

Participación de estudiantes de escuelas primarias en el proceso de muestreo climatológico en la Ciudad de Panamá

Ing. Anelly A. Román Broce

Universidad Tecnológica de Panamá
Centro de Investigaciones Hidráulicas e Hidrotécnicas
anelly.roman@utp.ac.pa

Dr. José R. Fábrega Duque

Universidad Tecnológica de Panamá
Centro de Investigaciones Hidráulicas e Hidrotécnicas
jose.fabrega@utp.ac.pa

Resumen- Esta investigación representa el primer paso en el desarrollo de una metodología que permita complementar la información meteorológica recolectada en la Ciudad de Panamá, con el aporte de centros educativos. Este trabajo se enmarcó en la ciudad de Panamá y empleó datos meteorológicos recolectados durante el año 2007 por niños de 4to a 6to grado (9-11 años) de forma puntual en 9 escuelas primarias, así como datos recolectados en tres estaciones meteorológicas automáticas de referencia. La información mostrada incluye temperatura promedio, humedad relativa promedio, y velocidad máxima del viento. Se comparan las variables tomadas en las escuelas con los valores de las estaciones de referencia. El análisis de estos resultados muestra que la diferencia de los valores entre estos grupos (escuelas vs referencia) aumenta al incrementar la distancia entre estos.

Palabras Claves- Estaciones meteorológicas, escuelas primarias, meteorología, educación en ciencias, clima.

Abstract- This research represents the first step in the development of a methodology that allows the meteorological data collected at Panama City, to be complemented with the input of elementary schools. This work was done within Panama City, and it used meteorological data collected during the year 2007 by fourth to sixth graders (9-11 years old) at 9 elementary schools, and data collected by three reference stations. The information shown includes mean temperature, mean relative humidity, and maximum wind velocity. Results of these variables measured at schools are compared with values obtained from the reference stations. The analysis of these results shows that the difference in values between these groups (schools and reference stations) is affected by the distance among them.

Keywords- Weather station, elementary schools, meteorology, science education and climate.

Tipo de Artículo: Original

Fecha de Recepción: 31 de enero de 2011

Fecha de Aceptación: 2 de junio de 2011

1. INTRODUCCIÓN

La importancia de los estudios sobre las variaciones climáticas y su influencia sobre el desarrollo de la vida en la Tierra radica en el hecho de que entre estos (clima y vida) se desenvuelven un sinfín de relaciones causa-efecto que resultan en consecuencias para ambos. (1)

El Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático (IPCC en inglés), en su II Informe (1995) reconoció la influencia humana en el calentamiento global, con el aumento de la temperatura en las capas bajas de la atmósfera. Ya para el año 2007 en su cuarto informe, el IPCC señala la existencia de un incremento en la frecuencia de precipitaciones más fuertes. (2)

Los estudios meteorológicos en Panamá se iniciaron en el año 1861 con la instalación del primer pluviómetro en la Bahía de Panamá como parte de las investigaciones para la construcción del Canal de Panamá (3). A través de un largo recorrido en la evolución de estas investigaciones en el país, en el año 1997, luego de la privatización del Instituto de Recursos Hidráulicos y Electrificación, la Gerencia de Hidrometeorología (HIDROMET) de la Empresa de Transmisión Eléctrica, S. A., toma por ley la responsabilidad de expandir, operar, mantener y prestar los servicios relacionados a la Red Nacional de Meteorología e Hidrología.

Esta labor conlleva un alto costo en tiempo y recursos, además de otros obstáculos como la falta de personal, lo disperso de las estaciones meteorológicas, el vandalismo, y el alto costo de equipos confiables y su mantenimiento. Aunado a esto, se ha incrementado la necesidad de recolectar más información meteorológica para el desarrollo de proyectos de monitoreo y alerta temprana. Una manera de lograr coleccionar los datos meteorológicos necesarios, es a través de proyectos que involucren a las comunidades

duante su ejecución, como es el caso de la Red estatal para la transformación educativa de Michoacán - México quienes buscan implementar proyectos que integren a la comunidad de aprendizaje a las nuevas tecnologías de beneficio común. Este proyecto incluye la instalación de una estación meteorológica para monitoreo atmosférico e integrándola al programa internacional de investigación y educación ambiental GLOBE, para así mismo investigar y capacitar a los educandos de diferentes niveles educativos, fomentando la formación de investigadores de los fenómenos naturales. (4)

Dentro de las comunidades, los centros de enseñanza brindan un sitio ideal para integrar eficientemente a las comunidades a través de los niños, quienes pueden desempeñarse junto con sus maestros como entes multiplicadores de conocimientos y acción.

De allí, que tanto a nivel internacional como nacional se hayan hecho esfuerzos en este sentido. A nivel internacional, se pueden mencionar los programas GLOBE y KidSmart (5-6). De estos proyectos, GLOBE tiene una presencia en Panamá. En el año 2008, 71 centros escolares a nivel nacional habían sido inscritos en este programa, sobre todo en áreas de alta vulnerabilidad y riesgo ambiental. Sin embargo, actualmente, el número de participantes activos ha disminuido entre otras razones por la falta de incentivos de participación y traslado de personal capacitado (7).

Igualmente, a nivel nacional, ETESA inició en el año 2006 el Proyecto Lluvia, fuente de vida, el cual consiste en la instalación de pluviómetros tipo Hellmann en diversas escuelas de la provincia de Panamá, para la medición manual una vez al día de esta variable meteorológica. Para el año 2008 participaban 10 escuelas.

Finalmente, en el año 2006, el Centro de Investigaciones Hidráulicas e Hidrotécnicas (CIHH) de la **Universidad Tecnológica de Panamá** inició el Proyecto “Clima y Niñez: Medición de variables meteorológicas simples como experiencia motivadora para el aprendizaje

de las ciencias en escuelas primarias”. Este proyecto se enfocó en la medición de parámetros meteorológicos básicos como: temperatura, humedad relativa, precipitación, velocidad de viento, y nubosidad para niños entre cuarto y sexto grado en escuelas del área metropolitana de la Ciudad de Panamá (Distritos de Panamá y San Miguelito) (9).

El trabajo presentado en este artículo tiene como objetivo verificar los resultados de los datos recolectados durante el desarrollo del Proyecto Clima y Niñez, a través de la comparación de estos datos con mediciones obtenidas en estaciones de referencia instaladas en el área de estudio. Se busca analizar una metodología alternativa que permita complementar la información meteorológica que se recolecta actualmente en la Ciudad de Panamá mediante la integración de las comunidades y empleando los centros educativos como caso de estudio.

2. MATERIAL Y MÉTODO

El Proyecto Clima y Niñez se enfocó en la medición de parámetros meteorológicos básicos como temperatura, humedad relativa, precipitación, velocidad del viento y nubosidad, por parte de niños de 4to a 6to grado (9-11 años) de forma puntual en escuelas primarias, y su posterior comparación con datos recolectados en estaciones meteorológicas automáticas de referencia.

Para la obtención de estas variables, durante el año escolar 2007 se instalaron en las escuelas estaciones meteorológicas marca Oregon Scientific WMR968. Los estudiantes debieron obtener la información a partir de la consola del equipo y anotarlas en hojas especialmente diseñadas para tal fin. Adicionalmente, se instalaron tres estaciones meteorológicas marca Davis Vantage Pro utilizadas como estaciones de referencia, por ser equipos de medición más robustos, y con la capacidad de almacenar datos. Este trabajo se concibió como una investigación aplicada en las áreas de la meteorología y de la educación de las ciencias. Por zonas de

logística, se limitó el número de escuelas participantes a 19 (Ver figura 1) de un total de 60 consideradas, dentro del área metropolitana (distritos de Panamá y San Miguelito) (9). La escogencia de las escuelas se basó principalmente en los siguientes aspectos: localización geográfica, interés de las autoridades de la misma, seguridad, facilidad de instalación, y número de estudiantes. Como una forma de asegurar, una homogeneidad en los criterios de lectura y anotación de datos por parte de los niños participantes, se dictó una capacitación a los docentes coordinadores del proyecto de los planteles participantes previo al inicio del período escolar. Esta capacitación tuvo una duración de seis horas, cubriendo temas como: generalidades del proyecto, conceptos de meteorología, observaciones diarias, el equipo instalado, utilización de la consola, cuidados, mantenimiento y actividades a realizar con los niños. En este mismo sentido, una vez iniciado el período escolar 2007, se dictó un taller de dos horas en cada plantel donde se afianzó la utilización del equipo en grupos compuestos por los docentes previamente capacitados, docentes

recién integrados al proyecto y sus respectivos estudiantes.

Los datos recolectados, se introdujeron en bases de datos que permitieron el estudio y selección de las variables y períodos a utilizar. El análisis realizado de los datos recolectados por las escuelas nos permitió seleccionar los datos correspondientes a los meses de mayo a octubre del año 2007, pues de esta forma se cumplía con los requisitos de contar con cinco meses o más de datos continuos y presentar registros con más de dos mediciones diarias. Estos requisitos fueron fijados con el fin de lograr la uniformidad y evitar trabajar con datos faltantes. Las variables consideradas fueron los valores para las variables temperatura promedio mensual, humedad relativa promedio mensual y velocidad del viento máximo mensual para las nueve escuelas que aprobaron los criterios de selección. máximo mensual para las nueve escuelas que aprobaron los criterios de selección.

3. RESULTADOS

La información recolectada permitió, confeccionar un mapa para cada variable y mes,

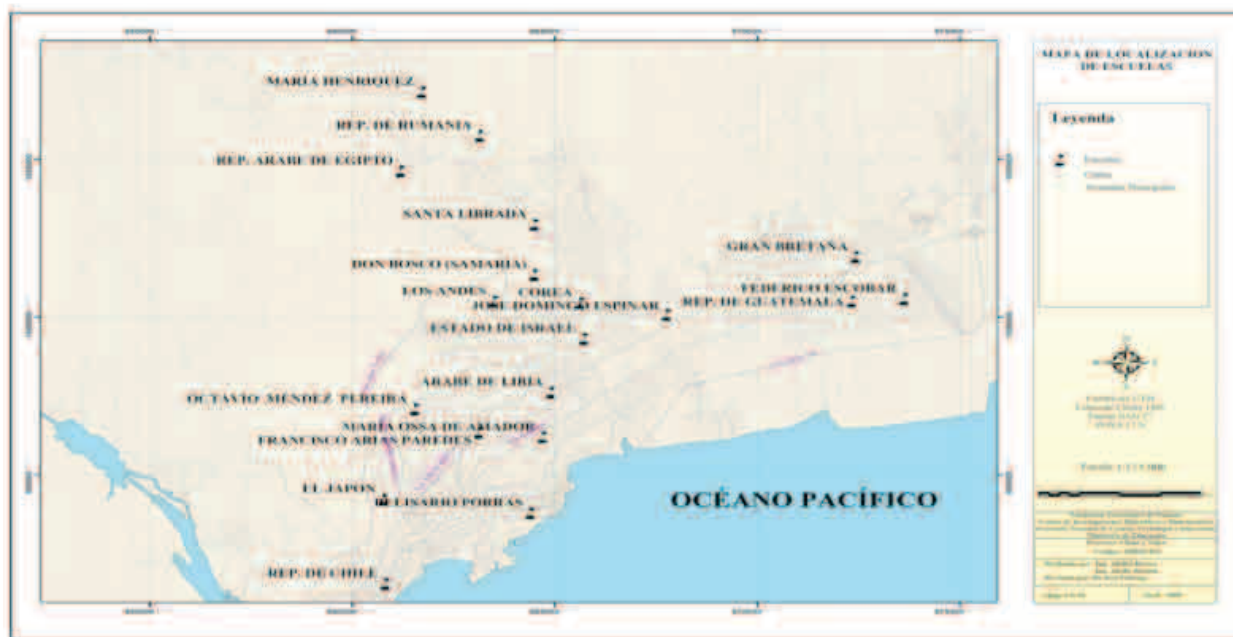


Figura 1. Localización de las 19 escuelas participantes en el proyecto Clima y Niñez. Datos de todas estas escuelas, a excepción de Belisario Porras, fueron empleados en este trabajo.

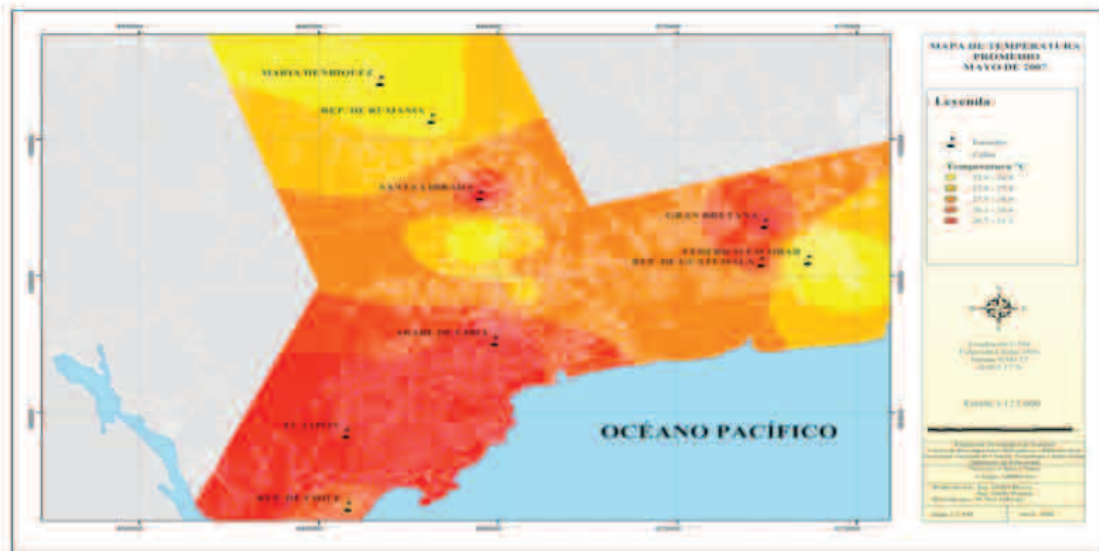


Figura 2. Mapa de distribución de la temperatura promedio para el mes de mayo de 2007. Este es uno de los 18 mapas confeccionados con los valores recolectados por los estudiantes de las nueve escuelas seleccionadas, y en él se observa la variación de la temperatura promedio registrada.

con el fin de incentivar a los estudiantes a continuar su trabajo a través de una muestra gráfica del fruto del esfuerzo realizado. Un ejemplo de estos mapas se muestra en la Figura 2. Después de completar esta fase, se tabuló la distancia de cada una de estas 9 escuelas con respecto a las tres estaciones de referencia, con el fin de lograr la distribución en tres regiones de estudio, una para cada estación de referencia. En la Tabla 1 se muestra la comparación de las distancias entre las estaciones de referencia y las estaciones de estudio.

En base a los datos mostrados en la Tabla 1, se decidió trabajar con las tres estaciones más cercanas a la estación de referencia correspondiente, dando por resultado los siguientes grupos:

- Región Panamá Este: Formada por las escuelas Gran Bretaña, Federico Escobar y República de Guatemala comparadas con la estación del C.I.H.H. ubicada en la sede Tocumen de la U.T.P. Tiene una distancia promedio a la estación de 2.93Km.
- Región Panamá Centro: Formada por las escuelas Árabe de Libia, El Japón y República de Chile comparadas con la estación ubicada en El Dorado. Tiene una

distancia promedio a la estación de 3.58 Km.

- Región San Miguelito: Formada por las escuelas María Henríquez, República de Rumania y Santa Librada comparadas con la estación de referencia ubicada en Las Cumbres. Tiene una distancia promedio a la estación de 4.71Km.

Con la información para estas nueve estaciones, agrupadas en tres regiones, se confeccionaron gráficas donde se comparan el promedio de las mediciones de las tres estaciones de estudio con respecto a su estación de referencia. En la Figura 3 se comparan las gráficas correspondientes a la temperatura promedio de las regiones Panamá Este y San Miguelito, para los seis meses tomados en cuenta en este estudio. Durante este período, los datos observados fueron analizados empleando como función objetiva para la comparación de las diferencias de resultados entre las estaciones en las escuelas y las estaciones de referencia la varianza, la cual se expresa matemáticamente de la siguiente forma:

$$Varianza = \frac{\sum_{j=1}^{j=n} (V_{ref} - V_{est})^2}{n} \quad (1)$$

donde *varianza* es el promedio de la suma de los

residuos al cuadrado, n es el número de datos estudiados para la región, V_{ref} y V_{est} es el dato correspondiente a la estación de referencia y al promedio de las estaciones de estudio (escuelas), respectivamente. De lo anterior, se asume una mayor precisión por parte de las estaciones marca Davis empleadas de referencia que las estaciones marca Oregon. Al emplear esta metodología se observa que los resultados más cónsonos a las estaciones de referencia ocurren en los valores mínimos de varianza (10).

En la tabla 2, se muestra el resultado obtenido aplicando la ecuación (1) en la base de datos bajo estudio.

En esta tabla se comparan los valores para la varianza obtenida para cada variable, correspondiente a cada una de las regiones estudiadas. Obsérvese que esta aumenta con el aumento de distancia promedio a la estación de referencia. Esta tabla no cuenta con resultados para la variable humedad relativa promedio en la región Panamá Centro debido a problemas en la programación del equipo.

Adicional a la data meteorológica obtenida, durante este proyecto los docentes desarrollaron actividades que permitieron la integración de los nuevos conocimientos tales como laboratorios en la asignatura ciencias naturales, prácticas con operaciones matemáticas y confección de gráficas numéricas de los datos recolectados, desarrollo de vocabularios, cuestionarios y dípticos en la

asignatura Español, entre otras.

4. DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos en la tabla 2, parecen indicar una tendencia marcada de las estaciones instaladas en las escuelas a acercarse a los valores de las estaciones de referencia como función de la proximidad a estas. Esta observación se basa tal como se presentó en la sección anterior en la utilización de la varianza como función objeto, lo cual brinda dos beneficios importantes: i) al incluir esta ecuación en el cálculo de residuos, se obtiene una idea de la dispersión de las observaciones individuales alrededor del promedio (a menor valor absoluto de los residuos se presenta una menor dispersión de los datos estudiados (11)); y ii) esta expresión incluye la suma de los residuos al cuadrado (SRC), con la cual se evitan errores en la determinación de la dispersión, dado que no habrá cancelación de residuos por razones de dualidad de signos.

Del desarrollo de esta investigación se determinó que al aumentar la distancia entre las estaciones ubicadas en las escuelas con respecto a las estaciones de referencia, aumentó el error de las mediciones expresadas a través del valor de la varianza de los datos brindados por las escuelas y las estaciones empleadas como referencia. Esto es, se obtienen valores más cónsonos para los mínimos de varianza mostrada.

Tabla 1. Comparación de la distancia entre las estaciones de estudio y las estaciones de referencia.

Ubicación de la estación escolar	Distancia a la estación de referencia (Km)		
	El Dorado	Las Cumbres	CIHH*
El Japón	2.20	14.50	16.50
República de Chile	4.90	17.15	18.00
Al-Yamahiria Árabe de Libia	3.65	12.10	11.30
María Henríquez	10.80	2.40	14.15
República de Rumania	9.50	4.40	12.35
Santa Librada	7.25	7.35	10.60
Gran Bretaña	12.20	14.25	2.80
Federico Escobar	12.80	15.95	2.50
República de Guatemala	11.55	14.90	3.50

CIHH: Centro de Investigaciones Hidráulicas.

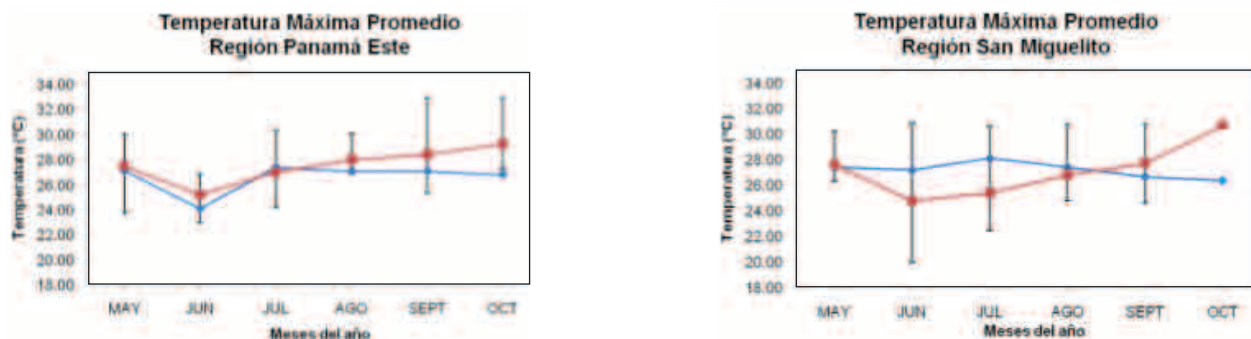


Figura 3. Gráficos comparativos de temperatura máxima promedio para dos regiones. La línea roja indica el promedio de las mediciones hechas por los niños del estudio, la línea azul indica la medición de la estación de referencia y las barras negras indican el Rango de Observaciones de las mediciones de las estaciones de estudio ubicadas en las escuelas.

Tabla 2. Varianza para cada una de las variables y regiones comparadas.

Variable	Varianza para cada región		
	Región San Miguelito	Región Panamá Centro	Región Panamá Este
Temperatura Máxima Promedio	13.81	12.26	7.57
Humedad Relativa Promedio	467.65	N/D	278.72
Velocidad Máxima del Viento	17.07	15.28	4.72
Distancia Promedio a la Estación de Referencia	4.71 km	3.58 km	2.93 km

N/D = no hay datos

Las estaciones instaladas como referencia, al ser más robustas contaban con sensores mucho más sensibles, brindando un mayor aporte en la precisión de los datos en comparación con las estaciones escolares. Esta diferencia entre las estaciones pudo afectar los resultados. Sin embargo, no fue tomada en cuenta para este estudio debido a que se buscaba ensayar una metodología que motivara a los estudiantes a desarrollar actividades relacionadas a la ciencia. Para este caso, se logró la interacción con una estación meteorológica sencilla, realizar experiencias de laboratorio relacionadas al equipo instalado, realizar actividades y presentaciones en el aula sobre los nuevos temas en asignaturas como ciencias naturales, matemáticas, español e inglés obteniendo como valor agregado información meteorológica que pudiera ser utilizada por la comunidad científica.

En cuanto a la información recolectada durante este estudio, ésta es solamente válida como referencia para el establecimiento de

nuevos proyectos meteorológicos, debido a que la información la recolectaron los estudiantes y que por motivos de seguridad del equipo la instalación no siguieron de forma rigurosa los criterios de la Organización Meteorológica Mundial para la instalación de las estaciones meteorológicas (12). Por ejemplo, en la escuela Gran Bretaña la estación meteorológica se instaló en un tubo de acero anclado a una de las vigas de techo de uno de sus pabellones (el más alto); obligando a que esta estación quedara instalada sobre el patio interno del plantel con el fin de protegerla del vandalismo. Para este caso la proximidad al techo pudo incrementar la temperatura registrada a la vez que los datos de velocidad y dirección del viento se pudieron ver afectados por la ubicación de la estación en relación con la distribución de los edificios del plantel.

5. CONCLUSIÓN

De establecer pautas científicas de más rigor en la ejecución de proyectos como "Clima y

Niñez", la información obtenida puede ser utilizada para identificar tendencias en el comportamiento de las variables meteorológicas estudiadas y apoyar al establecimiento e instalación de un sistema de alerta temprana a través de la instalación de estaciones meteorológicas que permitan el monitoreo en una zona delimitada. A la vez que se tiene a favor la inclusión de los jóvenes en un estudio científico con amplios beneficios para la comunidad en que viven.

Al comparar los datos de las estaciones de las escuelas con los datos de las estaciones de referencia se observa una tendencia al aumento en las diferencias de los mismos, expresado por la suma de los residuos al cuadrado (SRC) con el aumento de la distancia promedio a la estación de referencia. Este tipo de patrón puede ser un indicador que la cercanía de las estaciones a emplear es fundamental para obtener resultados más confiables.

Para estudios posteriores basados en proyectos similares, se recomienda instalar el mismo tipo de estaciones meteorológicas en todos los puntos de estudio y prestar una especial atención a las capacitaciones. Éstas deberán ser dirigidas tanto a docentes como a grupos mixtos de docentes y estudiantes con el fin de fortalecer la participación dentro del aula.

6. AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a la Secretaría Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (SENACYT), por el financiamiento brindado para el desarrollo de esta investigación, a través de la Propuesta EST08-049 A, dentro del Programa de Estímulo a Actividades de Ciencia y Tecnología, y de la propuesta APR06-016, dentro del programa de Innovación en el Aprendizaje de las Ciencias.

Al Ingeniero Erick Vallester, Director del Centro de Investigaciones Hidráulicas e Hidrotécnicas, quien junto a un excelente equipo de trabajo fue un apoyo incondicional y sin el cual no hubiera sido posible la realización de esta investigación.

Igualmente, se agradece a todos los directores, personal docente y niños participantes del Proyecto Clima y Niñez, cuyo esfuerzo permitió recolectar los datos que se presentan.

7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] Cabrera, A.P., "Calentamiento Global",

Edición 1, pp. 34, 2003.

- [2] Cuarto Informe de Evaluación del Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático 2007 [en línea], <http://www.ipcc.ch> [Consulta: 2008].
- [3] H.I.D.R.O.M.E.T. – E.T.E.S.A. Presentación oral "La importancia del estudio de los recursos hídricos en Panamá", Diplomado en Gestión Integrada de los Recursos Hídricos, Universidad Tecnológica de Panamá. p.46, 2008.
- [4] Oseguera Figueroa, L., Hernández Aguilar, A., "Metodología de proyectos en el nivel tecnológico superior para la integración de la comunidad de aprendizaje", VI Encuentro Iberoamericano de colectivos y redes de maestros/as que hacen investigación e innovación desde la escuela, 2011.
- [5] KidSmart Early Learning Program, Guide to Early Learning & Technology for Home and School [En línea], http://www.kidsmartearlylearning.org/SP/home/about/about_2.htm [Consulta: 2008].
- [6] Programa GLOBE, "Misión, Visión y Metas", [en línea], <http://www.globe.gov/fs1/html/aboutglobe.cgi?vision&lang=es&nav=1> [Consulta: 2008].
- [7] Comunicación personal con la Ing. Adilia O. de Pérez de la Dirección de Educación Ambiental, Ministerio de Educación, 2009.
- [8] McGregor, Glenn & Nieuwolt, S. Tropical Climatology. Edición 2, Editorial John Wiley & Sons, Ltd., p. 339, 1998.
- [9] Fábrega, J., Garibaldi, O., Román, A., Crespo, B., "Manual Para el Desarrollo del Proyecto Clima y Niñez: Medición de variables meteorológicas simples como experiencia motivadora para el estudio de las ciencias en escuelas primarias", pp. 60. 2008.
- [10] Fábrega J., "Modelo de transferencia de fase de bases orgánicas en sistemas suelo-agua", Revista I+D Tecnológico, pp. 65-70, 2005.
- [11] Matus, R. Hernández, Martha García, E. "Estadística", Instituto Politécnico Nacional, México, 2003.
- [12] Román, Anelly, "Utilización de escuelas primarias como estaciones de muestreo climatológico en la ciudad de Panamá", Tesis de Licenciatura, Universidad Tecnológica de Panamá, pp. 123, 2009.