

Gobernanza colaborativa para el diseño y ejecución de una plataforma digital de datos agropecuarios

Rosario Quintero Q. ^a , Nathalia Tejedor-Flores ^{bc} , Samuel Moreno P. ^a , Luz Cruz ^d 

^a Facultad de Administración de Empresas y Contabilidad (FAECO), Universidad de Panamá, Panamá; ^b Centro de Investigaciones Hidráulicas e Hidrotécnicas (CIHH), Universidad Tecnológica de Panamá, Panamá; ^c Sistema Nacional de Investigación (SNI), Panamá; ^d Secretaría Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (SENACYT), Panamá.

rosarioquinteroquintero@gmail.com; nathalia.tejedor@utp.ac.pa;

samuel.moreno-p@up.ac.pa; lcruz@senacyt.gob.pa

DOI: 10.33412/pri.v17.1.4201



Resumen:

Este documento analiza la implementación del Portal Agropecuario de Panamá, resaltando cómo la adopción de un modelo de gobernanza colaborativa ha facilitado la creación de una infraestructura integral para la gestión eficiente de la información agropecuaria. Se discute cómo la plataforma ha integrado efectivamente múltiples fuentes de datos, proporcionando acceso a información esencial para todos los actores del sector agropecuario. El estudio resalta los beneficios del portal para mejorar la toma de decisiones estratégicas, destacando su potencial como referente para futuras iniciativas de digitalización.

Palabras claves:

Gobernanza, data, planificación, plataforma digital agropecuaria.

Title: Collaborative governance for the design and implementation of a digital agricultural data platform

Abstract: *This paper analyzes the implementation of Panama's Agricultural Portal, highlighting how the adoption of a collaborative governance model has facilitated the creation of a comprehensive infrastructure for the efficient management of agricultural information. It discusses how the platform has effectively integrated multiple data sources, providing access to essential information for all stakeholders in the agricultural sector. The study highlights the benefits of the portal for improving strategic decision making, highlighting its potential as a reference for future digitization initiatives.*

Key words: Governance, data, planning, agricultural digital platform.

Tipo de artículo: investigación.

Fecha de recepción: 29 de agosto de 2025.

Fecha de aceptación: 20 de febrero de 2026.

1. Introducción

El Portal Agropecuario de Panamá (PAP) marca un avance crucial en la centralización y digitalización de datos agrícolas, apoyando la productividad y sostenibilidad del sector con información precisa y actualizada [1]. Este proyecto aborda problemas como la fragmentación de la información y mejora la interconectividad entre actores del sector, ofreciendo una plataforma unificada que mejora la coordinación de políticas para el desarrollo económico y la seguridad alimentaria [2]. Además, se enfoca en la inclusión de pequeños y medianos productores para garantizar un acceso equitativo a la información estadísticas actualizadas y confiables y promover un desarrollo agropecuario a través de los análisis hacia mercados equitativos locales e internacionales [3].

A pesar de su tamaño reducido, Panamá presenta una notable diversidad agroecológica, caracterizada por la presencia de múltiples microclimas que permiten la producción de una amplia variedad de cultivos en diferentes regiones del país [4]. Históricamente los datos agropecuarios han estado fragmentados entre diversas instituciones públicas, limitando una visión integrada para la planificación sectorial y cada entidad administraba sistemas de información aislados, lo que reducía la interoperabilidad y restringía el acceso equitativo a herramientas digitales, especialmente en zonas rurales y remotas [5]. De ahí que el Estado panameño, junto con la Autoridad de Innovación Gubernamental (AIG) y otros actores, haya impulsado programas complementarios de conectividad rural y capacitación digital orientados a asegurar la inclusión de estas comunidades [6].

La iniciativa del Portal Agropecuario de Panamá surgió como un proyecto de investigación y desarrollo (I+D) en el marco del Programa de Estancias en Ciencias, Tecnologías y Políticas Públicas, liderado por la investigadora Rosario Quintero, quien desempeñó el rol de planificadora principal y coordinadora técnica del diseño conceptual, estructuración metodológica y articulación interinstitucional de este proyecto estratégico de alcance nacional [7]. Desde su lanzamiento, la plataforma ha mostrado un crecimiento sostenido, consolidándose como infraestructura digital estratégica al ofrecer datos actualizados, mapas interactivos y herramientas analíticas que fortalecen la transparencia, impulsan la sostenibilidad ambiental y contribuyen al cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible 2030 [5].

Finalmente, la experiencia internacional provee referentes valiosos de gobernanza colaborativa en plataformas agro-digitales. En Uruguay, el Sistema Nacional de Información Agropecuaria integra datos climáticos, productivos, geoespaciales y de mercado, fortaleciendo la gestión sostenible de los recursos naturales [8]. En Kenia, el observatorio agrícola KAOP conecta a más de un millón de productores con información geoespacial y recomendaciones agronómicas personalizadas mediante el uso de Big Data [9]. En Europa, la Unión Europea impulsa la digitalización agrícola a través de sensores IoT, inteligencia artificial y sistemas de apoyo a decisiones, financiando proyectos como ATLAS y DEMETER bajo el programa Horizon 2020 [10]. En este contexto, el fortalecimiento de plataformas de información estratégica se ha identificado como un factor clave para mejorar la competitividad agroalimentaria y facilitar la inserción regional de los productos panameños en mercados

internacionales [11].

La implementación del portal, apoyada por tecnologías de Big Data, busca modelos eficientes y sostenibles que promuevan la democratización económica y el desarrollo rural [12]. También se destaca el modelo de economía colaborativa que fomenta la participación de los usuarios, fortaleciendo la comunidad agrícola y promoviendo un enfoque cooperativo en la gestión de recursos [13]. La adaptabilidad y el éxito del portal se apoyan en innovaciones locales y la superación de desafíos típicos en países en desarrollo [14], mientras que su diseño centrado en el usuario asegura su usabilidad y accesibilidad, maximizando su impacto en la mejora de la gestión agrícola [15]. Además, el portal se presenta como un sistema de apoyo decisivo para los pequeños productores, facilitando su participación en el mercado agrícola moderno [16].

Bajo este marco territorial, institucional e internacional, el presente estudio adopta un enfoque de gobernanza colaborativa para analizar el diseño e implementación del Portal Agropecuario de Panamá, el cual se describe en detalle en la siguiente sección metodológica.

2. Materiales y métodos

El desarrollo del Portal Agropecuario fue un proceso complejo que requirió una colaboración intensiva entre múltiples fuentes de información y entidades. La metodología empleada se basó en la gobernanza colaborativa, un enfoque que promueve la cooperación entre distintos sectores y niveles de gobierno para lograr objetivos comunes [17]. Este modelo fue clave para reunir a los diversos actores, desde técnicos y productores, hasta altos funcionarios gubernamentales y representantes de (Organizaciones No Gubernamentales (ONGs), quienes aportaron su conocimiento y recursos. La planificación del proyecto se realizó en varias etapas, comenzando con una serie de talleres y reuniones para definir las necesidades y expectativas de todos los involucrados [18].

Se realizaron estudios detallados para identificar las principales fuentes de información agropecuaria en el país, así como las tecnologías más adecuadas para su integración y análisis en el portal [19]. Los equipos de planeación se organizaron en subgrupos especializados en diferentes áreas:

- **Planificación Económica:** Este equipo aseguró que los datos económicos integrados fueran relevantes y actualizados, facilitando análisis y proyecciones precisas que apoyan la toma de decisiones [20].
- **Planificación Cartográfica:** Expertos en geografía y sistemas de información geográfica (GIS) del Instituto Nacional de Estadísticas y Censo (INEC) trabajaron para integrar mapas y otros datos espaciales que son cruciales para la planificación del uso del suelo y la gestión de recursos naturales [21].
- **Planificación Interinstitucional:** Representantes de diversas entidades gubernamentales (SENACYT e INEC) coordinaron esfuerzos para asegurar que el flujo de información fuera coherente y que las políticas públicas se reflejaran en las funcionalidades del portal [22].
- **Planificación Computacional:** Informáticos y desarrolladores del INEC se encargaron de construir una plataforma robusta que soportara el análisis de grandes volúmenes de datos, con especial atención en la seguridad y privacidad de la información [23].

- **Planificación de Diseño y Divulgación:** Un equipo dedicado a la interfaz del usuario y la estrategia de comunicación para asegurar que el portal fuera accesible y fácil de usar para todos los públicos [24].

La integración de estos equipos y su trabajo coordinado bajo la teoría de gobernanza colaborativa permitió superar los desafíos inherentes a la diversidad de datos y la complejidad de las necesidades del sector agropecuario. Este enfoque colaborativo también se ve reflejado en la transición hacia modelos de cooperativismo abiertos y compartidos que buscan cambiar la economía compartida [25].

Además, el Portal Agropecuario de Panamá fortaleció su sostenibilidad mediante alianzas interinstitucionales que aseguraron la transferencia continua de datos, con el INEC como ente operativo clave. Estas colaboraciones mejoraron la robustez de la plataforma, maximizando recursos y promoviendo innovación, demostrando que la cooperación interinstitucional ofrece ventajas sustanciales sobre los desafíos posibles. Ver tabla 1.

Tabla 1. Aplicación Práctica de la Gobernanza Colaborativa en el Portal Agropecuario de Panamá: Teoría vs. Realidad.

Categorías	Teoría de la Gobernanza Colaborativa	Realidad del Portal Agropecuario	Implementación de la Teoría
Objetivo	Fomentar la participación y cooperación entre múltiples actores para la toma de decisiones inclusivas.	Proporcionar una plataforma unificada que centraliza la información y facilita la toma de decisiones colaborativa en el sector agropecuario.	Implementación de reuniones virtuales y presenciales con los planificadores de la plataforma y tomar decisiones en conjunto.
Participantes	Involucra a una variedad de stakeholders, incluyendo sector público, privado y sociedad civil.	Involucra a productores, técnicos, funcionarios del gobierno, y ONGs, todos contribuyendo y accediendo a la información agropecuaria.	Establecimiento de roles claros y responsabilidades para cada grupo de stakeholders, asegurando representación y voz equitativa en la plataforma.
Proceso de Decisión	Decisiones tomadas a través del consenso y la colaboración, evitando jerarquías rígidas.	Decisiones influenciadas por datos en tiempo real y feedback continuo de los usuarios, permitiendo ajustes dinámicos y respuestas rápidas.	Diálogo continuo entre los involucrados de SENACYT e INEC para las decisiones importantes, garantizando transparencia y participación.
Gestión de la Información	Aboga por la transparencia y el acceso abierto a la información para mejorar la eficacia y la equidad.	Proporciona acceso abierto a datos agropecuarios y recursos, con funciones avanzadas de búsqueda y análisis para todos los usuarios.	Creación de un tablero de indicadores públicos que muestre métricas clave del sector agropecuario, accesible y actualizado en tiempo real.

Resolución de Conflictos	Utiliza diálogos y negociaciones para manejar diferencias, buscando soluciones equitativas y sostenibles.	Facilita la resolución de conflictos mediante la provisión de información objetiva y herramientas para el análisis de impacto.	Desarrollo de protocolos formales de mediación que incluyan mediadores imparciales para situaciones de alto conflicto.
Innovación y Flexibilidad	Promueve la adaptación y la innovación continua para responder a cambios y necesidades emergentes.	Implementa tecnologías avanzadas como análisis predictivo y machine learning para adaptarse a las tendencias del mercado y desafíos climáticos.	Creación de un departamento de Inteligencia dentro del INEC que pilotee las informaciones e innovaciones tecnológicas antes de su integración a la plataforma.
Impacto Social y Económico	Busca el desarrollo sostenible y la mejora del bienestar comunitario.	Ha mostrado mejorar la productividad agrícola y fomentar prácticas sostenibles, contribuyendo al bienestar económico de los agricultores.	Implementar programas de subsidios y apoyo financiero que se ajusten dinámicamente basados en los datos recogidos a través del portal.

Fuente: Elaboración propia.

La comparación entre la teoría de la gobernanza colaborativa y su aplicación práctica en el desarrollo del Portal Agropecuario de Panamá revela varias implicaciones que pueden servir como recomendaciones futuras.

- Primero, el estudio valida la teoría de que la gobernanza colaborativa puede mejorar la eficiencia y transparencia en la administración pública. Sin embargo, los hallazgos también sugieren que la aplicación práctica de estos principios teóricos puede enfrentar desafíos significativos debido a factores locales específicos como limitaciones tecnológicas, resistencia al cambio por parte de los usuarios y desafíos en la integración de sistemas heterogéneos.
- Este estudio demuestra que, aunque la teoría de la gobernanza colaborativa es sólida, su implementación debe ser flexible y adaptarse a las condiciones locales para ser efectiva, este ajuste no solo requiere un diseño tecnológico robusto sino también una consideración cuidadosa de las dinámicas sociales y políticas. Por lo tanto, sugiere una necesidad de revisar las teorías existentes para incorporar una mayor flexibilidad en las estrategias de implementación, recomendando que futuras investigaciones exploren cómo las adaptaciones específicas al contexto afectan los resultados de la gobernanza colaborativa.
- Finalmente, este análisis ofrece un marco para que otros estudios investiguen la discrepancia entre la teoría y la práctica en la implementación de tecnologías de la información en el sector público.

Al proporcionar un estudio detallado de los éxitos y obstáculos en el Portal Agropecuario de Panamá, se anima a otros investigadores a realizar evaluaciones similares en diferentes contextos geográficos y sectoriales, lo que enriquecerá la comprensión de la teoría y su aplicación en el mundo real.

La implementación de las recomendaciones propuestas no solo fortalecerá la funcionalidad del portal, sino que también asegurará que sigue siendo relevante y útil para todos los actores involucrados. Este enfoque no solo mejora la gestión del portal, sino que también sirve como un modelo replicable para otras iniciativas tecnológicas en el gobierno y la administración pública, promoviendo prácticas más inclusivas y adaptativas que son esenciales para el desarrollo sostenible y la gobernanza en el siglo XXI.

3. Desarrollo del proyecto

Los desarrolladores utilizaron metodologías ágiles para adaptar el portal a las necesidades cambiantes y el *feedback* constante de los usuarios. Este enfoque iterativo aseguró que cada etapa del desarrollo reflejara las necesidades reales y emergentes del sector agropecuario [26]. Además, se establecieron rigurosos protocolos de seguridad para proteger la información sensible y garantizar la privacidad de los datos de los usuarios. El equipo de desarrollo también puso un énfasis especial en la escalabilidad del sistema, permitiendo que el portal pueda expandirse y adaptarse sin comprometer su rendimiento o funcionalidad [27].

La integración de datos fue especialmente desafiante debido a la variedad de formatos y fuentes, incluyendo datos satelitales, registros de producción y estadísticas climáticas de 20 instituciones gubernamentales panameñas vinculadas al sector agropecuario. Esta capacidad de integrar y analizar datos de múltiples fuentes es uno de los principales avances tecnológicos del portal, proporcionando una herramienta poderosa para el análisis y la toma de decisiones basada en evidencia [28, 29].

El uso de tecnologías de Internet de las Cosas (IoT) habilitadas en la nube para la gestión de maquinaria agrícola con sistemas de navegación automática es un ejemplo de cómo la plataforma incorpora innovaciones tecnológicas avanzadas para mejorar la eficiencia y precisión en la agricultura [30, 31]. Además, la gobernanza del intercambio de datos dentro de las redes agroalimentarias ha sido crucial para asegurar la disponibilidad y la calidad de los datos compartidos, guiada por directrices establecidas que facilitan la colaboración entre los diferentes actores [32].

A través de la utilización de plataformas digitales, el portal también fomenta la inclusión financiera y logística de los agricultores, proporcionando acceso a mercados más amplios y servicios financieros que antes eran inaccesibles [33]. Este enfoque holístico hacia la digitalización agrícola ha permitido que pequeños agricultores utilicen tecnologías digitales para mejorar sus prácticas agrícolas y su acceso a información crítica [34].

El desarrollo del Portal Agropecuario ha sido una transformación digital dirigida que ha utilizado la tecnología para habilitar una transformación de negocios dentro del sector agropecuario, adaptándose constantemente a las necesidades de sus usuarios y al entorno tecnológico cambiante [35]. En la figura 1, podrán visualizar el proceso de gestión de información del portal agropecuario de panamá.



Figura 1. Flujo de Proceso de Gestión de Información del Portal Agropecuario de Panamá. Fuente: Elaboración propia.

3.1 Integración y gestión tecnológica en el desarrollo del portal agropecuario: perspectivas del equipo técnico

Desde la concepción hasta la implementación del portal agropecuario, el equipo técnico ha priorizado la utilización de tecnologías avanzadas para garantizar un sistema robusto, seguro y escalable. Utilizando ASP.NET Core junto con Entity Framework Core debido a sus capacidades de alto rendimiento y su seguridad integrada contra amenazas como inyecciones SQL, XSS y CSRF. Esta elección tecnológica nos ha permitido crear un portal que no solo cumple con los requisitos de rendimiento, sino que también ofrece flexibilidad en diferentes entornos operativos y facilita la gestión eficiente de las operaciones asíncronas.

La responsabilidad de manejar los datos del portal es crítica, por lo que se establecieron procedimientos estrictos para la recopilación, almacenamiento y seguridad de estos. Los datos son recopilados meticulosamente al Departamento de Inteligencia y Gestión del Conocimiento del INEC y luego almacenados en SQL Server. Esta base de datos es esencial para la actualización continua y la gestión de las visualizaciones en los tableros de control. Para garantizar la privacidad y la protección de los datos de los usuarios, se implementaron vistas anonimizadas que generan dashboards únicamente con datos estadísticos, asegurando así la integridad y la confidencialidad de la información.

La integración de sistemas, especialmente la incorporación de datos geospaciales y técnicos ha sido otro foco principal para nuestro equipo. Usamos una combinación de Next.js en el frontend y Express.js en el backend, con PostgreSQL como base de datos geoespacial. Este enfoque no solo facilita la visualización interactiva de mapas y otros datos relevantes, sino que también asegura la interoperabilidad entre diferentes sistemas y plataformas que aportan datos al portal.

Los desafíos de integración de datos geospaciales fueron superados mediante ajustes en la infraestructura de servidores, lo cual requirió una colaboración estrecha con los desarrolladores de una institución aliada llamada Georgia Tech para asegurar que las aplicaciones funcionaran correctamente en la infraestructura.

4. Discusión

La efectividad de la gobernanza colaborativa en el proyecto del Portal Agropecuario se reflejó en la capacidad de gestionar

eficazmente las expectativas y los intereses de los múltiples actores involucrados. El marco de gobernanza colaborativa fomentó un ambiente de diálogo abierto y construcción de consensos, lo que fue vital para alinear los objetivos del proyecto con las políticas nacionales de desarrollo agrícola y tecnológico [36, 37]. Este enfoque ha ayudado a superar barreras institucionales y ha promovido un modelo de cooperación que puede servir de ejemplo para otros proyectos de integración de datos a gran escala [38, 39].

Un aspecto clave de la discusión sobre el portal es su rol en promover la transparencia gubernamental y el fortalecimiento de la confianza en las instituciones públicas [40, 41]. La transición hacia un modelo de una plataforma más cooperativa ilustra un cambio significativo en la economía compartida, donde las plataformas buscan ser sostenibles mientras fomentan una participación equitativa y justa [25, 42]. Además, el análisis de la participación en la economía colaborativa ofrece insights sobre por qué las personas eligen participar en estos sistemas, lo que respalda la implementación y la aceptación del portal [13].

La colaboración internacional a través de reuniones con representantes en este ámbito de la innovación informática en datos por FAOSTAT y el Ministerio de Agricultura de Ecuador fue crucial para lograr los objetivos de visión del proyecto, demostrando cómo las iniciativas locales pueden tener un impacto global [43]. Para contextualizar y profundizar en la comprensión del impacto del Portal Agropecuario, resulta esencial examinar otros casos de éxito internacional. Los siguientes ejemplos de plataformas agropecuarias en diferentes partes del mundo proporcionan una visión comparativa y extienden nuestro entendimiento sobre cómo diversas adaptaciones y aplicaciones de tecnologías similares han conducido a resultados positivos en distintos contextos agrícolas. Ver tabla N°2.

Tabla N°2. Casos Globales de Éxito en Implementaciones de Plataformas Digitales en el sector agropecuario

Fuente	Ventaja de su implementación
Convergencia entre plataformas digitales y sostenibilidad en la agricultura [44]	Explora las condiciones necesarias para que las plataformas digitales fomenten la sostenibilidad en la agricultura, destacando la digitalización como herramienta clave para abordar retos de sostenibilidad y enfatizando la importancia de la participación de los agricultores en el desarrollo de plataformas.
Plataforma AgroAPI: Soluciones digitales de apoyo a los ecosistemas agroindustriales [45]	Presenta la plataforma AgroAPI que provee datos y modelos esenciales para la agricultura, alineándose con los Objetivos de Desarrollo Sostenible para mejorar las prácticas agrícolas mediante la integración de datos, mostrando cómo la digitalización puede optimizar las operaciones agrícolas.
Plataformas agrícolas digitales en Uganda [33]	Analiza cómo las plataformas digitales mejoran la eficiencia y la inclusión en Uganda, facilitando el acceso a servicios financieros y logísticos y subrayando la necesidad de superar la baja alfabetización digital para ampliar estas innovaciones.
Impulsar la sostenibilidad en la agricultura a través de la transformación digital [46]	Revisa el papel de la digitalización en la mejora de la sostenibilidad agrícola, promoviendo la gestión eficiente de recursos y la cooperación entre stakeholders para enfrentar desafíos medioambientales, ilustrando cómo las plataformas pueden fortalecer la sostenibilidad del sector.
Case Study of a Digital Data Platform for the Agricultural Sector [16]	Examina una plataforma digital que facilita la toma de decisiones para pequeños agricultores integrando datos de diversas fuentes, resaltando la

importancia de estas plataformas para mejorar la productividad y la gestión de recursos en desafíos globales.

Fuente: Elaboración propia.

En la figura 2, se ilustra como el Portal Agropecuario de Panamá ha transformado significativamente el sector agropecuario mediante la innovación tecnológica y la colaboración estratégica. Este proyecto ha establecido un nuevo estándar para la digitalización del sector, promoviendo un desarrollo inclusivo y sostenible al centralizar la información crucial y hacerla accesible para todos los involucrados. La implementación de un modelo de gobernanza colaborativa ha reemplazado estructuras tradicionales más rígidas por procesos más dinámicos que permiten respuestas ágiles en tiempos de crisis, aprovechando una integración eficiente de datos en tiempo real.

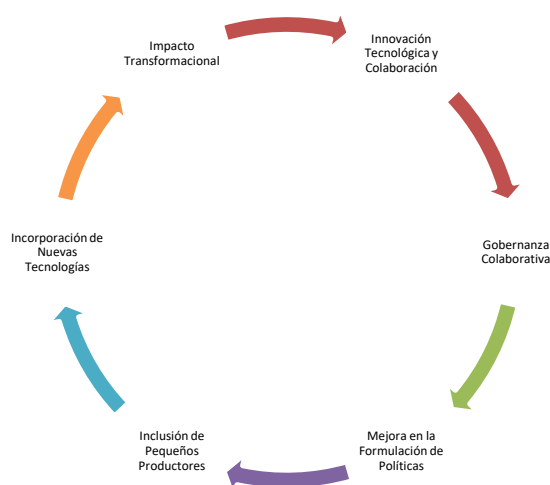


Figura 2. Ciclo de Impacto Integral de la PAP: Innovación, Gobernanza y Transformación. Fuente: Elaboración propia.

Tras la implementación del Portal Agropecuario en Panamá, una evaluación meticulosa de su recepción y utilidad se hizo indispensable para entender no solo su impacto inmediato, sino también para identificar áreas de mejora y oportunidades de expansión. La retroalimentación directa de los usuarios, vital para cualquier iniciativa digital que busque tener un impacto sustancial y sostenido, se obtuvo a través de una encuesta estructurada. A continuación, se discutirá los resultados de dicha encuesta.

4.1. Evaluación cuantitativa de la aceptación y utilidad del portal agropecuario de Panamá

Para evaluar el Portal Agropecuario de Panamá, se utilizó el software SPSS para el análisis cuantitativo de las encuestas de satisfacción de los usuarios. Se formularon 23 preguntas cerradas y se distribuyeron mediante Google Forms. Tras el lanzamiento, los usuarios tuvieron 15 días para explorar el portal antes de completar la encuesta. Durante el primer mes, el portal registró 2,300 visitas y 100 completaron la encuesta, proporcionando datos cruciales sobre la aceptación y utilidad inicial del portal.

El análisis de las respuestas reveló no solo la aceptación del portal sino también áreas clave para mejoras futuras que podrían optimizar el servicio para los usuarios y extender su impacto en el sector agrícola de Panamá. La estructura del análisis se alineó con las secciones de la encuesta, permitiendo una coordinación eficaz y una comprensión más profunda de las áreas específicas para mejorar:

- Conocimiento previo del portal: El 77% de los usuarios indicó no tener experiencia previa con plataformas similares, destacando cómo el portal ha logrado llenar un vacío importante en el acceso a información especializada.
- Frecuencia de visitas: El 61% visita el portal ocasionalmente, lo que sugiere un uso específico y esporádico, mientras que un 16% lo utiliza semanalmente, indicando una dependencia regular de sus recursos.
- Facilidad de uso y utilidad percibida: El 58% encontró el portal "Muy Fácil" de usar, lo que subraya la accesibilidad de la interfaz; un 85% en total percibe positivamente la usabilidad del portal.
- Sugerencias para mejorar el portal: El 54% de los encuestados cree que algunas funcionalidades pueden mejorarse, proporcionando una dirección crucial para futuros desarrollos.
- Impacto en la productividad y competitividad: Un 85% considera que el portal ha mejorado significativamente su acceso a información relevante y actualizada, destacando su efectividad como herramienta de apoyo.

5. Conclusiones

Una vez finalizada la investigación, se concluye que el éxito del Portal Agropecuario de Panamá demuestra la importancia de la innovación tecnológica y la colaboración en el sector agropecuario, al lograr centralizar e integrar la información y hacerla accesible, el portal ha sido un catalizador para el cambio, impulsando mejoras en la productividad y la sostenibilidad del sector.

La plataforma ha establecido un estándar de referencia para futuros proyectos de digitalización en Panamá y en otros contextos similares, mostrando cómo la tecnología puede facilitar un desarrollo más inclusivo y sostenible, lo que ha fomentado una cultura de aprendizaje y adaptación continua, crucial en un entorno tan dinámico como el agropecuario.

Mirando hacia el futuro, el portal está bien posicionado para incorporar nuevas tecnologías como el análisis predictivo y el machine learning, que pueden enriquecer aún más las capacidades del sector para anticipar cambios en el mercado y adaptarse a desafíos climáticos. Este enfoque proactivo y basado en datos, es fundamental para asegurar la resiliencia y la competitividad del sector agropecuario panameño en el escenario global.

A través de un seguimiento a las instituciones que aportan estadística agropecuaria al portal, se ha corroborado que la gobernanza colaborativa del portal ha permitido manejar eficazmente los sistemas socio-ecológicos complejos, asegurando que el portal se adapte y evolucione con las necesidades y desafíos emergentes, consolidando un modelo de gestión que pueda ser replicado en otras iniciativas de desarrollo sostenible.

Esta innovación digital alcanzada ha llevado a reformas significativas en la formulación de políticas públicas, optimizando el uso de recursos y fortaleciendo la economía rural, siendo efectivo en incluir a pequeños productores, proporcionando herramientas y

formación que les permiten participar activamente en el mercado.

Con la incorporación futura de tecnologías avanzadas como el análisis predictivo y el machine learning, el portal no solo mejorará la gestión de información, sino que también empoderará a los productores, agro empresarios y tomadores de decisiones a establecer una base sólida para enfrentar los retos futuros del sector agropecuario en Panamá.

Glosario:

Análisis Predictivo: Técnicas de análisis de datos que utilizan modelos estadísticos y de aprendizaje automático para predecir resultados futuros basados en datos históricos.

Big Data: Conjuntos de datos tan grandes o complejos que requieren aplicaciones informáticas avanzadas para su procesamiento y análisis, a menudo utilizados para revelar patrones, tendencias y asociaciones, especialmente relacionados con comportamientos humanos e interacciones.

Datos Agropecuarios: Información relacionada con la agricultura y la ganadería, que incluye, pero no se limita a, datos sobre producción, gestión de recursos, sanidad animal y vegetal, y condiciones meteorológicas.

Gobernanza Colaborativa: Un enfoque de gestión que implica la cooperación entre múltiples actores de diferentes sectores para lograr objetivos comunes, a menudo en el contexto de la administración pública y el desarrollo de políticas.

INEC: Instituto Nacional de Estadísticas y Censos de Panamá.

Interoperabilidad: La capacidad de sistemas informáticos o software de intercambiar y hacer uso de la información, facilitando la comunicación y operación eficiente entre diferentes sistemas tecnológicos.

PAP: Portal Agropecuario de Panamá

Participación Ciudadana: Involucramiento de los ciudadanos en los procesos de toma de decisiones, especialmente en la planificación y ejecución de políticas públicas.

Plataforma Digital: Sistemas tecnológicos en línea diseñados para facilitar la centralización, el acceso y el análisis de datos a través de interfaces de usuario y bases de datos interactivas.

SENACYT: Secretaría Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación.

Sostenibilidad: Uso de recursos que no compromete la capacidad de las generaciones futuras de satisfacer sus propias necesidades, a menudo enfocado en la gestión eficiente y ética de recursos naturales.

Tecnología de la Información (TI): Uso de cualquier computadora, almacenamiento, redes y otros dispositivos físicos, infraestructura y procesos para crear, procesar, almacenar, asegurar e intercambiar todo tipo de datos electrónicos.

Agradecimiento

Este trabajo fue financiado y apoyado por la Secretaría Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (SENACYT) como parte de la Estancia en Ciencia, Tecnología y Política.

Referencias

- [1] C. Carletto, A. Dillon y A. Zezza, "Recopilación de datos agrícolas para minimizar el error de medición y maximizar la cobertura", en *Handbook of Agricultural Economics*, 2021, págs. 4407–4480. doi: 10.1016/bs.hesagr.2021.10.008.
- [2] K. Bronson, & I. Knezevic, Big Data in food and agriculture. *Big Data & Society*, 2016, 3(1), 2053951716648174.
- [3] J. Pretty, Agricultural sustainability: concepts, principles and evidence. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 2008, 363(1491), 447-465.
- [4] Secretaría Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (SENACYT). Plan Estratégico Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación 2025–2029: Cuaderno agropecuario. SENACYT. https://www.senacyt.gob.pa/wp-content/uploads/2025/04/3-PENECYT-2025-2029_Cuaderno-agropecuario.pdf
- [5] Ministerio de Desarrollo Agropecuario (MIDA). Presentación oficial del Portal Agropecuario de Panamá. Gobierno de la República de Panamá. <https://mida.gob.pa/2024/04/11/presentan-portal-agropecuario-de-panama/>
- [6] Hernández, R. Brecha digital y conectividad rural en Panamá: Retos para el desarrollo territorial. Instituto Nacional de Estadística y Censo de Panamá. 2023. https://www.inec.gob.pa/publicaciones/Default3.aspx?ID_PUBLICACION=1019
- [7] Secretaría Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (SENACYT). Memoria institucional 2024. <https://www.senacyt.gob.pa/publicaciones/wp-content/uploads/2025/02/MEMORIA-2024SENACYT-14-de-enero-2025.pdf>
- [8] Banco Mundial. Uruguay: Sistema Nacional de Información Agropecuaria (SNIA). World Bank Group. 2016. <https://documents.worldbank.org/en/publication/documents-reports/documentdetail/998401468274543917/uruguay-sistema-nacional-de-informacion-agropecuaria-snia>
- [9] KALRO & Banco Mundial. Kenya Agricultural Observatory Platform (KAOP): Digital agriculture and big data solutions. Kenya Agricultural and Livestock Research Organization. 2020.
- [10] Comisión Europea. Horizon 2020 projects on digital agriculture: ATLAS and DEMETER. European Commission. 2021. <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/policies/future-internet-things>
- [11] Quintero, R., & Rodríguez, J. Plataformas digitales y competitividad agroalimentaria en Panamá: Enfoques estratégicos para la inserción regional. Documento técnico de investigación. 2025.
- [12] J. Manyika, Big data: The next frontier for innovation, competition, and productivity. McKinsey Global Institute, 2011.
- [13] J. Hamari, M. Sjöklint & A. Ukkonen, The sharing economy: Why people participate in collaborative consumption. *Journal of the association for information science and technology*, 2016, 67(9), 2047-2059.
- [14] R. Heeks, Information systems and developing countries: Failure, success, and local improvisations. *The information society*, 2002, 18(2), 101-112.
- [15] D. Norman, Emotional design: Why we love (or hate) everyday things. Basic books, 2007.
- [16] JD Borrero y J. Mariscal, "Un estudio de caso de una plataforma de datos digitales para el sector agrícola: un valioso sistema de apoyo a la toma de decisiones para pequeños agricultores", *Agriculture*, vol. 12, no. 6, p. 767, mayo de 2022, doi: 10.3390/agriculture12060767.
- [17] C. Ansell & A. Gash, Collaborative governance in theory and practice. *Journal of public administration research and theory*, 2008, 18(4), 543-571.
- [18] E. Ostrom, Governing the commons: The evolution of institutions for collective action. Cambridge University, 1990.
- [19] A. Kamilaris, A. Kartakoullis & FX. Prenafeta-Boldú, A Review on the Practice of Big Data Analysis in Agriculture. *Computers and Electronics in Agriculture*, 2017, 143, 23–27.
- [20] E. Brynjolfsson & A. McAfee, The second machine age: Work, progress, and prosperity in a time of brilliant technologies. WW Norton & company, 2014.
- [21] TP. Kharel, AJ. Ashworth & PR. Owens, Linking and sharing technology: partnerships for data innovations for management of agricultural big data. *Data*, 2022, 7(2), 12.
- [22] WW. Powell & PJ. DiMaggio, The new institutionalism in organizational analysis. University of Chicago press, 2012.
- [23] KG. Provan & P. Kenis, Modes of network governance: Structure, management, and effectiveness. *Journal of public administration research and theory*, 2008, 18(2), 229-252.

- [26] T. Burns, & GM, Stalker, The management of innovation. Oxford University Press, 1994.
- [27] CM. Christensen, ME. Raynor & R. McDonald, What is disruptive innovation? Harvard Business Review, 2015, 5(5).
- [28] S. Wolfert, L. Ge, C. Verdouw & MJ. Bogaardt, Big data en la agricultura inteligente: una revisión. *Sistemas agropecuarios*, 2017, 153, 69-80.
- [29] F. Zhang, W. Zhang, X. Luo, Z. Zhang, Y. Lu & B. Wang, Developing an IoT-enabled cloud management platform for agricultural machinery equipped with automatic navigation systems. *Agriculture*, 2022, 12(2), 310.
- [30] TH. Davenport, Working knowledge: How organizations manage what they know. NewYork Harvard Business School, 1998.
- [31] RS. Kaplan & DP. Norton, The Balanced Scorecard: Translating Strategy into Action. Boston: Harvard Business School Press, 1996.
- [32] S. Wolfert, MJ. Bogaardt, L. Ge, K. Soma & C. Verdouw, Directrices para la gobernanza del intercambio de datos en las redes agroalimentarias. En 7ª Conferencia Asiático-Australasiática sobre Agricultura de Precisión, Zenodo. <https://doi.org/10.5281/zenodo.105281> (Vol. 893700), 2017.
- [33] S. Ajambo, E. Kikulwe, EA. Birachi & S. Ogotu, Leveraging Digital Agriculture Innovations to drive gender-inclusive benefits in agri-food value chains: A scoping study-Uganda, 2023.
- [34] NV. Bontsa, A. Mushunje, S. Ngarava & L. Zhou, Utilisation of Digital Technologies by Smallholder Farmers in South Africa. *South African Journal of Agricultural Extension*, 2023, 51(4), 104-146.
- [35] G. Westerman, D. Bonnet & A. McAfee, Leading digital: Turning technology into business transformation. Harvard Business Press, 2014.
- [36] J. Torfing, Innovación colaborativa en el sector público: el argumento. *Revista de gestión pública*, 2019, 21(1), 1-11.
- [37] J. Hartley, Innovación en gobernanza y servicios públicos: pasado y presente. *Dinero público y gestión*, 2005, 25(1), 27-34.
- [38] J. Wanna, Gobierno colaborativo: significados, dimensiones, impulsores y resultados. *Gobernanza colaborativa: una nueva era de políticas públicas en Australia*, 2008,3-12.
- [39] AJ. Shenhar, D. Dvir, O. Levy & AC. Maltz, Éxito del proyecto: un concepto estratégico multidimensional. *Planificación a largo plazo*, 2001, 34(6), 699-725.
- [40] JD. Giraldo-Castellanos & M. Arias-ValenciaPasado, presente y futuro de la investigación en Reputación Corporativa. *Interfaces*, 2023, 6(1).
- [41] RA. Sánchez, Economía colaborativa: un nuevo mercado para la economía social. CIRIEC-España, *Revista de economía pública, social y cooperativa*, 2016, (88), 230-258.
- [42] I. Constantiou, B. Eaton & VK. Tuunainen, The evolution of a sharing platform into a sustainable business. In 2016 49th Hawaii international conference on system sciences (HICSS), 2016, (pp. 1297-1306). IEEE.
- [43] I. Domínguez Lacasa & M. Molina Vogelsang, Enhancing international collaboration in science, technology, and innovation to achieve sustainable development goals. *Science and Public Policy*, 2024, 51(3), 509-525.
- [44] H. Chkarat, T. Abid & L. Sauvé, Conditions for a Convergence between Digital Platforms and Sustainability in Agriculture. *Sustainability*, 2023, 15(19), 14195.
- [45] LA. Romani, SR. Evangelista, I. Vacari, DR. Apolinário, GJ. Vaz, EA. Speranza & SM. Massruhá, AgroAPI platform: an initiative to support digital solutions for agribusiness ecosystems. *Smart Agricultural Technology*, 2023, 5, 100247.
- [46] L. Hrustek, Sustainability driven by agriculture through digital transformation. *Sustainability*, 2020, 12(20), 8596.