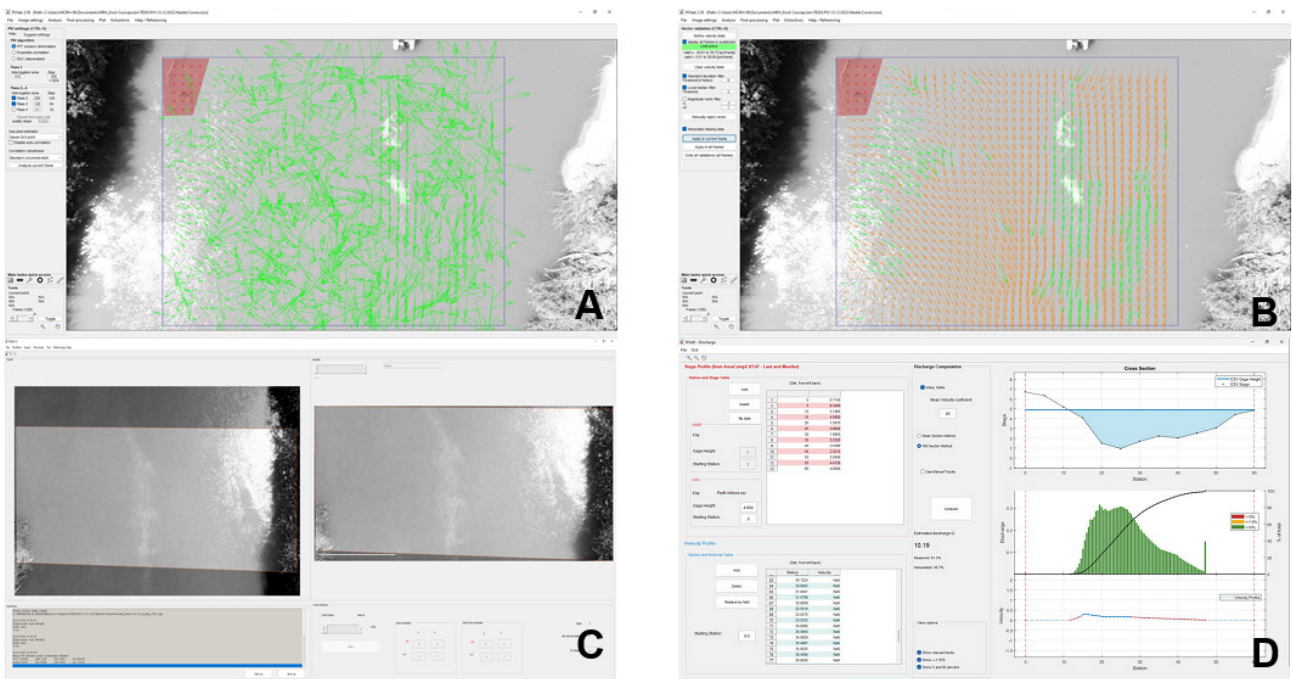


Figura 1. Procesamiento computacional de datos. A) Vectores de velocidad obtenidos luego del análisis de velocimetría en PIVLAB. B) Vectores de velocidad superficial luego de depuración de datos. C) interfaz gráfica del programa RIVeR para el cálculo de caudal. D) Cálculo de caudal para transecto, distribución de caudal y caudal promedio.

3. RESULTADOS

A. Caudales estimados

Se calcularon los caudales para los dos transectos de interés en el río. Para el primer transecto se realizó el procedimiento cuatro veces. Para cada uno de estos se obtuvo caudales de 12.92 m³/s, 9.30 m³/s, 7.96 m³/s y 6.37 m³/s. Se obtuvo en promedio un caudal de 9.14 m³/s.

Por otro lado, para el segundo transecto, ubicado aguas abajo del primero, se realizó el procedimiento cinco veces. Para cada uno de estos se obtuvo caudales de 16.49 m³/s, 13.38 m³/s, 10.19 m³/s, 8.22 m³/s y 6.53 m³/s. Se obtuvo un caudal promedio de 10.96 m³/s.

Los caudales calculados son correspondientes a mediciones realizadas durante los meses de diciembre y enero donde el Río La Villa empieza a tener una disminución significativa del caudal ya que es un periodo de transición entre la estación lluviosa y la estación seca. De acuerdo con datos del Instituto de Meteorología e Hidrología de Panamá (IMHPA), para los meses de diciembre y enero se cuenta con caudales promedios de 30 m³/s y 10 m³/s, respectivamente. Los datos obtenidos con los valores que son observados en el río tienen relación, por lo cual los resultados encontrados son aceptables.

La metodología propuesta funciona como una herramienta para la estimación de caudales de río donde no existan equipos de registro de caudal, las profundidades del cauce sean demasiado profundas para llevar a cabo las técnicas tradicionales de medición o donde los ríos representen un riesgo para un usuario por un alto caudal. Además, esta metodología puede ser considerada como una alternativa para el proceso de construcción de curvas de gastos (rating curves, como se conoce en inglés) ante la falta de equipos de medición constante de nivel y caudal.

4. CONCLUSIONES

Esta investigación permitió calcular el caudal del Río La Villa para dos transectos ubicados en la parte de la cuenca baja de la cuenca del Río La Villa; donde se puso en práctica la utilización de una metodología innovadora utilizada como alternativa para el cálculo de caudal en zonas de difícil acceso, demasiado profundas o de grandes caudales donde las metodologías de cálculo de caudal convencionales no son viables. Se estimaron caudales en el rango de 6 m³/s y 18 m³/s los cuales se encuentran dentro de los rangos observados para el Río La Villa de 30 m³/s y 10 m³/s para los meses de diciembre y enero, respectivamente. Se estimó un caudal promedio para el primer transecto de 9.14 m³/s y un caudal promedio para el segundo transecto de 10.96 m³/s. Sin duda alguna, la metodología propuesta brinda una alternativa a la estimación de caudal en ríos.

REFERENCIAS

- [1] CATHALAC, & Mi Ambiente. (2018). Estado Actual de la Disponibilidad del Agua en las Cuencas Hidrográficas del los Río La Villa (128), Santa María (132) y Grande (134).
- [2] Thielicke, W., & Sonntag, R. (2021). Particle Image Velocimetry for MATLAB: Accuracy and enhanced algorithms in PIVlab. *Journal of Open Research Software*, 9(1), 12. <https://doi.org/10.5334/jors.334>
- [3] Patalano, A., García, C. M., & Rodríguez, A. (2017). Rectification of Image Velocity Results (RIVER): A simple and user-friendly toolbox for large scale water surface Particle Image Velocimetry (PIV) and Particle Tracking Velocimetry (PTV). *Computers & Geosciences*, 109, 323–330. <https://doi.org/10.1016/j.cageo.2017.07.009>.

AUTORIZACIÓN Y LICENCIA CC

Los autores autorizan a APANAC XIX a publicar el artículo en las actas de la conferencia en Acceso Abierto (Open Access) en diversos formatos digitales (PDF, HTML, EPUB) e integrarlos en diversas plataformas online como repositorios y bases de datos bajo la licencia CC:

Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International (CC BY-NC-SA 4.0) <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>.

Ni APANAC XIX ni los editores son responsables ni del contenido ni de las implicaciones de lo expresado en el artículo.

Evaluación de la calidad del agua para consumo humano por medio de un laboratorio móvil

Mack, Yazmin

UTP, CEMCIT-AIP, SNI
Panamá, Rep. de Panamá
yazmin.mack@utp.ac.pa

Olmos, Jorge

UTP
Panamá, Rep, de Panamá
jorge.olmos@utp.ac.pa

Broce, Kathia

UTP, SNI
Panamá, Rep. de Panamá
kathia.broce@utp.ac.pa

Gómez, Natasha

CEMCIT-AIP
Panamá, Rep. de Panamá
natasha.gomez@utp.ac.pa

Henríquez, Dina

UTP
Panamá, Rep. de Panamá
dina.henriquez@utp.ac.pa

Abstract

Due to uncertainty about the quality of water for human consumption in Tonosí, Los Santos province; the project “Morbidity vs the quality of water for human consumption in Tonosí: a pilot study” is carried out, which aims to evaluate water quality including the identification and quantification of unconventional parameters such as heavy metals and organic compounds in remote areas, with advanced instrumental analytical techniques by means of a mobile laboratory operated by qualified technical personnel. The mobile laboratory is a van-type vehicle that is equipped with compact equipment, with state-of-the-art technology, quick response and with a minimum of waste generated. Thanks to this equipment, it is possible to evaluate organic compounds by chromatography; heavy metals

by X-ray fluorescence; biological contamination using a membrane filtration technique; physicochemical parameters by titrimetry and spectrophotometry; in addition to the evaluation of environmental conditions. In this way, this study seeks to respond to the concern of the population regarding the quality of water for consumption.

Keywords: Water quality, organic compounds, inorganic compounds, heavy metals, and pesticides.

Resumen

Debido a la incertidumbre sobre la calidad del agua para consumo humano en Tonosí, provincia de Los Santos; se lleva a cabo el proyecto “Morbilidad vs la calidad del agua para consumo humano en Tonosí: un estudio piloto”, el cual tiene como objetivo evaluar la calidad del agua incluyendo la identificación y cuantificación de parámetros no convencionales como metales pesados y compuestos orgánicos en zonas remotas, con técnicas analíticas instrumentales avanzadas a través de un laboratorio móvil operado por personal técnico calificado. El laboratorio móvil es un vehículo tipo van que está equipado con equipos compactos, con tecnología de punta, respuesta rápida y con un mínimo de residuos generados. Gracias a este equipo, es posible evaluar compuestos orgánicos por cromatografía; metales pesados por fluorescencia de rayos X; contaminación biológica mediante la técnica de filtración por membranas; parámetros fisicoquímicos mediante titulación y espectrofotometría; además de la evaluación de las condiciones ambientales. De esta manera, se busca dar respuesta a la preocupación de la población respecto a la calidad del agua para consumo.

Palabras claves: Calidad del agua, compuestos orgánicos, compuestos inorgánicos, metales pesados y plaguicidas.

1. INTRODUCCIÓN

El objetivo de esta investigación es evaluar la calidad del agua incluyendo la identificación y cuantificación de parámetros no convencionales como metales pesados y compuestos orgánicos, en zonas alejadas con técnicas analíticas instrumentales avanzadas por medio de un laboratorio móvil operado por personal técnico calificado.

Debido a la incertidumbre respecto a la calidad del agua para consumo humano en Tonosí, provincia de Los Santos; se lleva a cabo el proyecto “Morbilidad vs la Calidad del agua para Consumo Humano en Tonosí: un estudio piloto” que cuenta con equipos compactos, tecnología de punta, de rápida respuesta y con un mínimo de desechos generados.

Además, se tiene la posibilidad de desplazar dicho instrumental especializado a campo en una unidad móvil habilitada como laboratorio para obtener resultados in situ, en corto tiempo y sin comprometer las muestras durante largos periodos de transporte. De esta forma, se busca dar respuesta a la inquietud de la población respecto a la calidad del agua para consumo. Si bien, ya se realizan mediciones, esta investigación nos permite ir más allá evaluando contaminantes orgánicos e inorgánicos que requieren equipos con límites de detección bajos y de alta precisión.

2. MÉTODO

Inicialmente se adquirieron los equipos e insumos, se realizaron capacitaciones y se adecuó un vehículo tipo van como laboratorio móvil que incluye piso antideslizante, mobiliario, plomería y sistema eléctrico alimentado por paneles solares (Figura 1).

Posteriormente se identificaron 22 puntos de muestreo a lo largo del distrito de Tonosí, donde se incluyen los corregimientos de El Bebedero, Altos De Güera, El Cortezo, El Cacao, Flores, Cambutal, Guánico, Cañas y Tonosí centro. Los puntos de muestreo incluyen fuentes de agua de pozos privados, pozos públicos y de captaciones de ojos de agua. Los muestreos se realizan en su mayoría en las casas de los habitantes de la zona de estudio.



Fig. 1 Laboratorio móvil acondicionado y en uso.

El laboratorio móvil, también llamado Unidad Técnica de Evaluación de Calidad Hídrica (UTECH), viaja hasta la zona de estudio. Mediante la unidad se realizaron dos giras inicialmente, una en octubre (temporada lluviosa) y la otra en enero (temporada seca). Las giras duran cinco días incluyendo viaje de ida desde la Ciudad de Panamá hacia Tonosí, muestreos y ensayos y el viaje de regreso.

La calidad de agua se determina basándose en los parámetros convencionales establecidos en el Reglamento Técnico DGNTI - COPANIT 21-2019 [1], que incluye los parámetros fisicoquímicos, químicos inorgánicos y biológicos. Por otro lado, los parámetros no convencionales son determinados según las características y actividades económicas desarrolladas en la zona de estudio, como lo son los metales pesados y compuestos orgánicos [2], [3].

Estos análisis se realizaron en sitio para garantizar la confiabilidad de los resultados y de detectarse algún resultado erróneo, tomar las muestras y correr los análisis nuevamente lo que solo es posible por medio de un laboratorio móvil siguiendo la metodología presentada en la Figura 2.

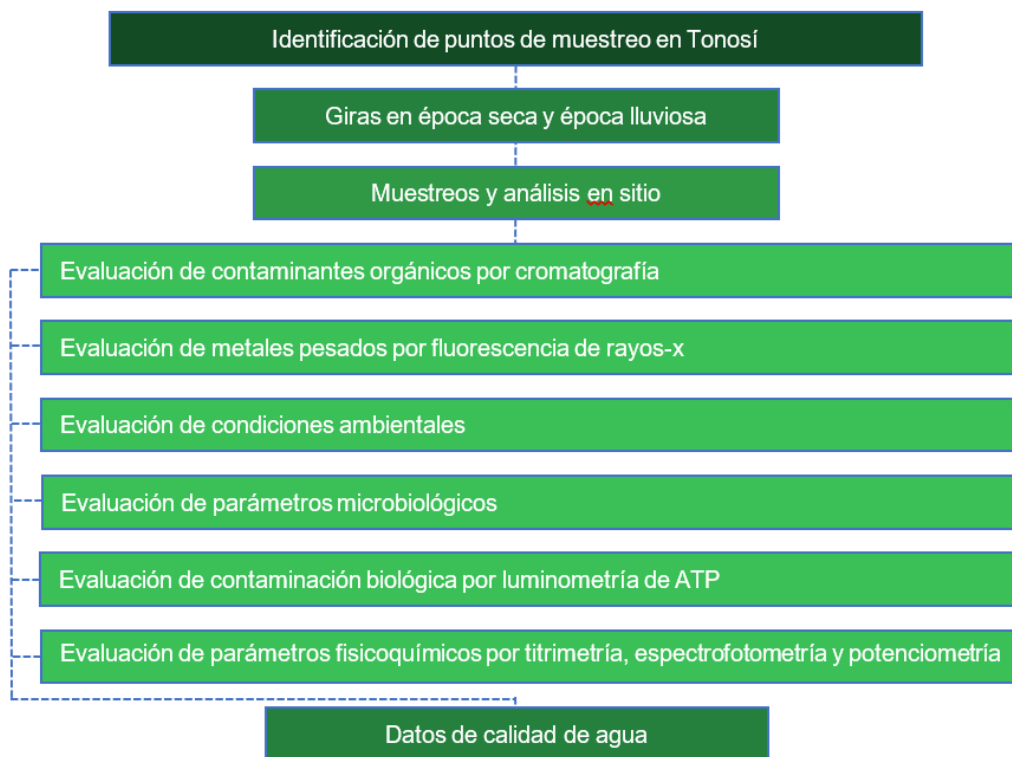


Fig. 2 Resumen del esquema metodológico utilizado en el estudio.

3. RESULTADOS

Las fuentes de agua en la zona de estudio son diversas, el agua de consumo proviene tanto de fuentes superficiales como subterráneas. Se observó que, en su mayoría, las comunidades utilizan las captaciones de ojos de agua para abastecerse. Sin embargo, por la falta de agua potable, otra parte de la población opta por hacer pozos comunales sobre todo en época seca. A continuación, se presentan algunos de los resultados obtenidos en las dos primeras giras del proyecto.

A. Parámetros convencionales

En la Tabla 1, se muestra algunos de los parámetros medidos por el laboratorio móvil basándose en el Reglamento Técnico DGNTI - COPANIT 21-2019 [1].

Tabla 1. Parámetros fisicoquímicos de las muestras de agua según temporada climática.

| Tipo de fuente | Temporada lluviosa | | | | Temporada seca | | | |
|----------------|--------------------|-----------------|-----------------------|---------------------|----------------|-----------------|-----------------------|---------------------|
| | pH | Turbiedad (NTU) | Cloro residual (mg/L) | Dureza total (mg/L) | pH | Turbiedad (NTU) | Cloro residual (mg/L) | Dureza total (mg/L) |
| Ojo de agua | 7,22 | 0,48 | 0 | 130 | 7,22 | 1,76 | 0,01 | 118 |
| Pozo 1 | 7,05 | 25,2 | 0,51 | 265 | 7,27 | 2,72 | 0,04 | 346 |
| Pozo 2 | 7,16 | 0,91 | 0,01 | 130 | 7,04 | 0,86 | 0,01 | 118 |
| Pozo 3 | 7,41 | 2,04 | 0,15 | 310 | 7,51 | 0,93 | 0,15 | 372 |

Los valores de turbiedad y dureza total marcados de color naranja arrojan valores superiores a los valores máximos permisibles establecidos en el Reglamento Técnico DGNTI - COPANIT 21-2019 [1]. Por otro lado, la cantidad de cloro residual marcados de color azul no llega al rango establecido, por lo que se percibe que el agua de las comunidades carece de un método básico de desinfección adecuado.

En la Tabla 2, se observa la cantidad de colonias de coliformes fecales obtenidas a través del método de filtración por membrana para cada una de las fuentes de agua.

Tabla 2. Presencias de coliformes fecales en muestras de agua.

| Presencia de contaminación bacteriana (NMP) | |
|---|----------------|
| Tipo de fuente | Temporada seca |
| Ojo de agua | 82 |
| Pozo 1 | 31 |
| Pozo 2 | 9 |
| Pozo 3 | 1 |

Se puede observar que existe presencia de contaminación bacteriana en el agua de consumo humano (Figura 3), posiblemente asociada a la carencia de un método de desinfección adecuado [4].



Fig. 3 Ensayo microbiológico por filtración de membrana.

B. Parámetros no convencionales

Compuestos orgánicos

Mediante la cromatografía de gases acoplado a espectrometría de masas (Figura 4), es posible identificar compuestos orgánicos como tolueno, xileno y benceno entre otros. La presencia de compuestos orgánicos en el agua puede deberse a residuos de combustible y al uso de plaguicidas [5].

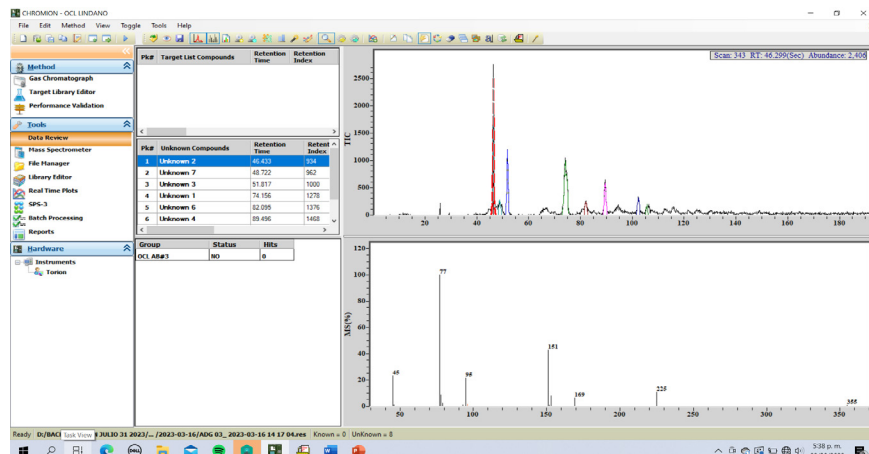


Fig. 4 Cromatograma de gases/espectro de masas.

Metales pesados

En los ensayos se encontró presencia de manganeso (Mn), hierro (Fe), níquel (Ni), cobre (Cu) y zinc (Zn) en algunas de las muestras. Dentro de las normativas internacionales sobre presencia de metales en agua para consumo humano [6], ni el Ni y Cu son considerados como químicos inorgánicos de importancia para la salud. Sólo el Cu se considera un contaminante inorgánico, mientras que el Fe es considerado una sustancia que puede causar molestias entre los usuarios dependiendo de la concentración. En naranja se indican los valores que sobrepasaron los valores permitidos según el Reglamento Técnico DGNTI - COPANIT 21-2019 [1].

Tabla 3. Concentración de metales pesados en muestras de agua.

| | <i>Mn</i> (mg/L) | <i>Fe</i> (mg/L) | <i>Ni</i> (mg/L) | <i>Cu</i> (mg/L) | <i>Zn</i> (mg/L) |
|-------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| Ojo de agua | 0,029 | 0,666 | 0,103 | 2,617 | 0,192 |
| Pozo 1 | 0,000 | 5,4 | 0,950 | 1,980 | 0,900 |
| Pozo 2 | 0,004 | 1,049 | 0,000 | 0,006 | 0,011 |
| Pozo 3 | 0,208 | 0,267 | 0,004 | 0,079 | 0,055 |

4. CONCLUSIONES

En este estudio se evaluó la calidad del agua incluyendo la identificación y cuantificación de metales pesados y compuestos orgánicos, en zonas alejadas con técnicas analíticas instrumentales avanzadas por medio de un laboratorio móvil operado por personal técnico calificado.

Los resultados preliminares muestran variaciones en los valores de los parámetros fisicoquímicos en función de la localización del punto de muestreo y de la temporada (seca o lluviosa), posible carencia en los niveles adecuados de cloro (método empleado para la desinfección), presencia de contaminación bacteriana y algunos compuestos orgánicos volátiles.

Aún son necesarios más muestreos y análisis para establecer tendencias en cuanto a la variación de la calidad del agua, dependiendo de la ubicación de la toma y de las condiciones climáticas de la zona. Se recomienda complementar este estudio con el análisis de otras variables no contempladas, tales como contaminantes no volátiles de origen agrícola o residuos de hormonas y antibióticos.

REFERENCIAS

- [1] Ministerio de Comercio e Industrias, “Reglamento Técnico DGNTI-COPANIT 21-2019 Tecnología de los alimentos, agua potable.” 2019.
- [2] D. Henríquez-Rivera, K. Broce, J. Olmos, and Y. Espinosa, “Preliminary Evaluation of the Content of Heavy Metals in Rural Aqueducts of the District of Tonosí, Province of Los Santos, Panama,” in *2022 8th International Engineering, Sciences and Technology Conference (IESTEC)*, Oct. 2022, pp. 426–431. doi: 10.1109/IESTEC54539.2022.00073.
- [3] J. Bundschuh *et al.*, “Arsenic in Latin America: New findings on source, mobilization and mobility in human environments in 20 countries based on decadal research 2010-2020,” *Crit. Rev. Environ. Sci. Technol.*, vol. 51, no. 16, pp. 1727–1865, Aug. 2021, doi: 10.1080/10643389.2020.1770527.
- [4] I. M. Ramírez-Sánchez, S. Doll, and E. R. Bandala, “Drinking Water and Sanitation in Central America: Challenges, Perspectives, and Alternative Water Treatment,” in *Water Challenges and Solutions on a Global Scale*, vol. 1206, 0 vols., in ACS Symposium Series, no. 1206, vol. 1206. , American Chemical Society, 2015, pp. 53–70. doi: 10.1021/bk-2015-1206.ch004.
- [5] A. Sarafraz-Yazdi, A. H. Amiri, and Z. Es’haghi, “Separation and determination of benzene, toluene, ethylbenzene and o-xylene compounds in water using directly suspended droplet microextraction coupled with gas chromatography-flame ionization detector,” *Talanta*, vol. 78, no. 3, pp. 936–941, May 2009, doi: 10.1016/j.talanta.2008.12.069.
- [6] P. A. Truque B., “Armonización de los Estándares de Agua Potable en las Américas.” Organización de Estados Americanos, 2011.

AUTORIZACIÓN Y LICENCIA CC

Los autores autorizan a APANAC XIX a publicar el artículo en las actas de la conferencia en Acceso Abierto (Open Access) en diversos formatos digitales (PDF, HTML, EPUB) e integrarlos en diversas plataformas online como repositorios y bases de datos bajo la licencia CC:

Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International (CC BY-NC-SA 4.0) <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>.

Ni APANAC XIX ni los editores son responsables ni del contenido ni de las implicaciones de lo expresado en el artículo.



TRABAJOS COMPLETOS MESAS REDONDAS / SIMPOSIOS

XIX Congreso Nacional de Ciencia y Tecnología de Panamá

CNBI

COMITÉ NACIONAL DE BIOÉTICA
DE LA INVESTIGACIÓN | PANAMÁ

Recolección y uso ético de muestras y datos para investigaciones futuras



Expositoras:

Sarah Carracedo ¹

Ana Palmero ²

Jesica Candanedo ³

Dora Sánchez-Pothá ⁴

(1) Consultora del Programa Regional de Bioética OPS, Pontificia Universidad Católica de Perú

(2) Consultora de la Unidad de Ética en Salud Global de la OMS, (WHO ERC).

(3) Representante del MINSA ante el CNBI, Coordinadora Nacional de Regulación de Investigación para la salud de la Dirección General de Salud Pública.

(4) Docente Universitaria materia de aspectos Legales, contratos, Ética Médica. Miembro del Comité de Bioética de Universidad Santander y Hospital Nacional.

Moderadora: Argentina Ying B.

1. INTRODUCCIÓN

En esta mesa redonda propuesta por el Comité Nacional de Bioética de la Investigación (CNBI) de Panamá, se contó con la participación de las siguientes expertas nacionales e internacionales, Sarah Carracedo quien se enfocó en las Pautas éticas internacionales para el uso ético de muestras y datos en investigación, Ana Palmero quien habló sobre Repositorios y Biobancos de muestras biológicas en investigación, en tanto que Jesica Candanedo abordó los aspectos regulatorios de la recolección y uso de muestras y datos

en la investigación para la salud y Dora Sánchez- Pothá desarrolló los aspectos relativos a la confidencialidad y la protección de datos de fuentes secundaria en investigación.

La recolección y uso ético de muestras y datos para investigaciones futuras, es un tema que requiere ser analizado y regulado, a fin de que se respeten los derechos de los participantes , sin ir en detrimento de las necesidades de investigación, el uso racional de los recursos y la validez científica de la investigación futura. La reutilización de muestras o datos de una investigación previa, representa para los investigadores una ventaja desde el punto de vista económico y de tiempo, condición ante la cual los comités de bioética tienen la responsabilidad de la revisión del proceso de consentimiento informado para preservar los derechos humanos de los participantes y su dignidad, en una investigación futura cuyo objetivo es diferentes al previsto originalmente. Para garantizar que los riesgos que esta práctica conlleva sean mínimos en Panamá, en todos los estudios que así lo consideren necesario, se ha considerado incorporar en el proceso de consentimiento informado una autorización anticipada por parte de los participantes para el uso de sus muestras o datos, en futuros estudios con previa aprobación de un comité de bioética de la investigación acreditado. Este tema en el contexto nacional e internacional incluye también investigaciones que usen datos recolectados con una finalidad distinta a la de investigación, como por ejemplo, los datos de los expedientes clínicos o los de salud pública. Con los objetivos de:

- Reconocer las pautas éticas internacionales vinculantes que rigen la recolección, el almacenamiento y uso de materiales biológicos y datos en investigación para la salud.
- Divulgar y propiciar el cumplimiento de las políticas públicas que deben regir los repositorios y biobancos de muestras biológicas en investigación.
- Conocer la regulación nacional relativa a la recolección y uso de muestras y datos en investigación para la salud.

En esta mesa redonda se abordaron los siguientes aspectos:

- Uso ético de bases de datos y muestras en investigación.
- Repositorios y Biobancos de muestras biológicas en investigación.
- Aspectos regulatorios de la recolección y uso de muestras y datos en investigación para la salud.
- Confidencialidad y protección de datos de fuente secundaria (ej. expedientes clínicos) en investigación.

“Pautas éticas para la recolección, almacenamiento y uso de materiales biológicos y datos en una investigación para la salud”

Las pautas éticas 11 y 12 del Consejo Organizaciones Médicas Internacionales (CIOMS)

constituyen los estándares éticos internacionales vigentes para la recolección, almacenamiento y uso de materiales y datos en una investigación. Es importante asegurar el uso ético de las muestras y datos es fundamental para promover la confianza en la investigación de las personas y brindarles un trato justo por su contribución. Esto, sin embargo, resulta complejo en contextos en donde no existen marcos regulatorios pertinentes como sucede en diversos países de América Latina y el Caribe.

El uso de las muestras biológicas y datos para la investigación es necesaria y crucial para mejorar la salud y bienestar de la población. Este uso de investigación puede ser específico, para un protocolo de investigación ya aprobado o futuro. Es decir, para investigaciones que aún no han sido planeadas. En cualquier caso, la procedencia de las muestras y datos no se limita al ámbito de la investigación, sino que pueden recopilarse de otros escenarios como la atención médica o las actividades de salud pública. Las obligaciones éticas y responsabilidades que se generan para los distintos actores involucrados en los procesos de recolección, almacenamiento, transferencia y uso de muestras y datos están relacionadas con los procesos de consentimiento informado (sobre todo, los consentimientos amplios), el sistema de gobernanza para el almacenamiento, el uso de acuerdos de transferencia, así como la revisión ética de los proyectos y la devolución de resultados y hallazgos.

Repositorios y Biobancos de muestras biológicas en investigación

Los biobancos que almacenan muestras biológicas humanas y datos asociados de los donantes se han constituido en una herramienta esencial para la investigación biomédica. Su valor radica en el intercambio de las grandes cantidades de muestras y datos que almacenan para la realización de múltiples investigaciones futuras. Debido también a los avances tecnológicos, los actuales biobancos pueden almacenar todo tipo de muestras biológicas y datos asociados en grandes cantidades y por tiempo ilimitado, abriendo múltiples posibilidades para investigaciones futuras.

Este nuevo escenario presenta desafíos éticos, legales y sociales. Cómo compartir las muestras de éticamente de manera que se respeten los derechos e intereses de los donantes?. Estos desafíos comprometen a los donantes, investigadores, instituciones que albergan biobancos, autoridades sanitarias, y a la sociedad en general. Las principales cuestiones éticas y legales que se plantean se relacionan con la protección de la confidencialidad de los datos de los donantes, tanto durante el almacenamiento en el biobanco como en el intercambio con los investigadores; el uso del consentimiento informado amplio para la utilización de las muestras en investigaciones futuras cuyo objetivo se desconoce en el momento de la donación; la devolución de los hallazgos no solicitados, entre otros. Además, este escenario comporta cuestiones sociales que radican principalmente en el modo de garantizar la realización de investigaciones que resulten provechosas para la población, así

como también el acceso a los beneficios que pudieran surgir de las mismas, en particular en el marco de proyectos de colaboración internacionales. Sobre estos últimos también surgen aspectos relacionados con la justicia y la equidad: de qué manera garantizar el acceso a los resultados y datos de las investigaciones; así como el crédito y reconocimiento de los investigadores y biobancos locales en las publicaciones científicas.

Con el fin de proteger de proteger los derechos, intereses y bienestar de los donantes de las muestras y de las comunidades de las cuales provienen los biobancos deben contar con un sistema de gobernanza que incluya el soporte de la institución que lo alberga para su desarrollo y manutención; contar con un director, un responsable científico-técnico, un comité de ética en investigación (CEI) asociado que evalúe los proyectos de investigación que quieran acceder a las muestras y si estos proyectos se adecuan a lo acordado con los donantes en el consentimiento informado, infraestructura adecuada y un plan de que asegure la calidad de las muestras, un proceso adecuado de toma de CI para la colecta y uso futuro de las muestras, su archivo y revocación, procedimientos operativos para su funcionamiento y un sistema de resguardo de la información que garantice la protección de la confidencialidad de los datos.

Aspectos regulatorios de la recolección y uso de muestras y datos en la investigación para la salud.

Marco legal nacional: Ley 68 de 2003 y Decreto 1457 de 2012, Ley 3 de 2010, Decreto ejecutivo 179 de 2018, Ley 81 de 2019, Ley 84 de 2019, Plan Estratégico de Gobierno.

Se abordó el marco regulatorio nacional, relativo a los derechos y obligaciones de los pacientes, el uso de sus tejidos y células para investigación, la protección de sus datos personales y el acceso a sus datos de salud para investigación, el registro y seguimiento de los proyectos de investigación para la salud y la Plataforma de datos abiertos para investigación para la salud. Se presentó la perspectiva regulatoria internacional para brindar contexto sobre las regulaciones al respecto en otras latitudes, en las que se incluyeron:

1. La declaración para compartir datos individuales de participantes “IPD sharing statement”: ICTRP- Registro y IPD sharing statement: CIOMS, DoH y DoT AMM 2016, ICMJE 2017.

Organismos internacionales llaman a los investigadores a declarar desde la planificación del proyecto de investigación la intención de compartir los datos individuales sin identificación de los participantes en la investigación.

2. Resoluciones CTIS COMISCA 05 y 06.

Los ocho (8) países que conforman la COMISCA consensuaron una hoja de ruta hacia la

conducta responsable en investigación (CRI) y las decisiones informadas por evidencia científica. Esta hoja de ruta contempla priorizar a lo interno de cada Estado Miembro del SICA, el desarrollo de procedimientos que cumplan con los estándares internacionales consensuados de la OMS con relación al registro de las investigaciones con seres humanos. Entre estos estándares se encuentra la declaración para compartir datos individuales de los participantes en la investigación.

3. Principios generales de estudios con datos del mundo real (RWD), Consejo Internacional de Armonización y su reporte estandarizado (RECORD).

Guía en preparación que busca describir consideraciones generales y recomendaciones para el uso de RWD para evaluaciones de seguridad de medicamentos, vacunas y otros productos biológicos, incluida la definición de la pregunta de investigación, selección/generación de fuentes de datos, diseño del estudio, definiciones de poblaciones objetivo, exposición y resultado(s), covariables, fuente de datos, evaluación adecuada al propósito, fuentes y métodos para abordar confusión y sesgo, enfoques analíticos y formato y contenido de los informes.

Confidencialidad y protección de datos de fuentes secundarias

En el tema relativo a la confidencialidad y la protección de datos de fuentes secundaria en investigación, se resaltó que la confidencialidad en tanto derecho humano es un derecho del paciente y una obligación del entorno sanitario, que debe garantizar que la información personal esté protegida de manera que su divulgación solo ocurra con el consentimiento de la persona. Esa garantía está basada en una serie de reglas y normas que restringen la disponibilidad de esa información. En ese contexto en la práctica cuando se requiera hacer una investigación en la que se utilizará el expediente clínico como fuente secundaria de datos, los Comités de Bioética serán garantes de que se cumpla con la protección de estos. El paciente o participante tiene los derechos ARCO, reconocidos por las siglas de los siguientes términos: Acceso, Rectificación, Cancelación y Oposición. Estos derechos les permiten a las personas conocer todo lo relacionado a sus propios datos y el alcance de las acciones que pueden ejercer sobre ellos.

El acceso se refiere al derecho del participante a conocer cómo fue el proceso de obtención de sus datos, su uso y con quienes se han compartido. La rectificación es el derecho a corregir, modificar o actualizar sus datos personales si el participante considera que hay errores, o si sus datos están incompletos o desactualizados. La cancelación se refiere al derecho a eliminar o invalidar el uso de sus datos y la oposición es el derecho a oponerse al uso de sus datos porque le generan perjuicio en determinadas situaciones. Debemos resaltar que en Panamá tenemos la ley 68 de 2003, que regula los derechos y obligaciones de los pacientes

en materia de información y de decisión libre e informada. Con relación al expediente clínico este está bajo la custodia de las instituciones de salud por lo tanto la autoridad máxima es la responsable de mantener su integridad, confidencialidad y reproductibilidad. Para tener acceso al expediente clínico con el objetivo de realizar una investigación el procedimiento incluye la solicitud al custodio, la presentación del protocolo, la declaración de no objeción y el acceso en el marco de las Buenas Prácticas Clínicas y el cumplimiento de la protección de datos.



Cultura investigativa en las universidades panameñas: realidad o ficción

Organizadora y Moderadora:

Dra. Aura L. López de Ramos (IdIA-AUPPA, Universidad Internacional de Ciencia y Tecnología)

Ponentes:

Dra. Norma Miller (Universidad Tecnológica de Panamá - UTP)

Dra. Ulina Mapp – (ISAE Universidad, IdIA-AUPPA)

Dra. Rebeca Bieberach (CONEAUPA)

Dr. Omar López-Alfano (SENACYT)

Relatora:

Dra. Magdy de Las Salas (IdIA-AUPPA, Universidad Metropolitana de Educación, Ciencia y Tecnología - UMECIT)

Moderadores:

Mgtr. Luis Montbeliard (IdIA – AUPPA, Universidad del Istmo)

Mgtr. Aura Franco (IdIA – AUPPA, Universidad Santander)

Rev. Manning Maxie Suárez (IdIA – AUPPA, Universidad Tecnológica OTEIMA – UTO)

Mgtr. Erick Ramos (IdIA – AUPPA, Universidad Internacional del Ciencia y Tecnología – UNICyT)

1. SINOPSIS

La mesa redonda “Cultura investigativa en las universidades panameñas: realidad o ficción” abordó la cuestión de si existe o no una cultura investigativa sólida en las universidades panameñas. Se discutieron temas como la importancia de la investigación en la universidad, los principales obstáculos que impiden el desarrollo de una cultura investigativa sólida, la formación de investigadores, la relación entre la investigación y la docencia, el papel de las políticas públicas y cómo la investigación puede contribuir al progreso social y económico de Panamá.

Esta mesa redonda contribuyó a tener una visión más clara de la situación actual de la investigación en las universidades panameñas y planteó posibles soluciones para mejorar la cultura investigativa en el país. Algunas de las preguntas que se abordaron fueron: ¿Está realmente presente la investigación en la cultura universitaria panameña? ¿Cuáles son los principales obstáculos que impiden el desarrollo de una cultura investigativa sólida y qué se puede hacer para superarlos? ¿Cómo se prepara a los estudiantes para la investigación y cuál es el papel de los docentes en este proceso? ¿Cómo se pueden integrar la investigación y la docencia para fortalecer la cultura investigativa en las universidades panameñas?

Los temas científicos que se abordaron incluyeron la importancia de la investigación para el desarrollo social y económico de un país, la formación de investigadores y la integración de la investigación y la docencia. Además, se discutieron las políticas públicas necesarias para fomentar la cultura investigativa en las universidades panameñas.

En cuanto a las innovaciones e investigaciones que se mencionaron, los expositores compartieron experiencias y buenas prácticas para mejorar la cultura investigativa en las universidades panameñas. También se presentaron posibles soluciones para mejorar la formación de investigadores y fomentar la investigación como fuente de innovación y desarrollo.

En resumen, la mesa redonda “Cultura investigativa en las universidades panameñas: realidad o ficción” cumplió con el objetivo de generar un espacio para la discusión de la situación actual de la investigación en las universidades panameñas.

2. CONFERENCISTAS Y SUBTEMAS

Subtema 1 - Desafíos y oportunidades de la investigación en la universidad panameña - Dra. Norma Miller (UTP):

En este subtema se discutió sobre la importancia de la investigación en la universidad y se analizó si realmente existe una cultura investigativa sólida en las universidades panameñas. Se identificaron los principales obstáculos que impiden el desarrollo de una cultura investigativa sólida en las universidades panameñas, y se presentaron soluciones para superarlos.

Subtema 2 - La relación entre la investigación y la docencia en las universidades panameñas - Dra. Ulina Mapp (ISAE Universidad y miembro del IdIA):

En esta ponencia se discutió cómo se pueden integrar la investigación y la docencia para fortalecer la cultura investigativa en las universidades panameñas y cómo se preparan a los estudiantes para la investigación.

Subtema 3 - El papel de las políticas públicas en el fomento de la cultura investigativa en las universidades panameñas – Dra. Rebeca Bieberach (CONEAUPA - UTP):

En este subtema se analizaron las medidas que se están implementando para fomentar la cultura investigativa y se discutió sobre su impacto.

Subtema 4 - La investigación como fuente de innovación y desarrollo – Dr. Omar López Alfano (SNI - SENACYT):

En este último subtema se discutiría cómo la investigación puede contribuir al progreso social y económico de Panamá, y se analizaría cómo se puede fomentar una cultura investigativa que promueva la innovación y el desarrollo en el país.

3. RELATORÍA: APORTES Y ACUERDOS

En el subtema 1, la Dra. Miller centró su ponencia en los siguientes aspectos:

- Las universidades no se pueden concentrar solo en transmitir conocimiento, sino que tienen que generarlo
- Las premisas que han orientado la gestión de investigación en la Universidad Tecnológica de Panamá son las siguientes:
 - Se ha desarrollado al interior de la UTP una actividad que se ha institucionalizado a nivel nacional, como lo son las Jornadas de iniciación científica, como una primera experiencia formal de los estudiantes en el mundo de la investigación.
 - Ciclos de conferencias virtuales de I+D, las cuales se hacen mensualmente y donde los investigadores muestran a la comunidad local, el tipo de trabajo que vienen desarrollando.
 - El Congreso Internacional de Ingeniería, Ciencia y Tecnología que se realiza cada dos años para los investigadores del área
 - Las revistas científicas de la UTP (I+D+i, Prisma Tecnológico y RIC) como espacios de divulgación de productos de investigación
 - También frente a las divulgaciones, hay un plan de promoción de la huella digital de los investigadores
 - El Taller Nacional de investigación, como espacio para divulgar y debatir sobre temas de interés común, tales como: rankings de investigación, redes de investigación, transferencia, entre otros. Se llegan a lineamientos para mejorar en cada uno de esos aspectos.
 - Sobre el financiamiento, haciendo del Centro de Estudios Multidisciplinarios

en Ciencias, Ingeniería y Tecnología de la UTP, el brazo ejecutor de la parte financiera y un apoyo en la labor y cumplimiento de las responsabilidades de cada investigador.

- La Gala científica como un espacio para el reconocimiento a los investigadores que aportan a la generación de conocimiento en el país
- CIBio-UTP, como parte del cumplimiento de los procesos de revisión bioética. La universidad ha venido desarrollando investigación con seres vivos y, por lo tanto, la participación de este comité ha sido activo y aporta a la calidad de las investigaciones y garantizan el respeto a los seres humanos y animales.

Igualmente, y para cerrar su conferencia, la Dra. Miller habló de los retos y oportunidades:

- La vinculación de los grupos con las carreras (este es un punto para reforzar para que los estudiantes de las diferentes carreras tengan la oportunidad de relacionarse con investigadores en sus áreas de formación)
- La Gestión de recursos humanos dedicado a la investigación (reinserción de becarios; revisión de los procesos que actualmente no están orientados a la flexibilidad que requiere un investigador y por eso se analizan y ejecutan acciones que permitan subsanar este aspecto)

En el subtema 2, la Dra. Mapp abordó el papel del docente frente al cumplimiento del desarrollo de la cultura de investigación en el país. Mencionó la importancia de educar desde tempranas edades en investigación para que se cuente con investigadores futuros en el área universitaria.

Sugirió las siguientes estrategias de aprendizaje a utilizar frente a ello:

- Utilizar la investigación como estrategia desde el aula
- Desde la cultura de investigación debemos actuar en función de: la formación de investigadores y que eso sea transmitido a los estudiantes en el aula; definir claramente líneas de investigación y desarrollo, así como oportunidades para abordar desde la investigación, que permita a largo plazo el fortalecimiento de las líneas.
- En cuanto a la articulación de las funciones sustantivas universitarias: incentivar a la producción de nuevo conocimiento, motivación permanente hacia la investigación y fortalecimiento de las líneas de investigación. Lo anterior desde la investigación. Ahora bien, desde la docencia: que el docente aplique la investigación en el aula y verlo como parte del quehacer docente, de la cotidianidad de su praxis. Desde la extensión: buscar impacto en la sociedad y promover la articulación con las necesidades del entorno y su vinculación con los ODS. Ver los ODS como una agenda

orientadora en investigación. Cerrar con publicaciones que permitan divulgar los hallazgos como aporte a la comunidad académica y científica.

Adicionalmente, expuso los siguientes aspectos frente a la vinculación docencia e investigación:

- Las universidades, a partir de los procesos de mejora continua y acreditación, han desarrollado acciones como vinculación a redes de investigación propias y externas o conjuntas, evaluación que nos permita como universidad, aportar a la cultura de investigación del país. Hay oportunidades (alianzas posibles, vinculación de estudiantes a proyectos de investigación formal), así como espacios de divulgación que se convierten en escenarios de desarrollo y crecimiento, para devolver a la sociedad con respuestas a sus necesidades desde la praxis investigativa.
- La búsqueda de estrategias para la mejora continua docente desde la investigación es un tema permanente en las agendas universitarias y que las publicaciones se conviertan en ventanas de divulgación frente a lo que hacemos en las universidades.

Por su parte, **en el subtema 3**, la Dra. Bieberach, disertó sobre el papel de las políticas públicas en el fomento de la cultura investigativa en las universidades panameñas

Las ideas principales fueron las siguientes:

- Existe una necesidad global de que los países implementen políticas de Ciencia, tecnología e innovación
- Hablar de las políticas y su vinculación con la investigación, genera un espacio para que tanto el político como el académico, realicen aportes.
- Las políticas como acciones institucionales plantean lo que el Estado debe definir. En el caso de la cultura de investigación, existe la posibilidad de que los resultados de la investigación se apliquen a la sociedad. Pero lamentablemente, la transferencia de resultados, casi siempre se queda en espacio reducido, sin llegar a los políticos que son los responsables de la política pública
- Es necesario hacer llegar las propuestas para incorporar la investigación en la agenda de la política pública. Que el tema de la investigación cuente con los aportes del académico para la definición de las políticas. Esto, además, impacta en la posibilidad de acceder a fondos para el desarrollo de la investigación que genere impacto.
- El ciclo de la política pública debemos conocerlo al interior de las universidades y aportar desde la academia para ir avanzando en el tema de la investigación

La Conferencista aportó ideas sobre algunos modelos del uso del conocimiento en el diseño de políticas públicas: modelo de empuje de la oferta; modelo de tracción de demanda;

modelo de diseminación; modelo de interacción, entre otros.

También se habló sobre las tendencias que limitan la producción del conocimiento, tales como:

- Transmisión de conocimientos y contenidos teóricos memorísticos
- Baja comprensión de los problemas
- Escasa información o conocimiento sobre la realidad nacional
- Preparación de los profesionales desarticulada. No formamos científicos para redescubrir el conocimiento y aportar soluciones concretas
- El sistema tradicional anula la curiosidad del estudiante
- Divorcio entre docencia e investigación

Sobre las problemáticas de la investigación y el conocimiento en políticas públicas que inciden en la cultura de investigación tenemos:

- Relevancia y validez de los resultados para los políticos
- Oportunidad de difusión
- El conocimiento generado no necesariamente les interesa a los políticos
- Desfase entre la publicación de resultados y la dinámica de los problemas sociales
- No absorben los políticos los resultados de la investigación

Otras consideraciones finales sobre la política pública y la investigación serían:

- Es necesario ampliar la gama de opciones para diseminar y divulgar los resultados e impactar en las políticas públicas
- Buscar canales de comunicación entre la academia y la política pública
- Los semilleros como un espacio de formación en investigación durante todo su proceso de preparación universitaria y no al final. Conformar redes y comunidades de aprendizaje

El reto es acercarnos a los espacios decisorios para aportar desde la universidad y fortalecer la investigación en el país.

En el subtema 4, se presenta la disertación del Dr. Omar López, la cual resume entre sus aportes, lo siguiente:

- Existen muchas perspectivas sobre innovación. Entre los diversos conceptos, sobresalen elementos como:
 - Aplicación de nuevas ideas para incrementar la productividad y la competitividad
 - Proceso dinámico que une a agentes que actúan de acuerdo con estrategias que apunten hacia ser más productivos en el país (requiere vincular Estado y otras instituciones)

- Al pensar en innovar, pensamos en nuevas ideas, que involucren personas. Hay diversos métodos para lograrlo y desde la investigación científica se aplican métodos que generen espacios creativos para buscar esas ideas. Es poner en el centro de las personas en el proceso y empoderarlos para generar transformación.
- Desde el SNI se aporta el fortalecimiento de la investigación mediante la evaluación de su desempeño y su reconocimiento.
- Se trata de promover un ambiente de investigación como política
- Las métricas actuales del número de investigadores nos muestran que el número de investigadores sigue siendo insuficiente. Hay un déficit frente al ecosistema de investigación y el reto es ver cómo mejorar esta realidad y que contemos con espacios de crecimiento que cuentan, obviamente, con las universidades.

Logros y aportes para mejorar el ecosistema desde las universidades:

- Cultura de evaluación al rendimiento científico: mantenerse activo y producir desde la ciencia
- Reconocimiento institucional: mejorar los indicadores de producción científica
- Se ha contribuido a la generación de conocimiento y que este incida en la sociedad
-
- El informe de competitividad de Panamá de 2023 menciona la investigación y la innovación con el fin de mejorar la competitividad en el país

Retos del SNI:

- Mejorar el número de investigadores en el país
- Implementar programas de reconocimiento de centros y equipos de investigación donde interactúan y aprenden los estudiantes y se generen ideas
- Incidir en las políticas públicas y que las investigaciones sean insumo para ello. Visibilizar más el impacto de la investigación.
- Mejorar el posicionamiento de la investigación en las instituciones de educación superior. Es necesario que se vean claramente las ventajas de la investigación para el posicionamiento de las universidades y del país.

El estudio diagnóstico de las IES destaca:

- Se señalan con una débil capacidad de investigación (docentes dedicados solo a la docencia)
- Domina la investigación individual y no desde comunidades de aprendizaje y redes
- Renovar capital humano avanzado que contemple avances científicos
- Se requiere acortar el tránsito de los estudiantes de licenciatura al nivel de doctorado

El reto es vincular la investigación con la innovación claramente y para ello se requiere articular al sector privado como una de sus estrategias

APORTES FINALES

La Universidad requiere una adaptación a la era del conocimiento, introducida en el siglo XXI para responder a las exigencias de la revolución tecnológica y responder a los saberes que la sociedad requiere como parte de la formación para enfrentar los retos.

La investigación es una actividad que nace con Alexander Von Humboldt en Berlín y en las universidades anglosajonas se introduce en el siglo XIX, la investigación por medio de los programas de postgrado con énfasis en los grupos de doctorados o Ph.D.

Es a partir de la deficiencia encontrada durante los procesos de la acreditación en Panamá que se vuelve a enfatizar en la importancia de la investigación para el logro de producción de conocimiento en los diferentes campos de formación.

Durante los años de 1980 se eliminaron las tesis en algunas carreras universitarias para dar paso a la formación profesional ya que se requería graduados para los campos de derecho, administración, economía, salud, educación y los aspectos prácticos en estas profesiones; el hacer tesis impedía el egreso de la carrera en cinco o seis años y muchos estudiantes no lograban diplomarse de la universidad.

Las universidades es este proceso de mejoras continuas enfatizó en la importancia de las funciones sustantivas: investigación, docencia y extensión. Es por ello por lo que se enfatiza en el hecho de que todas las actividades se centren en la investigación científica para así contribuir al desarrollo del conocimiento y formar profesionales críticos con capacidad para la transformación de la sociedad.

De ahí la necesidad de trabajar con los estudiantes desde que ingresan a la universidad a formar parte de los semilleros de investigación, a fin de que a lo interno de las universidades se forme a los estudiantes en los campos disciplinarios y profesionales de su área de interés, mediante el desarrollo de programas curriculares y métodos andragógicos con los fines éticos y académicos que rigen a la universidad.

ANÁLISIS DE FUNDACIONES PROFUNDAS BAJO CARGAS LATERALES EN ARENAS UTILIZANDO EL MÉTODO DE DIFERENCIAS FINITAS

Grajales-Saavedra, Francisco

Universidad Tecnológica de Panamá
Panamá, Panamá

<https://orcid.org/0000-0003-1705-864X>

Li, Saddy

Universidad Tecnológica de Panamá
Panamá, Panamá

<https://orcid.org/0009-0000-8825-028X>

Abstract

Piles are structural elements that receive the loads of the structure and transmit them to a soil capable of receiving lateral loads or a combination of lateral and axial loads. Due to their great importance in structural works, this paper presents an analysis of the performance of deep foundations subjected to static and cyclic lateral loads, based on the finite difference method, using p-y curves proposed by Reese et al. (1974). A code is developed in the MatLab compiler, applying the Method studied for piles under lateral loads in sandy soil and the data obtained in the MatLab code are validated by making a comparison with experimental data obtained in Mustang Island and with values obtained from the commercial software RSpile, so that, after the comparisons, few discrepancies between the data were observed.

Keywords: piles, finite differences, p-y curves, lateral loads, deflection.

Resumen

Los pilotes son elementos estructurales que reciben las cargas de la estructura y las transmiten a un terreno capaz de recibir cargas laterales o una combinación de cargas laterales y axiales. Debido a su gran importancia en las obras estructurales, en este artículo se presenta un análisis del desempeño de fundaciones profundas sometidas a cargas laterales estáticas y cíclicas, basándose en el método de diferencias finitas, utilizando curvas p-y propuestas por Reese et al. (1974). Se desarrolla un código en el compilador de MatLab, aplicando el Método estudiado para pilotes bajo cargas laterales en suelo arenosos y se validan los datos arrojados en el Código Matlab realizando una comparación con data

experimental obtenida en Mustang Island y con valores obtenidos del software comercial RSpile, de modo que, luego de las comparaciones, se observaron pocas discrepancias entre los datos.

Palabras claves: pilotes, diferencias finitas, curvas p-y, cargas laterales, deflexión.

1. INTRODUCCIÓN

Los pilotes son estructuras que se han implementado ampliamente en el área de la ingeniería civil, con el objetivo de soportar cargas axiales y laterales a la cual una infraestructura o estructura estará sometida, incluyendo edificios pesados, líneas de transmisión, centrales eléctricas y estructuras de carreteras. Si bien es cierto, estas cimentaciones en la mayoría de los casos están sometidas cargas axiales (peso propio de la estructura), las cargas horizontales o laterales pueden tener un gran impacto significativo en muchas obras de ingeniería.

Los pilotes son ampliamente utilizados en edificios pesados, centrales eléctricas, muelles de contención apoyados sobre pilotes, los cuales están sometidos a una carga permanente en su cabezal, plataformas marinas sujetas a oleajes, estructuras off-shore o fuera de costas, las cuales están sometidas carga lateral proveniente del movimiento del agua y sus oleajes, todas estas cargas son transmitidas desde el suelo frágil hasta la capa de suelo fuerte.

Cuando las estructuras están sometidas a una carga lateral considerable, las zapatas no tienen la capacidad suficiente para soportar dicha carga, en esos casos los pilotes son las fundaciones adecuadas para garantizar la seguridad de dichas estructuras, mediante la distribución de presiones. En la Figura 1.a, se muestra las distribuciones generales de presiones de reacción del suelo tanto para la zapata bajo cargas verticales, mientras que la Figura 1.b, se puede mostrar la distribución de las presiones ejercidas como respuesta del suelo.

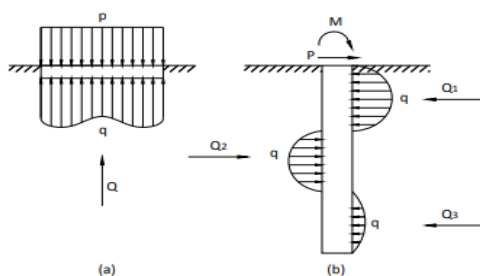


Fig 2.1 Distribución General de Presiones de Reacción del Suelo
 (a) Cimentación superficial bajo carga vertical distribuida
 (b) Cimentación profunda bajo cargas laterales

Figura 1. Distribución General de Presiones de Reacción del Suelo

Fuente: Vásquez, 2010

Para el estudio de pilotes bajo cargas laterales se requiere un análisis dinámico entre el

suelo y la estructura (Pacheco et al., 2007), la misma entra en contacto con el suelo y se produce presiones en el sistema, lo que representa una respuesta inmediata del suelo debido a las cargas transmitidas.

2. MÉTODO

En la Figura 2, se muestra la metodología empleada en esta investigación. Primeramente, se realiza una revisión de la literatura existente relacionada al tema de pilotes bajo cargas laterales, de manera que permita identificar el método de análisis y diseño a utilizar. Una vez identificado el método se procede a desarrollar un código en el compilador MatLab para análisis de pilotes cargados lateralmente en suelos arenosos. Seguidamente, se valida el código mediante la debida comparación con resultados disponibles en la literatura, tal como lo son: datos recolectados en campo basado en una prueba real y datos analíticos arrojados en el programa Rocscience: Rspile. Por último, se realizar un estudio paramétrico para determinar la sensibilidad del código ante la variación de distinto parámetro de diseño.

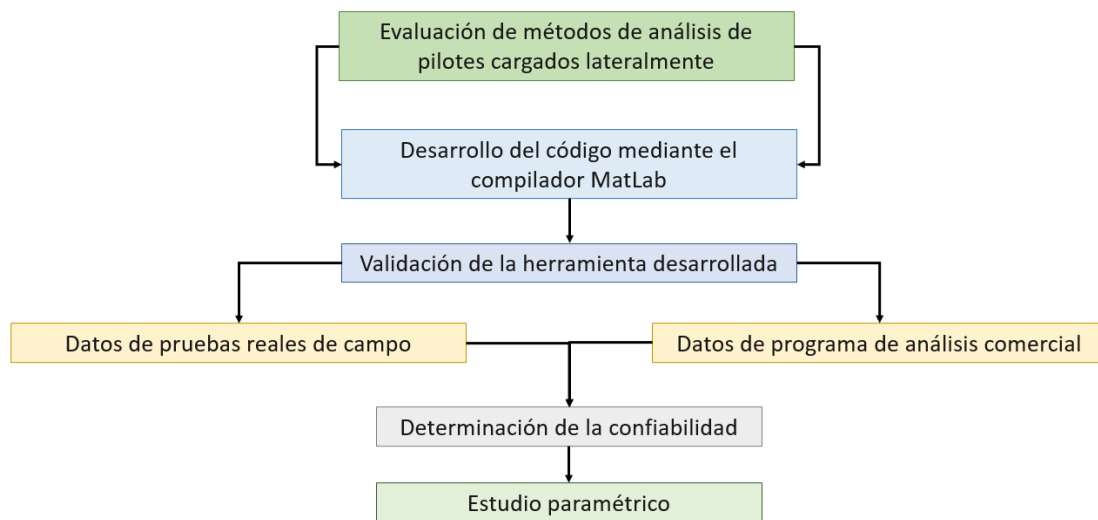


Figura 2. Metodología de la investigación

Para el desarrollo del código, se aplicó un modelo numérico, para describir la respuesta del suelo alrededor del pilote, utilizando resortes equivalentes verticales, correspondientes a las curvas t-z para análisis de cargas axiales como se ven en la figura, así como resortes equivalentes horizontales, el cual se analiza mediante las curvas p-y para evaluar las cargas laterales, que al deformarse el suelo genera una respuesta modelada por resortes y aplicando el método de diferencias finitas, como se muestra en la Figura 3.

Dichos resortes, no se consideran acoplados para efectos de modelar su comportamiento, es decir, el método numérico permite realizar un análisis separado entre los tipos de resortes y relacionarlos entre sí, mediante cálculo de fuerzas internas. Luego de obtener las curvas p-y, se procede a calcular las deflexiones, momentos flectores, cortante mediante el método de diferencias finitas. Esto conlleva realizar una discretización del pilote y aplicar las curvas p-y a cada elemento.

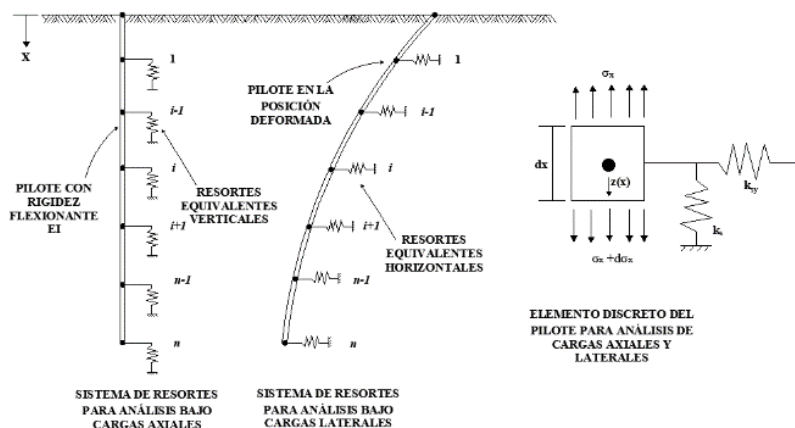


Figura 3. Modelo de diferencias finitas para pilotes cargados lateralmente

El método de análisis utilizado para el desarrollo del código fue presentado por (Reese et al, 1974). Ver Figura 4. Las ecuaciones planteadas en dicho método están basadas en las gráficas de curvas p-y, aplicando relaciones no lineales, lo cual es posible gracias a la aplicando la metodología de introducir una matriz de rigidez de resorte equivalente, planteada a partir del concepto de módulo secante, el cual está en función de la deflexión del pilote.

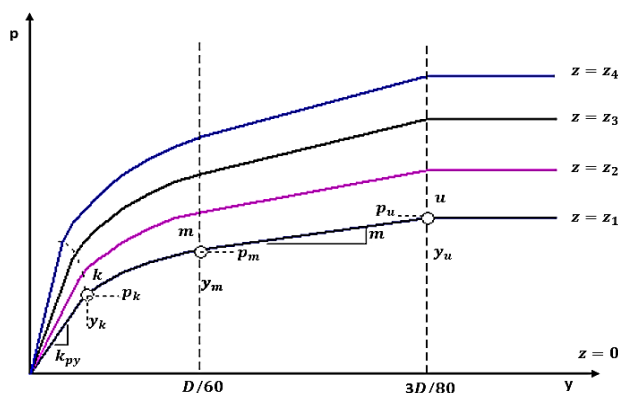


Figura 4. Curva p-y en arena bajo y sobre el nivel freático
Fuente : Reese, Cox y Koop (1974)

3. RESULTADOS

Para llevar a cabo la validación del código Matlab programado para arenas aplicando el método de curvas p-y desarrollado por Reese et al (1974), se comparó los resultados arrojados en el mismo contra los datos obtenidos de la prueba realizada en Mustang Island. Las comparaciones de Deflexiones laterales vs Cargas laterales entre 2 series se muestran en la Figura 5.

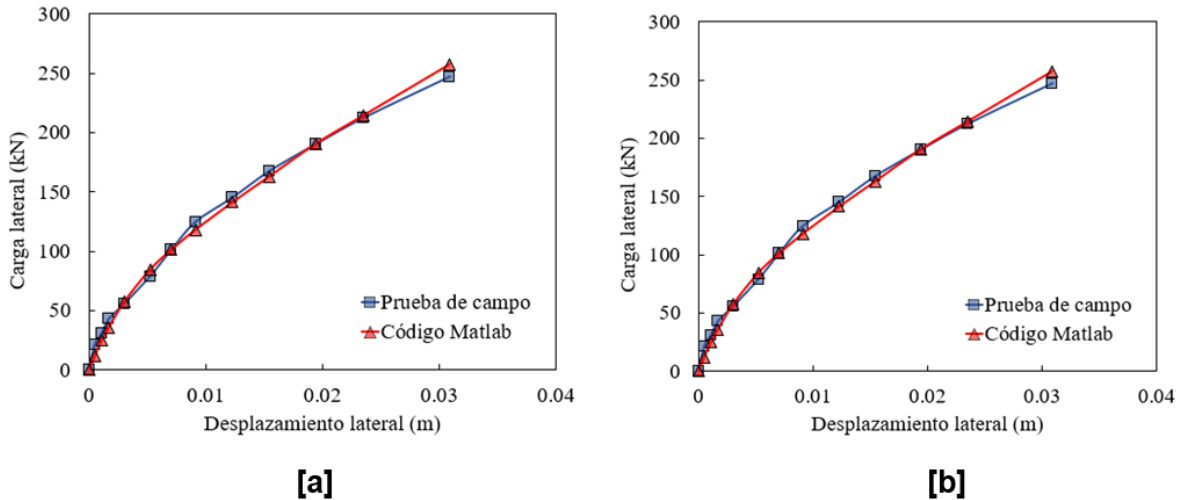


Figure 5. Comparación de resultados obtenidos entre Prueba de Campo y el código aplicando [a] carga estática y [b] carga cíclica

La comparación realizada con el programa de RSpile, se desarrolló tomando en cuanto a un pilote de acero bajo carga lateral estática, el cual tiene como longitud de 15 m, posee un diámetro de 0.8 m; el suelo donde se asentará el pilote es una arena con ángulo de fricción igual a 36° y un peso específico de 18.5 kN/m3. Ver Figura 6.

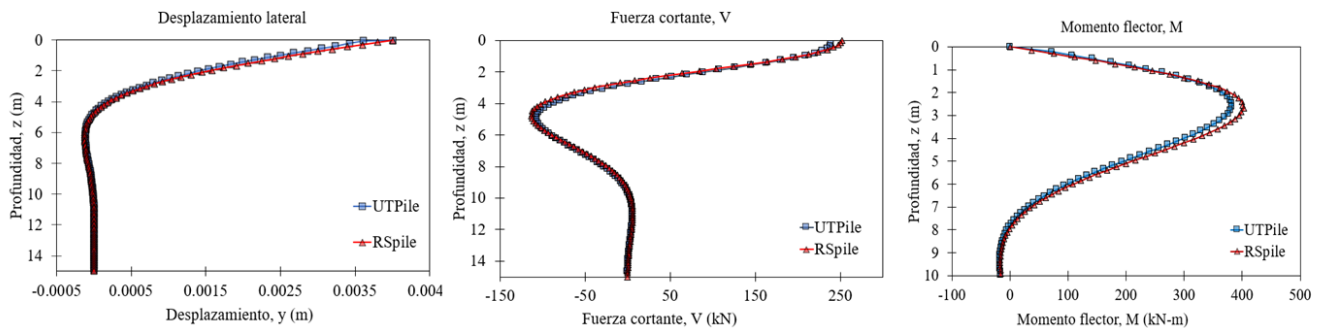


Figure 6. Comparación de resultados obtenidos de RSpile y el código desarrollado.

4.CONCLUSIONES

Tal como se evidencia, en este trabajo investigativo, las cargas laterales, representan un factor significativo a considerar para el diseño geotécnico, específicamente, para pilotes. Por tal motivo, las consecuencias, de omitir su efecto, podría producir fallas y colapsos en las infraestructuras.

Las curvas p-y de Reese et al. (1974), fue optado para desarrollar las investigaciones planteadas en este documento, debido a que toma en consideración parámetros reales del sistema, para determinar constantes significativas en el cálculo de las deflexiones del pilote y la repuesta del suelo, por lo que los datos obtenidos, están más acorde a la realidad.

Mediante la validación de la herramienta desarrollada, con la ayuda del experimento que se realizó en Mustang Island y datos que se obtuvieron del Software RSpile, se concluye que, el código programado en el compilador de MatLab es apto para ser utilizado por profesionales en el diseño geotécnico y estructural, debido a que, los valores obtenidos presentan una alta similitud con el ensayo de Campo y RSpile. De igual manera, se concluye que los datos que arroja el Código de MatLab, son más conservadores, con respecto a los efectos reales, sin embargo, dicha discrepancia es menor.

REFERENCIAS

- [1] American Petroleum Institute & Approved American National Standards. (2015). Geotechnical and Foundation Design Considerations (2015th ed.). United State of America.
- [2] Vásconez, P. (2010). Comportamiento de pilotes individuales bajo carga lateral: Evaluación de un caso real. Universidad Católica de Santiago de Guayaquil. Retrieved from <http://repositorio.ucsg.edu.ec/bitstream/3317/1182/1/T-UCSG-PREING-IC-26.pdf>
- [3] Pacheco, G. E., Suárez, L. E., & Pando, M. (2007). Modelo Simplificado Para El Análisis Dinámico De Pilotes Sometidos a Carga Horizontal. ENIEF2007 – XVI Congreso Sobre Métodos Numéricos y Sus Aplicaciones, 2754–2765. <http://www.cimec.org.ar/ojs/index.php/mc/article/viewFile/1189/1137>
- [4] Reese, L. C. (1974). Analysis of Laterally Loaded Piles in Sand.
- [5] Cox, W., Reese, L, & Grubbs, B.(1974). Field Testing of laterally Loaded piles in sand.

AUTORIZACIÓN Y LICENCIA CC

Los autores autorizan a APANAC XIX a publicar el artículo en las actas de la conferencia en Acceso Abierto (Open Access) en diversos formatos digitales (PDF, HTML, EPUB) e integrarlos en diversas plataformas online como repositorios y bases de datos bajo la licencia CC:

Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International (CC BY-NC-SA 4.0) <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>.

Ni APANAC XIX ni los editores son responsables ni del contenido ni de las implicaciones de lo expresado en el artículo.



ESTADÍSTICAS DE VISITAS Y CITAS DE LAS PUBLICACIONES DEL CONGRESO APANAC 2021

Tabla 1. Publicaciones de APANAC 2021 con más de 200 visitas

| Título de la página | Visitas |
|--|---------|
| Las aguas subterráneas en el Arco Seco de Panamá: Un tesoro por explorar | 1352 |
| Violencia simbólica, homofobia interiorizada y factores de riesgo de suicidio en homosexuales en Panamá | 1085 |
| USO DE APLICACIONES MÓVILES PARA GESTIÓN DE PEDIDOS Y HÁBITOS DE CONSUMO EN RESTAURANTES | 954 |
| Reutilización de aguas tratadas para riego. Caso de estudio: Efluente de Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de Chitré, Panamá (2019-2020) | 616 |
| Sistema de riego automatizado IoT aplicado en el cultivo del pepino (<i>Cucumis sativus</i>) Congreso Nacional de Ciencia y Tecnología – APANAC | 496 |
| Conocimientos y Actitudes Asociados al Cuidado de la Salud Sexual y Reproductiva en los Adultos Jóvenes de la Ciudad de Panamá Durante el Año 2021 | 456 |
| Definición de metodología para la fabricación de material compuesto a base de polietileno de tereftalato y virutas metálicas | 420 |
| Ideación suicida, síntomas depresivos e involucramiento afectivo en adolescentes escolarizados del 2019 | 403 |
| Educación a distancia en situaciones de emergencia | 390 |
| Paisaje cultural de la Zona del Canal: un patrimonio por reconocer, valorar y proteger. Caso estudio del Fuerte Clayton | 352 |
| Evaluación del potencial de lodos orgánicos carbonizados de una planta de tratamiento de aguas residuales para el mejoramiento de suelos | 351 |
| Avances de Proyecto Carbonización de Biomasa Aprovechamiento de residuos agrícolas para el mejoramiento de las propiedades físico-químicas del suelo en áreas de cultivo | 344 |
| Estrategias didácticas para el desarrollo exitoso de la innovación y el emprendimiento en la educación superior | 333 |
| Modelado 3D CAD de una Planta Potabilizadora | 329 |
| Caracterización de la textura de suelo en la subcuenca del río Zaratí para la evaluación del sistema de agua subterránea | 327 |
| Ecosistema de Manglar de la Bahía de Panamá: Investigaciones en desarrollo | 319 |
| Construcción de una curva de demanda de cloro para la planta potabilizadora Jaime Díaz Quintero en La Chorrera, Panamá | 313 |
| La Pontificia Universidad de San Javier: Agente de transformación de la sociedad panameña | 306 |
| Impacto de la cobertura boscosa y uso de suelo sobre la textura y conductividad hidráulica del suelo en la subcuenca del río Estibaná | 302 |
| BIOÉTICA EN LA ERA DEL COVID-19 | 289 |
| Evaluación de plataformas de aprendizaje virtual usadas en Universidades en Panamá | 284 |
| Actividad física, β Endorfinas y Psicoterapia Sinérgico Funcional (TSF): Judo-Terapia Verbal-Hipnosis | 280 |
| Panamá: la brecha digital en las noticias | 271 |
| Evaluación del impacto de la integración de vehículos eléctricos en un circuito de distribución utilizando OpenDSS | 265 |

| Título de la página | Visitas |
|--|---------|
| Técnicas nucleares y su versatilidad para la utilización y estudio de diversos procesos Congreso Nacional de Ciencia y Tecnología – APANAC | 256 |
| Clasificación Pedológica en la Subcuenca del Río Zaratí para el Desarrollo de Buenas Prácticas de Conservación de los Suelos y Aguas | 255 |
| Calidad del agua y posibles tecnologías de tratamiento en las áreas urbanas de Colón, Panamá: Agua Colón | 249 |
| Prototipo inalámbrico para carga de vehículos | 210 |
| Mesa Redonda 5G en América Latina: ¿Presente, Futuro o Ciencia Ficción? | 205 |

Tabla 2. Publicaciones citadas de APANAC 2021 según Google Scholar

| Titulo | Citas | Año |
|--|-------|------|
| Panamá: la brecha digital en las noticias | 5 | 2021 |
| Evaluación del potencial de lodos orgánicos carbonizados de una planta de tratamiento de aguas residuales para el mejoramiento de suelos | 3 | 2021 |
| Definición de metodología para la fabricación de material compuesto a base de polietileno de tereftalato y virutas metálicas | 3 | 2021 |
| Caracterización del modelo de implantación urbana y ocupación del territorio de la antigua Zona del Canal. Caso de estudio Fuerte Clayton | 2 | 2021 |
| Las aguas subterráneas en el Arco Seco de Panamá: Un tesoro por explorar | 2 | 2021 |
| ESTUDIO DE ACCESIBILIDAD PEATONAL DE LA ZONA ENTRE LAS ESTACIONES DEL METRO DE PANAMÁ DE SANTO TOMÁS Y LOTERÍA | 2 | 2021 |
| Modelado 3D CAD de una Planta Potabilizadora | 2 | 2021 |
| Hallazgos preliminares sobre la eficacia del programa Crianza Reflexiva para cuidadores de niños entre 4 y 12 años de edad | 2 | 2021 |
| Calidad del agua y posibles tecnologías de tratamiento en las áreas urbanas de Colón, Panamá: Agua Colón | 1 | 2021 |
| USO DE APLICACIONES MÓVILES PARA GESTIÓN DE PEDIDOS Y HÁBITOS DE CONSUMO EN RESTAURANTES | 1 | 2021 |
| Técnicas nucleares y su versatilidad para la utilización y estudio de diversos procesos | 1 | 2021 |
| Actividad física, β Endorfinas y Psicoterapia Sinérgico Funcional (TSF) | 1 | 2021 |
| Clasificación Pedológica en la Subcuenca del Río Zaratí para el Desarrollo de Buenas Prácticas de Conservación de los Suelos y Aguas | 1 | 2021 |
| Estimación y análisis de la demanda hídrica de la subcuenca del Río Estibaná como parte del balance hídrico (2018-2019) | 1 | 2021 |
| IMPACTO DE LA VARIABILIDAD CLIMÁTICA EN EL BALANCE HÍDRICO DE LA CIÉNAGA DE LAS MACANAS | 1 | 2021 |
| Impacto de la cobertura boscosa y uso de suelo sobre la textura y conductividad hidráulica del suelo en la subcuenca del río Estibaná | 1 | 2021 |
| Reutilización de aguas tratadas para riego. Caso de estudio: Efluente de Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de Chitré, Panamá (2019-2020) | 1 | 2021 |
| INSPECCIÓN AL CICLO DE VIDA DE PROYECTOS DE CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE: HACIA UNA HOJA DE RUTA BASADA EN BIOMIMETISMO Y ECONOMÍA CIRCULAR | 1 | 2021 |
| Aspectos de Macroergonomía militar en aspirantes a soldados del Ejército | 1 | 2021 |
| Estudio para Determinar la Calidad del Agua de Pozo, Mediante los Parámetros Físicos, Químicos y Microbiológicos en la Comunidad de Miramar, Provincia de Colón | 1 | 2021 |
| Avances de Proyecto Carbonización de Biomasa Aprovechamiento de residuos agrícolas para el mejoramiento de las propiedades físico-químicas del suelo en áreas de cultivo | 1 | 2021 |

| Titulo | Citas | Año |
|---|-------|------|
| Reinventando El Casco: Supermanzana en el Centro Histórico de Panamá | 1 | 2021 |
| Identificación de incidentes de tráfico en Panamá por medio del análisis de datos de redes sociales | 1 | 2021 |

Tabla 3. Países con más visitas a publicaciones de APANAC 2021

| País | Visitas |
|--------------------|---------|
| Panama | 9104 |
| Peru | 2181 |
| Mexico | 1521 |
| Colombia | 1223 |
| Ecuador | 1060 |
| Spain | 519 |
| Chile | 419 |
| Costa Rica | 391 |
| Argentina | 307 |
| United States | 282 |
| France | 188 |
| Brazil | 160 |
| Venezuela | 152 |
| Guatemala | 146 |
| Bolivia | 132 |
| Honduras | 87 |
| Puerto Rico | 84 |
| Cuba | 79 |
| Dominican Republic | 72 |
| India | 59 |
| Paraguay | 54 |
| Nicaragua | 45 |
| El Salvador | 39 |

Tabla 4. Redes Sociales donde se han compartidos publicaciones de APANAC 2021 por número de enlaces compartidos

| Red Social | Cantidad |
|------------------|----------|
| Twitter | 90 |
| ResearchGate | 64 |
| LinkedIn | 28 |
| Facebook | 9 |
| Instagram | 5 |
| No identificadas | 675 |

Tabla 5. Fuentes de acceso a publicaciones de APANAC 2021 ordenadas por número de acceso

| Fuente | Acceso |
|-------------------------|--------|
| scholar.google | 1948 |
| otros | 1189 |
| google | 1013 |
| Enlace directo | 951 |
| lareferencia.info | 125 |
| repositoriosiidca.csuca | 72 |
| pricila.senacyt | 65 |
| researchgate.net | 59 |
| Mendeley | 28 |