



Centro Regional Universitario de Colón, Universidad de Panamá

CIENCIAS  
TECNOLOGÍA  
COLÓN  
NEGOCIOS

# REVISTA

COLÓN  
CIENCIAS  
TECNOLOGÍA  
NEGOCIOS



ISSN: 2313-7819

Publicación Semestral  
Volumen 3 número 1  
Julio 2016

1

BIOLOGÍA  
AMBIENTAL

## PROPUESTA PARA EL MANEJO DE DESECHOS SÓLIDOS URBANOS EN DOS COMUNIDADES DE LA PROVINCIA DE COLÓN

Diosveira González<sup>1</sup>, Giovana Marin<sup>1</sup> y Vitzel Victoria<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Universidad de Panamá, Centro Regional Universitario de Colón. Facultad de Ciencias Naturales, Exactas y Tecnología. Escuela de Biología. Correo electrónico: [diosveyra@hotmail.com](mailto:diosveyra@hotmail.com); [giovanch@gmail.com](mailto:giovanch@gmail.com)

<sup>2</sup> Universidad de Panamá, Centro Regional Universitario de Colón. Facultad de Ciencias Naturales, Exactas y Tecnología. Departamento de Zoología. Correo electrónico: [vitzelvi@hotmail.com](mailto:vitzelvi@hotmail.com)

### Resumen

El mal manejo de los desechos sólidos urbanos provoca innumerables problemas tanto para el ambiente como a los seres humanos. Este estudio se realizó en dos comunidades del área Transisthmica de la provincia de Colón, Nuevo México, Sector #1, corregimiento de Sabanitas y Residencial La Victoria corregimiento de Cristóbal. Se aplicaron encuestas a los residentes de ambas comunidades, con el objetivo de evaluar la situación actual del mal manejo de los desechos sólidos urbanos en ambas comunidades, indagando a los encuestados sobre los desechos y sobre quién recae la responsabilidad de su adecuado manejo. Entre los resultados, se destaca la percepción de los encuestados sobre la labor de la empresa Agua Aseo así como el grado de responsabilidad comunitaria. Una vez identificados los problemas, los autores proponen estrategias a corto, mediano y largo plazo que darían solución al problema.

**Palabras claves:** Desechos, comunidad, irresponsabilidad, contaminación.

### Abstract

Mismanagement of city solid waste causes many problems for both the environment and humans. This study was conducted in two communities of the Transisthmian area of province of Colon, Nuevo Mexico, Sector # 1, Sabanitas County and Residencial La Victoria, Cristobal County. The survey was applied to the residents of both communities, Nuevo Mexico and Residencial La Victoria, with the objective of evaluating the current situation of solid waste mismanagement in both places, inquiring to the respondents about solid waste and who is responsible of its management. Among results, the research highlights about the perceptions of Agua Aseo, and its communitarian responsible levels. Once the problems are identified, the authors propose short, medium and long term strategies that would solve the problem.

**Keywords:** Waste, community, irresponsibility, pollution.

**Citación:** González, D. Marín, G. & Victoria, V. (2016). Propuestas para el manejo de desechos sólidos urbanos en dos comunidades de la provincia de Colón. Revista Colón Ciencias, Tecnología y Negocios 3 (1): 1-7

**Recibido:** 05 de enero de 2016

**Correspondencia al autor:** [disveyra@hotmail.com](mailto:disveyra@hotmail.com) (Diosveira González)

## **INTRODUCCIÓN**

Los residuos sólidos que se producen en las zonas urbanas constituyen la mayor cantidad de residuos generados a gran escala, precisando de un sistema periódico de recolección para su adecuado tratamiento en los vertederos municipales (Bautista, 2000), por lo que su mal manejo provoca graves problemas tanto para el ambiente como a los seres humanos (Troya, 2012).

A nivel nacional existe un mal manejo de los desechos sólidos. Se estima que diariamente se generan más de 2.600 toneladas de residuos en el país, de las cuales un 76% se producen principalmente en las provincias de Colón, Chiriquí y Panamá (ANAM, 2007). Las fallas en las etapas de eliminación de los desechos provocan esta problemática, muchas veces la basura que se recoge queda libre, causando el Mal depósito de los desechos quedando expuestas a los animales domésticos y salvajes que se sienten atraídos por el olor de los residuos, y a fenómenos naturales. (Jaramillo, 2003), al quedar expuesta se esparcen y llegan a quebradas, o zanjas, provocando inundaciones (Hackshaw, 2012).

De acuerdo al Resumen Ejecutivo del Manejo de Basura en Colón Panamá- 2011, se estima que el flujo diario de basura en el distrito de Colón es de 300 a 400 toneladas, aproximadamente unas 0.4 a 0.6 toneladas anualmente (Thomson, 2011). Estos datos son comparados con los números de los Estados Unidos; cada persona genera 0.8 toneladas en promedio. Colón genera 330 toneladas por día, y aproximadamente 110000 toneladas anuales (Thomson, 2011). La causa de estas cifras se debe generalmente a la cultura de “usar y tirar” la cual se ha extendido a todo tipo de bienes de consumo.

La falta de cultura ambiental que poseen los ciudadanos de nuestra provincia, contribuye aún más a la problemática actual frente al mal manejo de los desechos, debido a los malos hábitos de las personas en arrojan la basura desde los vehículo, autobuses, o la depositan en los sitios incorrectos (Bautista, 2000).

Este proyecto tiene como fin evaluar la situación actual del manejo de los desechos sólidos en las comunidades La victoria y Nuevo México sector #1 en la Provincia de Colón y a la vez sugerir métodos para mejorar esta problemática.

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

Este estudio se realizó en dos comunidades de la provincia de Colón, Panamá. La comunidad de Nuevo México #1 se localiza en las coordenadas 9°20'N 79°48'O, en el

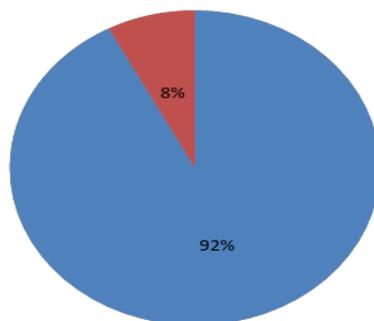
Corregimiento de Sabanitas. La segunda barriada Residencial La Victoria esta se localiza en las coordenadas  $9^{\circ}31' N$ ,  $-79^{\circ} 89' O$ , en el corregimiento de Cristóbal.

Se hicieron visitas periódicas, realizándose 20 encuestas por comunidad, dando un total de 40 encuestados. Las encuestas constaban de 10 preguntas, las cuales estaban divididas en dos áreas de conocimientos: general (preguntas 1-4) y sobre el conocimiento del problema y valoración de las consecuencias del mal manejo de los desechos en sus respectivas comunidades (preguntas 5-10).

Para este estudio se estableció un muestreo sistemático, tomando en cuenta principalmente las residencias cercanas a los sitios de depósito de la basura, considerando que son las viviendas más afectadas por la problemática de la inadecuada disposición de los desechos sólidos en las comunidades objeto de estudio. Los datos obtenidos de las encuestas fueron tabulados en Excel, agrupándolos con características similares, estas se compararon en un marco teórico fijado previamente, para ello se hizo una inmersión de los datos, lo que permitió posteriormente una categorización óptima, permitiendo una descripción de la información recabada. Para el análisis, se empleó estadística descriptiva aritmética de frecuencias y porcentajes, apoyada en gráficas para su interpretación.

## RESULTADOS

Tomando como base los resultados de las encuestas realizadas a 40 personas de las comunidades Residencial La Victoria y Nuevo México Sector #1 sobre el conocimiento acerca del mal manejo de los residuos sólidos urbanos, se pudo detectar que los residentes tiene conocimiento acerca del problema que se enfrentan frente a este problemática.



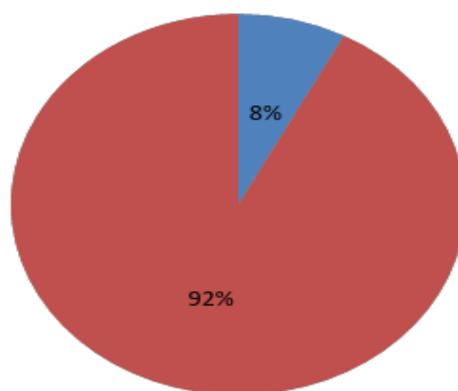
**Figura 1** Conocimiento de los encuestados acerca del daño que está provocando el mal manejo de la basura en su comunidad.

Para la pregunta **¿Maneja usted adecuadamente los desechos sólidos?** El 92% de los encuestados indicó que de acuerdo a su criterio y conocimientos del tema, considera que hace un buen manejo de los desechos sólidos en su hogar (Figura 1).

Respeto a la pregunta **¿Conoce los efectos del mal manejo de los desechos sólidos en su comunidad?** 92% de los encuestados indica tener conocimiento de lo que puede causar el mal manejo de los desechos en ambas comunidades.

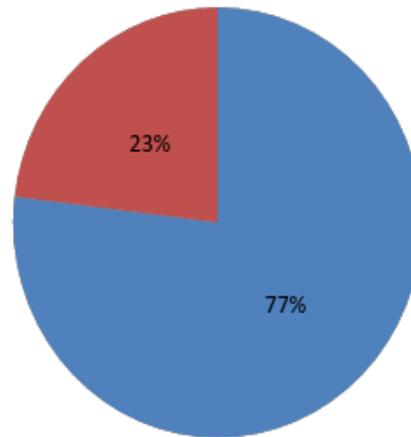
Se les consulto **si sacaban los desechos domiciliarios los días de recolección estipulados** a lo cual el 100% de los encuestados en ambas comunidades indico hacerlo a tiempo

Al consultárseles sobre **Soluciones apropiadas para el mal manejo de los desechos sólidos en sus comunidades**, 92% de los encuestados indicaron que se debe implementar principalmente programas de reciclaje comunitario y de educación ambiental (Figura 2).



**Figura 2.** ¿Qué solución es la más apropiada para mejorar el problema del mal manejo de los desechos sólidos.

Ante la pregunta **¿Cómo califica la labor de la empresa recolector de basura en su comunidad?** El 77% de los encuestados indicó que la labor es excelente y un 23% como buena, sin embargo consideran debe hacerse mejorar al sistema de recolección, especialmente en cuanto al número de veces que es recolectada (Figura 3).



**Figura 3.** Porcentaje de respuestas de los encuestados al solicitárseles calificar la labor de la empresa recolectora de desechos sólidos en sus respectivas comunidades.

## DISCUSIÓN

De acuerdo a los resultados obtenidos en ambas comunidades se pudo conocer que poseen el conocimiento acerca del problema de la mala disposición de los desechos sólidos que enfrentan sus comunidades. Los residentes, tanto de la comunidad de Nuevo México como de Residencial La Victoria señalan que el problema no radica en el proceso de recolección realizado por la empresa Agua Aseo, ya que clasifican el trabajo realizado por dicha empresa como satisfactorio, sin embargo, se evidenció que los moradores de ambas comunidades no disponen de manera correcta de los desechos producidos diariamente, aun cuando indican también sacarlos los días asignados a la recolección, lo cual no se ve reflejado en los pequeños vertederos improvisados a lo largo de la vía de acceso de ambas comunidades.

La problemática de los desechos sólidos debe ser tratado de manera integral, debe ser un trabajo tanto de los miembros de la comunidad, la empresa encargada de la recolección de la basura y las autoridades de cada corregimiento, de esta manera el problema se trate de manera más sencilla y con resultados duraderos, aplicando lo dice el Artículo 115 de la Constitución de 1972, donde especifica que el estado y todos los habitantes del territorio nacional tienen el deber de proporcionar un desarrollo social y que prevenga la contaminación del ambiente, que mantenga el equilibrio ecológico y evite la destrucción de los ecosistemas (PNUMA,1999).

Dentro de las posibles propuestas que surgen de las opiniones de los encuestados está el implementar políticas orientadas a la educación ambiental a los ciudadanos. Según estudios realizados en la provincia de Colón en el 2015, donde se refleja que la falta de educación ambiental que existente en nuestra provincia, hace que las personas ignoren de aquellos otros usos que se le da a lo que se considera como basura, siendo a criterio de las autoras uno de los principales factores agravantes de este problema en las comunidades (González *et al.*, 2015).

Igualmente se propone mejorar los sitios de disposición para el depósito adecuado de los desechos, los cuales consisten en contenedores o casetas donde se pueda depositar la basura y que no afecte directamente a las comunidades estudiadas.

## **CONCLUSIÓN**

El volumen de las basuras crece y crece de forma desorbitada, estos residuos se conviertan en un gran problema, pero algunas soluciones prácticas y sencillas están en nuestras manos, para así evitar todo tipo de problemas ocasionados por la contaminación y el manejo de los desechos sólidos.

Implementar soluciones para el mejoramiento de los desechos es la clave para disminuir los riesgos ocasionado por estas malas prácticas. Para que el mejoramiento de los problemas de la basura se logre, se debe trabajar de manera integral entre los miembros de la comunidad y las autoridades encargadas, de esta manera el problema se tratarán de una manera más sencilla, y con resultados más duraderos.

El almacenamiento en vías y lugares públicos, deben ser más estudiados, ya que al colocar los contenedores en parques o calles, estos se saturan con el pasar de solo un par de días, regando muchas veces los desechos en el área, es solo una observación que se puede dar, si las autoridades encargadas le dan seguimiento a estos contenedores, podrían funcionar de mejor manera. Por otro lado, se recomienda informar a las autoridades correspondientes acerca de la problemática que presenta el residencial a fin de poder iniciar un plan de mitigación de las consecuencias hechas por la mala disposición de desechos sólidos así como implementar charla periódicas con los habitantes del residencial para que esto seas informados sobre las buenas prácticas ambientales.

Ampliar la información suministrada por este proyecto para obtener muchos más datos que nos indiquen el origen de la problemática para así poder tener mejor panoramas de la medidas futuras a tomar.

## **AGRADECIMIENTOS**

Los autores desean agradecer a los miembros de las comunidades de Nuevo México # 1 y Residencial La Victoria por su disposición en la participación de las encuestas y generar dichos resultados. De igual forma agradecen a Alfredo Lanuza-Garay por el apoyo en la realización de este manuscrito.

## **REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

Álvarez, E. (2012). Manejo de los desechos sólidos y su relación con la contaminación ambiental del sector Vista Hermosa. (Tesis de pregrado). Universidad Tecnológica Equinoccial. Ecuador. Recuperado de <http://repositorio.ute.edu.ec/handle/123456789/2937>

Bautista, C. (2000). Consideraciones generales sobre la gestión de residuos sólidos en El Salvador. Revista Theorethikos, 3(4). Recuperado de <http://www.ufg.edu.sv/ufg/theorethikos/enero2001/cientifico02.htm>

González, L., Loredón, Y. & Victoria, V. (2015). Contaminación por Desechos Sólidos y Orgánicos en dos Afluentes del Sector de la Transistmica, Provincia de Colón. Revista Colón Ciencias, Tecnología y Negocios 2 (2): 16-26

Hackshaw, Y. (2012). Ideas para solucionar el problema de la basura. Panamá América. Recuperado de <http://www.panamaamerica.com.pa/Content/Ideas-Para-Solucionar-ElProblema-De-La-Basura>

Jaramillo, J. (2003). Efectos De La Inadecuada Gestión De Residuos Sólidos. Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente. Medellín, Colombia: Universidad de Antioquía.

PNUMA (Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente). (1999). Manual de legislación ambiental de Panamá.

Thompson, P.V., Herman, P.J., Downey, M., Pack, H. & Stoner, L. (2011). Resumen Ejecutivo del Manejo de Basura en Colón, Panamá: Un Estudio de Estrategias Seleccionadas. Universidad de Virginia.

# 2

ENTOMOLOGÍA

## ABUNDANCIA Y DISTRIBUCIÓN DE LARVAS DE AEDES AEGYPTI (DIPTERA: CULICIDAE) Y DISPERSIÓN DEL DENGUE EN LA CIUDAD DE COLÓN

Yatzuri Carrasquilla<sup>1</sup>, Yadira Valdés<sup>1</sup>, Yolanda de Niño<sup>2</sup> y Alfredo Lanuza-Garay<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Universidad de Panamá, Centro Regional Universitario de Colón. Facultad de Ciencias Naturales, Exactas y Tecnología, Escuela de Biología. [yoleni04@hotmail.es](mailto:yoleni04@hotmail.es), [maria01997@hotmail.com](mailto:maria01997@hotmail.com)

<sup>2</sup>Universidad de Panamá, Centro Regional Universitario de Colón. Facultad de Ciencias Naturales, Exactas y Tecnología, Departamento de Biología de la Conservación. [yolandamorenodenino@gmail.com](mailto:yolandamorenodenino@gmail.com)

<sup>3</sup> Universidad de Panamá, Centro Regional Universitario de Colón. Facultad de Ciencias Naturales, Exactas y Tecnología, Departamento de Zoología. [alfredo.lanuza26@gmail.com](mailto:alfredo.lanuza26@gmail.com)

### Resumen

El dengue es una enfermedad viral en humanos transmitida por el mosquito *Aedes aegypti* Linnaeus, 1758, principal vector en América. Se realizó un estudio sobre la abundancia y distribución de las larvas de mosquito en la ciudad de Colón de agosto 2014 a febrero 2015. La ciudad se dividió en 19 bloques, tomando muestras de larvas de *A.aegypti* en cada uno de los bloques establecidos y calculando la densidad poblacional (IDL). Conjuntamente con los casos de dengue se elaboraron mapas de dispersión de la enfermedad. Durante los meses de septiembre y octubre se registró la abundancia más alta de larvas (155 y 100); los bloques con índices más altos fueron el 3 (Barrio Norte) y 9 (Barrio Norte) en septiembre, y para el mes de octubre los bloques 4 (Barrio Norte) y 10 (Barrio Norte), mientras que los bloques 1 (Barrio Norte) y 18 (Barrio Sur) presentaron los menores índices (0.0). Los cálculos del IDL/bloque arrojan que el bloque 3 (Barrio Norte) presentó el mayor IDL (2.83), seguido de los bloques 9 y 10 (2.33 y 2.04), lo que representa zonas de alto riesgo epidemiológico. Los valores de mayor asociación de las correlaciones de Pearson ( $p < 0.05$ ) entre la abundancia poblacional de larvas se obtuvo con la temperatura promedio ( $r=0.432$ ) y la humedad relativa ( $r=0.435$ ). La correlación entre el IDL/Factor epidemiológico fue más alta ( $r=0.98$ ). El mapa de dispersión epidemiológica sirve como una medida del riesgo de la enfermedad en la Ciudad de Colón, utilizándose para desarrollar mejores estrategias de control del mosquito en la ciudad.

**Palabras claves:** *Aedes aegypti*, mosquitos, Colón, Barrio Norte, Barrio Sur

### Abstract

Dengue is an important disease that affects humans and is transmitted by *Aedes aegypti* Linnaeus, 1758. A study on larvae abundance and distribution, as well as their relationship with dengue dispersion, was carried out from August 2014 to February 2015 in Colon City. The study included two sectors, Barrio Norte and Barrio Sur, within 19 blocks. Samples of mosquito larvae were taken on each block. The larvae density index (LDI) was calculated and epidemiology data was also used to obtain the dengue dispersion map. The highest abundance of larvae (155 and 100) was found in September and October, 2014. In both September and October, block 3 (Barrio Norte) and block 9 (Barrio Norte) during September, and block 4 (Barrio Norte) and block 10 (Barrio Norte) during October. Meanwhile block 1 (Barrio Norte) and block 18 (Barrio Sur) showed the lowest LDI (0.0). The block LDI measures showed block 3 (Barrio Norte) have the highest LDI (2.83), follow by blocks 9 and 10 (2.33 and 2.04) with the highest epidemiology dengue dispersion. The Pearson correlation ( $p < 0.05$ ) showed better values with the mean temperature ( $r=0.432$ ) and relative humidity ( $r=0.435$ ); while the cases of dengue is mostly related with the number of larvae ( $r=0.98$ ). The map of epidemiological dispersion is used as a measure of the dengue risk areas in Colon City. This information allows developing better mosquito control measures in this location.

**Keywords:** *Aedes aegypti*, mosquitoes, Colon, Barrio Norte, Barrio Sur

**Citación:** Carrasquilla, Y., Valdés, Y., Moreno de Niño, Y. & Lanuza-Garay, A. (2016). Abundancia y distribución de larvas de *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) y dispersión del dengue en la ciudad de Colón. Revista Colón Ciencias, Tecnología y Negocios 3 (1): 8-23

**Recibido:** 27 de abril de 2016

**Correspondencia al autor:** [alfredo.lanuza26@gmail.com](mailto:alfredo.lanuza26@gmail.com) (Alfredo Lanuza-Garay)

## INTRODUCCIÓN

El dengue es una enfermedad viral, de carácter endémico-epidémico, transmitida por mosquitos del género *Aedes*, principal vector de la enfermedad en las Américas (Rossi, 2000; 2002; Kindhauser, 2003; Guzmán *et al.*, 2004). La Organización Mundial de la Salud (OMS) estima que este virus constituye una amenaza para el 40% de la población mundial (aproximadamente 2500 millones de personas) en más de 100 países tropicales y sub-tropicales (Acosta-Bas & Gómez-Cordero 2005), considerándose como la décima causa de muerte en el mundo por enfermedades infecciosas (Gluber & Kuno, 1997; Gluber & Clark, 2002; Cáceres Manrique, 2010). Se han reportan 3432 casos sospechosos de dengue en Panamá, focalizados en las provincias de Panamá (Panamá Metro, San Miguelito y Oeste), Bocas del Toro y Chiriquí (OMS, 2014); por otro lado, en los últimos meses se han reportaron casos positivos de dengue en algunas provincias del país, así como la entrada de dos nuevos elementos virales, transmitido por el mosquito *Aedes*, el Chikungunya, la cual ya ha sido detectada en al menos unos cuarenta países de África, Asia, Europa y América (OMS, 2014) y el virus ZIKA, representando serios riesgos a la salud pública de nuestro país.

La mayor parte de los estudios realizados para determinar la distribución del vector y la dispersión de la enfermedad utilizan las formas adultas, específicamente las hembras (Quiroz *et al.*, 1993; García *et al.*, 2011), aunque los programas de control en Panamá se enfocan primordialmente en las larvas. El único estudio realizado en Panamá permitió detectar la transmisión autóctona del virus de dengue y la dispersión del virus en la ciudad de Panamá específicamente (Quiroz *et al.*, 1993), lo que deja un vacío de información en otras ciudades importantes del país. Ante lo expuesto, los objetivos de este proyecto buscan estudiar la abundancia y distribución de larvas de *A. aegypti* en la ciudad de Colón, Panamá, así como determinar su densidad poblacional, la dispersión y riesgo de la enfermedad, para contar con información de relevancia del insecto que permita a las entidades locales pertinentes implementar mejores y eficientes programas de control.

## MATERIALES Y MÉTODOS

**Área estudio:** La ciudad de Colón se ubica a los 9° 20' 00" de latitud norte y 79° 54' 00" de longitud oeste, cuenta con una superficie de 2.4 km<sup>2</sup> y una población de 34 655 habitantes de acuerdo al censo de 2010 (World Monument Found, 2013), presentando una

precipitación anual promedio de 1747 mm/anales y temperaturas máxima y mínima de 30.2°C y 21.1°C respectivamente.

**Determinación del tamaño de muestra:** La ciudad de Colón se organizó en dos sectores basados en su división histórica: Barrio Norte y Barrio Sur. Tomando en cuenta el número de manzanas presentes en ambos corregimientos, se procedió a dividir ambos sectores en veinte bloques, dando un total de cuarenta bloques; para conocer el tamaño mínimo **n** de bloques representativos se utilizó la fórmula de muestreo aleatorio simple:

**Ecuación 1**

$$n = \frac{n'}{\left(\frac{1+n'}{N}\right)}$$

**Ecuación 2**

$$n' = \frac{S^2}{V^2}$$

Dónde:

n= Tamaño de muestra

S<sup>2</sup>= Varianza probabilística p de la muestra (1-p)

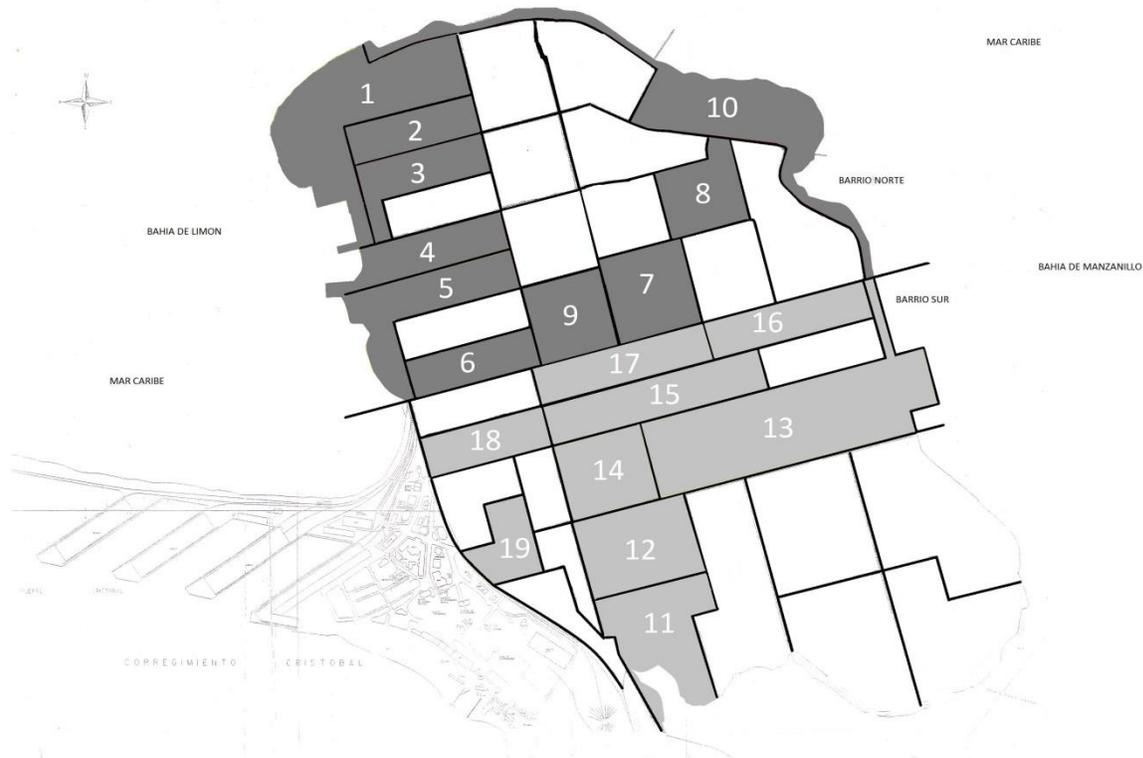
Se= error estándar

Ve= Varianza poblacional (se)<sup>2</sup>

se= 0.05

N= Valor de la población

A partir de este cálculo se establece una muestra mínima de 13 bloques, sin embargo para optimizar la muestra y lograr mejores resultados se optó por aumentar la muestra a 19 bloques distribuidos de la siguiente manera: 10 en Barrio Norte y 9 en Barrio Sur. La selección de los bloques se realizó tomando en cuenta los criterios de selección y logística de trabajo de campo del Servicio Nacional de Erradicación de la Malaria (SNEM) (Figura 1 y Cuadro 1).



**Figura 1.** Mapa de la ciudad de Colón y los diferentes bloques en los que se dividen los sitios de muestreo (Barrio Norte y Barrio Sur).

**Colecta y determinación de larvas:** Para la colecta de las larvas se utilizó el método convencional aplicado por los inspectores del SNEM, para la detección de larvas, estas se colectaron y depositaron en tubos de ensayo con alcohol al 70%, debidamente rotulados con la información de campo correspondiente. En el laboratorio, se procedió a separar las muestras colectadas en campo (*Aedes* y *Culex*) con ayuda de un estereomicroscopio Leica MZ6; una vez separadas, se procedió a la identificación y separación de las larvas de *Aedes* fijando las larvas en placas horadadas, para proceder a observar caracteres cualitativos y cuantitativos útiles de identificación (presencia o ausencia de ganchos laterales en el tórax, longitud del sifón respiratorio, morfología de las denticulaciones del pecten (octavo segmento abdominal), utilizando las claves de Rossi & Almirón (2004) y Zapata-Peniche *et al.* (2007). La información de campo y de laboratorio se colocó en una base de datos de Excel para realizarle los análisis correspondientes.

**Cuadro 1.** Ubicación y distribución de los bloques utilizados en este estudio a lo largo de la ciudad de Colón.

Bloques	Ubicación	Corregimiento
1	Calle 1 y 2 Avenida Central-Fort Lesseps.	Barrio Norte
2	Calle 2-3 Avenida Central-Avenida del Frente	Barrio Norte
3	Calle 3-4, Avenida Central-Avenida del Frente	Barrio Norte
4	Calle 5-6, Avenida Central-Avenida del Frente.	Barrio Norte
5	Calle 6-7, Avenida Central-Avenida del Frente.	Barrio Norte
6	Calle 8-9, Avenida Central-Avenida del Frente.	Barrio Norte
7	Calle 7-9, Avenida Meléndez-Avenida Santa Isabel.	Barrio Norte
8	Calle 5-7, Avenida Margarita- Avenida Roosevelt.	Barrio Norte
9	Calle 7-9, Avenida Central-Avenida Meléndez	Barrio Norte
10	Paseo Washington-Calle de Lesseps-Paseo Gorgas	Barrio Norte
11	Calle 16, entrada de la ciudad	Barrio Sur
12	Calle 13-15, Avenida Central-Avenida Meléndez	Barrio Sur
13	Calle 11-13, Avenida Meléndez-Paseo Gorgas.	Barrio Sur
14	Calle 11-13, Avenida Central-Avenida Meléndez	Barrio Sur
15	Calle 10-11, Avenida Central-Avenida Roosevelt	Barrio Sur
16	Calle 9-10, Avenida Santa Isabel-Paseo Gorgas	Barrio Sur
17	Calle 9-10; Avenida Central-Avenida Santa Isabel.	Barrio Sur
18	Calle 10-11, Avenida Central-Avenida del Frente	Barrio Sur
19	Calle 12-14, Avenida Amador Guerrero-Avenida del Frente	Barrio Sur

**Abundancia y distribución de larvas:** Para estimar la abundancia de larvas de *Aedes aegypti*, se procedió a aplicar una prueba de bondad de ajuste de Shapiro-Wilk y *t*-Student para variables independientes con el paquete estadístico Statistica 5.0 (StatSoft, 2010), esta misma información permitió establecer la distribución de las larvas de mosquito en la ciudad de Colón.

**Cálculo del índice de densidad larval (IDL):** El cálculo de densidad se realizó contando el número de larvas colectadas semanalmente por sector, lo que permite conocer la densidad poblacional del vector.

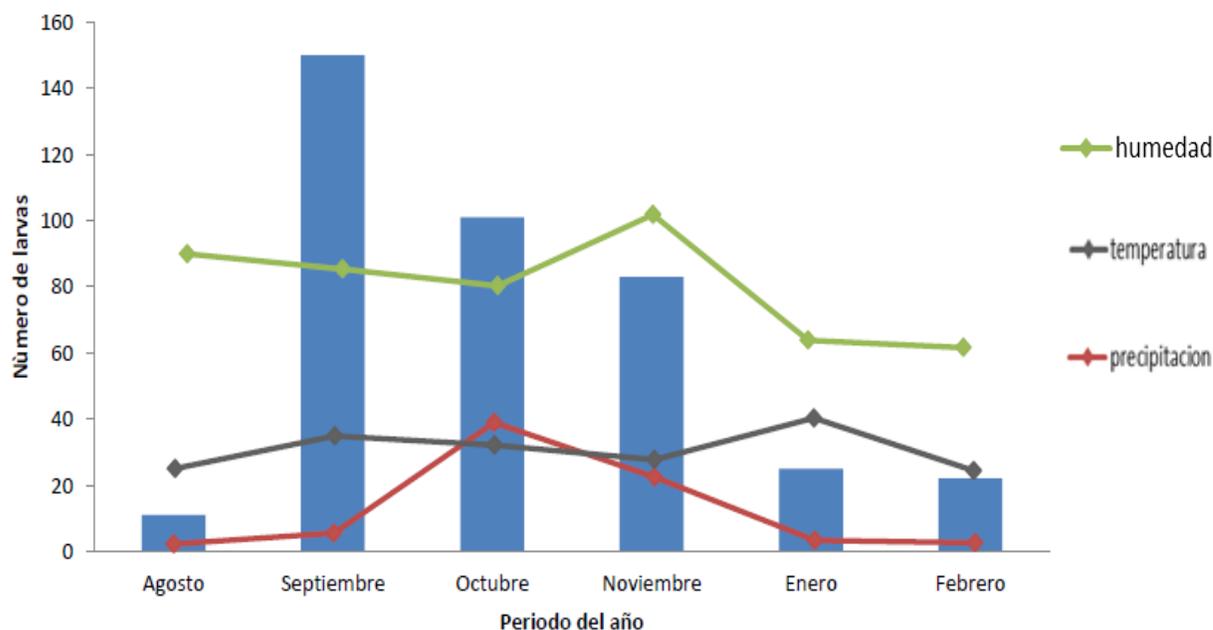
**Correlación de la población de larvas de *Aedes aegypti* con factores ambientales:** Se calculó el coeficiente de correlación de Pearson entre el número de larvas capturadas por mes y el valor acumulado de la precipitación pluvial, temperatura ambiental y humedad relativa proporcionadas por la oficina meteorológica de ENSA. Para obtener este coeficiente de correlación se utilizó el programa Statistica 5.0 (StatSoft, 2010).

**Correlación de la población de larvas de *Aedes aegypti* con casos de dengue:** El nivel de dispersión de la enfermedad se midió relacionando el número de larvas colectadas con información epidemiológica (casos confirmados de dengue en la ciudad de Colón por parte del SNEM).

**Identificación de las zonas de riesgo epidemiológico:** Los valores totales del IDL y el PE (Porcentaje Epidemiológico) por sector sirvieron para elaborar los mapas de dispersión de la enfermedad; considerándose como sector positivo (P) cuando el valor del IDL fue  $>0$  y negativo (N) cuando fue  $=0$  (García *et al.* 2011). De esta manera se generaron los polígonos de riesgo epidemiológico para los bloques seleccionados de la ciudad.. Estos bloques se categorizaron de acuerdo al grado de riesgo epidemiológico, si el IDL era  $=0$  se representa en color verde, indicando un riesgo bajo, por otro lado si el IDL era  $=1$  se representó en color amarillo indicando un riesgo moderado y un IDL de 2 o mayor indica un riesgo epidemiológico alto, representado por el color rojo.

## RESULTADOS

**Abundancia y distribución de *Aedes aegypti*:** Durante el periodo de estudio se encontraron 477 larvas de mosquito *Aedes*, de las cuales 369 (77%) corresponden a *Aedes aegypti* y 108 (23%) y *Aedes albopictus*. dándose la mayor abundancia de larvas durante los meses de septiembre (155; 31.4%) y octubre de 2014 (100; 21.2%) la mayor temperatura media mensual se registra en el mes de enero (28.1), mientras que la humedad relativa y precipitación pluvial alcanza sus valores máximos durante los meses de noviembre (92.36%) y octubre respectivamente (103.6 mm) (Figura 2).

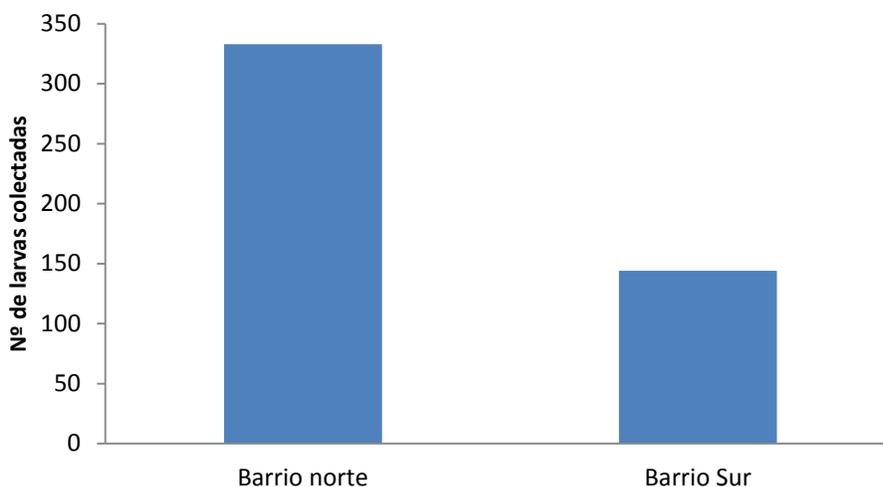


**Figura 2.** Número de larvas, precipitación pluvial, temperatura y humedad relativa mensuales de la Ciudad de Colón durante el periodo de muestreo.

De acuerdo a la prueba de *t*-Student para muestras dependientes ( $t=41.69085$ ,  $df=45$ ,  $P<0.05$ ), no existen diferencias significativas en cuanto a la abundancia de larvas de mosquito, siendo el corregimiento de Barrio Norte el que mayor número de larvas presenta con 333 (Figura 3). La densidad poblacional de mosquitos *Aedes aegypti* fue de 19.87 larvas/semanales, con un promedio de 1.04 larvas/bloque, el Barrio Norte presentó la mayor densidad poblacional con 13.87 larvas/semanales, con un promedio de 1.5 larvas/bloque.

#### **Índice de Densidad Larvaria (IDL) para los diferentes sectores de la Ciudad de Colón:**

Durante los meses de septiembre y octubre se presentaron los IDL promedio más altos (2.46 y 1.50), durante estos meses, los bloques con más altos índices fueron el 3 (Barrio Norte), 9 (Barrio Norte) (septiembre) y para el mes de octubre los bloques 4 (Barrio Norte) y 10 (Barrio Norte) mientras que el bloque 1 (Barrio Norte) donde se ubica el residencial Fort de Lesseps y el bloque 18 (Barrio Sur) en Calle 10 y 11 Avenida Central y Meléndez presentaron el menor índice (0.0). El cálculo del IDL por sector/bloque arroja que el bloque 3 (Barrio Norte) presentó el mayor IDL (2.83), seguido de los bloques 9 y 10 (2.33 y 2.04), mientras que el bloque 12 (Barrio Sur) presentó el mayor IDL de dicho corregimiento con 1.38, seguido del bloque 16 (Barrio Sur) (1.13) (Cuadro 2).



**Figura 3.** Abundancia de larvas de *Aedes aegypti* en la Ciudad de Colón. (Nótese que el corregimiento de Barrio Norte presentó un mayor número de larvas que Barrio Sur)

**Cuadro 2.** Índice de Densidad Larvaria (IDL) mensual de *Aedes aegypti* por bloque

Bloque/mes	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Enero	Febrero	Valor IDL-Bloque
1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,25	0,21
2	0,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,08
3	0,00	10,00	0,00	5,00	0,00	2,00	2,83
4	0,00	0,00	10,75	0,00	0,00	0,00	1,79
5	0,00	0,00	0,00	0,00	6,25	0,00	1,04
6	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,17
7	2,25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,38
8	0,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,33
9	0,00	14,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,33
10	0,00	0,00	12,25	0,00	0,00	0,00	2,04
11	0,00	0,00	4,50	0,00	0,00	0,00	0,75
12	0,00	8,25	0,00	0,00	0,00	0,00	1,38
13	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,75	0,46
14	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
15	0,00	3,25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,54
16	0,00	6,75	0,00	0,00	0,00	0,00	1,13

17	0,00	2,5	0,00	2,75	0,00	0,00	0,88
18	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
19	0,00	0,00	0,00	5,00	0,00	0,00	0,83
<b>Valor IDL</b>	<b>0,14</b>	<b>2,46</b>	<b>1,50</b>	<b>0,67</b>	<b>0,33</b>	<b>0,315</b>	

**Correlación de la densidad poblacional larvaria y variables climatológicas:** Las mayores correlaciones se dan entre el número de larvas y la temperatura y humedad ( $r=0.435$  y  $0.432$ ), por cada grado celsius de temperatura habrá un promedio de 131,11 larvas mientras que por cada porciento de humedad que aumente, el promedio de larvas será de 10,06 (Cuadro 3). Aun cuando en ambos casos la relación no es significativa, sin embargo, las condiciones son las óptimas para el desarrollo de las larvas de *A. aegypti*.

**Cuadro 3.** Resultados de la regresión para la variable número de larvas, al relacionarla con la precipitación pluvial (mm), humedad relativa (%) y temperatura (°C).

Regresión Múltiple	R=66938697 R <sup>2</sup> =0,44807891 Adjusted R <sup>2</sup> = -0,37980272					
N=6	F(3-2)=0, 54124 p< 0,70006 St. error of estimate: 64,786					
	<b>BETA</b>	<b>St. Error of BETA</b>	<b>B</b>	<b>St. Error of B</b>	<b>t (2)</b>	<b>P-level</b>
intercept			-4489,78	5156,155	-0,870761	0,475691
Ppluvial	0,288145	0,568235	0,38	0,744	0,507088	0,662476
Humedad	0,432054	0,592354	10,06	13,796	0,729373	0,541627
Temperatura	0,435079	0,553592	131,11	166,824	0,785919	0,514241

**Correlación de densidad poblacional larvaria y los casos epidemiológicos:** en el periodo de estudio se reportaron 20 casos positivos de dengue en la ciudad de Colón, el máximo de larvas se registró en el mes de septiembre y el máximo de casos positivos de dengue en el mes de noviembre, denotando un retraso de dos meses. La prueba de correlación de Pearson indica que la variable nlarvas ( $t= 2,23128$ ;  $p=0,268230$ ) presenta relación directamente proporcional con el número de casos positivos de dengue, explicándola en un 98%, por

cada caso de dengue reportado en la ciudad de Colón, se colectan alrededor de 0.014 larvas promedio (Cuadro 4).

**Cuadro 4.** Resultados de la regresión para la variable Casos positivos de Dengue en la Ciudad de Colón, al relacionarla con el número de larvas, la precipitación pluvial (mm), humedad relativa (%) y temperatura (°C).

Regresión Múltiple N=6	R=0,94510144 R <sup>2</sup> =0,89321673 Adjusted R <sup>2</sup> = -0,46608365 F(4-1)=2,0912 p< 0,47272 St. error of estimate: 0,59661					
	<b>BETA</b>	<b>St. Error of BETA</b>	<b>B</b>	<b>St. Error of B</b>	<b>t (I)</b>	<b>P-level</b>
Intercept			69,15505	55,76197	1,24018	0,432004
Nlarvas	0,981447	0,439859	0,01453	0,00651	2,23128	0,268230
Ppluvial	-0,910838	0,375509	-0,01766	0,00728	-2,42561	0,248942
Humedad	-0,215054	0,414603	-0,07415	0,14295	-0,51870	0,695381
Temperatura	-0,502040	0,393967	-2,23971	1,75757	-1,27432	0,423582

**Dispersión del dengue y riesgo epidemiológico:** Con los índices de densidad larvaria y los casos de dengue registrados en la ciudad de Colón durante el periodo de muestreo se elaboró el mapa de dispersión de la enfermedad, con el objeto de mostrar la magnitud de la enfermedad en el tiempo y el espacio, observándose que los sectores más vulnerables desde el punto de vista epidemiológico se encuentran en el corregimiento de Barrio Norte, específicamente los bloques 3 (Calle 3 Avenida Central-Del Frente), 9 (Calle 7-9, Avenida Central-Avenida Meléndez) y 10 (Paseo Lesseps-Paseo Gorgas) (Figura 4). Estos corresponden a bloques habitados por personas de clase media y baja, con numerosos problemas de manejo de desechos y lotes baldíos que propician de alguna forma la propagación de la enfermedad, sin embargo, la distribución larval no presentó un patrón específico o restricción a zonas de la ciudad bajo ciertas condiciones, ya que el bloque 10 correspondiente a Paseo Lesseps y Paseo Gorgas, es una zona residencial de clase media-alta, donde también se ubican centros educativos y culturales; por otra parte, los meses de mayor riesgo epidemiológico fueron septiembre (45%) y octubre (28%) de acuerdo al índice de densidad larvaria respectivamente.



**Figura 4.** Zonificación de la Ciudad de Colón, sector de Barrio Norte y de Barrio Sur de acuerdo a los valores calculados de IDL y PE, **Clave: Verde:** zonas de bajo riesgo; **Amarillo:** zonas de riesgo moderado; **Rojo:** zonas de alto riesgo; **Blanco:** zonas no tomadas en cuenta en el estudio.

## DISCUSIÓN

La mayor abundancia del mosquito se registra en el corregimiento de Barrio Norte, durante los meses de septiembre y octubre, 2014 se presentó la mayor abundancia mensual de larvas (52.6%), sin embargo esta no coincide con los picos más altos de los diferentes factores ambientales medidos (temperatura, humedad relativa) se presentó el mayor número de casos de la enfermedad en la ciudad se presentan con dos a tres meses de retraso. Estos resultados concuerdan con información del Ministerio de Salud de Panamá (2014, datos no publicados) quienes encontraron que cuando la distribución del insecto es amplia existe mayor número de casos de dengue en la ciudad, especialmente el corregimiento de Barrio Norte. Los picos de precipitación pluvial se encuentran mayormente en el mes de octubre y

a temperaturas promedio de 27°C y 28°C, lo que sugiere que esta es óptima para la actividad reproductiva del insecto (Cáceres-Manrique, 2010; García *et al.*, 2011).

La mayor correlación de densidad de larvas se obtuvo con la temperatura ( $r=0.432$ ) y humedad relativa ( $r=0.435$ ) en detrimento de la precipitación acumulada ( $r=0.22$ ) indicando que los periodos de mayor riesgo epidemiológico para la transmisión del dengue en el lugar de estudio están relacionados de manera baja o moderada con los factores climatológicos, estos resultados no concuerdan con los obtenidos por Stein *et al.* (2005), Cáceres-Manrique (2010) y Cassab *et al.*, (2011), quienes obtuvieron mayor número de huevecillos y larvas en la temporada de mayor precipitación acumulada mensual. Schreiber (2001), encontró que la variación estacional de los casos de DC/DH está muy relacionada con la precipitación, con un tiempo de retraso de un mes.

Por su parte, la correlación entre los casos de dengue y el número de larvas encontradas ( $r=0.98$ ) fue significativa en detrimento de los factores ambientales las cuales fueron muy bajas; Rosa-Freitas *et al.* (2006) obtuvo correlaciones significativas ( $r=0.072-0.571$ ) entre el número de casos de dengue y el clima, las cuales fueron de bajas a moderadas y dependieron de los siguientes factores: período del año, la variable climática, tiempo de retraso y tiempo en que aparece la enfermedad. En nuestro caso se encontraron correlaciones mayores lo que confirma que la humedad y la temperatura promedio, así como el número de larvas que se colectan en campo, sirven como medida predictiva de la población del vector y como medida de la dispersión del dengue.

Los casos de dengue y el cálculo mensual de los índices LDA en los diecinueve sectores, permitieron conocer la dispersión y riesgo epidemiológico de la enfermedad en la ciudad (figura 2). Los lugares de mayor riesgo de dispersión del dengue están en el corregimiento de Barrio Norte, específicamente en Calle 3 ave. Central- del Frente, que corresponde al bloque 3 (2.38), calles 7-9 ave. Central-Meléndez, que corresponde al bloque 9 (2.13) y calle 1 Paseo Washington-calle 12 paseo Gorgas que corresponde al bloque 10 (2.04). Esto coincide con información del Ministerio de Salud (2014) que indica que el Barrio Norte figura en el tercer lugar de los corregimientos del distrito de Colón con mayor riesgo de infección por dengue, de acuerdo a observaciones de campo realizadas en este estudio.

Por su parte autores como Almirón & Brewer (1996) indican que uno de las principales situaciones que propicia la presencia y propagación de la enfermedad es la presencia de lotes baldíos con presencia de maleza y canales de desagüe; la presencia de numerosos criaderos potenciales (terrenos baldíos, posibles basureros) propicia las condiciones favorables para su reproducción y desarrollo del mosquito, también en el área doméstica por la acumulación de agua en los pisos, escaleras y telarañas de tuberías en áreas de

bombas, lo que favorece la abundancia, dispersión y propagación del *Aedes aegypti*, esta situación se ve reflejada principalmente en Barrio Norte; por su parte Barrio Sur, no presentó un porcentaje elevado de larvas ya que es un área mayormente comercial e industrial y los posibles potenciales de criadero son reducidos, hay poco terrenos baldíos y la mayor parte de los potenciales criaderos son llantas desechadas de manera ilegal. En los talleres se encontró un porcentaje menor de larvas debido a que es un área donde se realiza mecánica y hay abundancia de químicos como grasa y aceite no le brinda las condiciones ambientales que el necesita para su reproducción y abundancia larval.

Uno de los elementos de mayor interés durante el desarrollo del estudio son los bajos reportes de casos epidemiológicos positivos reportados en la ciudad de Colón durante el periodo en que se desarrolló este estudio, La estrategia de control del vector por parte del SNEM a nivel nacional se concentra en la eliminación de los criaderos realizando fumigaciones e inspecciones de control semanalmente para la erradicación de la larva de *Aedes aegypti* y así combatir el dengue en la ciudad, desafortunadamente, los casos de dengue acumulados tres años tanto a nivel nacional como en la ciudad de Colón, demuestran que un buen sistema de vigilancia epidemiológica es un factor importante para controlar una epidemia de dengue, siempre y cuando vaya acompañada de voluntad política, coordinación intersectorial, participación comunitaria y el fortalecimiento de la legislación sanitaria para obtener un control, eficiente del mosquito y romper la cadena de transmisión del virus.

## CONCLUSIÓN

Este estudio determinó que la mayor abundancia del mosquito *Aedes aegypti* se encontró en el corregimiento de Barrio Norte así como la mayor densidad poblacional por bloque los mayores índice de densidad larval se encuentran en los bloques 3 correspondiente a Calle 3 central hasta avenida del frente, mientras que el más bajo se encontró en el bloque 1 correspondiente a Fort Lesseps, sin embargo la distribución larval no presentó un patrón específico, restringido a zonas de la ciudad bajo ciertas condiciones (nivel de pobreza, manejo de desechos, por citar algunos); por otro lado aunque no hubo un grado de significancia importante, factores como la temperatura y húmeda pudieron influenciar la abundancia y densidad larval; en los meses donde se obtuvo la mayor abundancia larval se presentaron las condiciones ambientales óptimas para el desarrollo larval la mayor dispersión de la enfermedad se dio en el corregimiento de Barrio Norte donde se encuentran las zonas de riesgos alto y moderados respectivamente. Factores como el alto número de lotes baldío y el manejo de los desechos domiciliarios pueden ser influyentes en el número

de larvas colectadas en este estudio. La labor que realiza el SNEM es eficiente en el proceso de control del mosquito en la ciudad de Colón, siempre y cuando vaya acompañada de voluntad política, coordinación intersectorial, participación comunitaria y el fortalecimiento de la legislación sanitaria para obtener un control, eficiente del mosquito y romper la cadena de transmisión del virus.

## **AGRADECIMIENTOS**

Le agradecemos a Eduardo Castillo (SNEM) y a su personal de campo sin los cuales este trabajo no hubiese sido posible, a Benito Chun (laboratorio SNEM-MINSA) por su ayuda en la identificación de las muestras colectadas y a Julio Palacios (Departamento de Epidemiología-MINSA), por suministrarnos los datos epidemiológicos; a Berta Olmedo y a Karla García (ENSA), por los datos ambientales compilados durante el periodo de realización de esta investigación, de igual forma extendemos nuestro agradecimiento a Francisco Farnum, Mario González y José Correa (CRU Colón) por sus importantes aportes y comentarios a este trabajo.

## **REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

Acosta-Bas, C. E. & Gómez-Cordero, I. (2005). Biología y métodos diagnósticos del dengue. *Rev. Biomédica*, vol.16: 113-137.

Almirón, W. R. & Brewer, M. E. (1996). A Classification of Immature Stages Habitats of Culicidae (Diptera) Collected in Cordoba, Argentina. *Mem. Inst. Oswaldo Cruz*, Rio de Janeiro, 91: 1-9.

Cáceres-Manrique, F.M., Angulo-Silva, M.L. & Vega-Gómez, C. (2010). Eficacia de la movilización y la participación social para la apropiación o “empoderamiento” (sic.) (empowerment) de las medidas de control del dengue, Comuna Norte, Bucaramanga, 2008-2009. *Biomedica*, Vol. 30: 539-550.

Cassab A., Morales, V. & Mattar, S. (2011). Factores climáticos y casos de dengue en Montería, Colombia. 2003-2008. *Rev Salud Pública*, 13:115-28.  
<http://dx.doi.org/10.1590/S0124-00642011000100010>

García, C., Arcía, C., García, L. Espinosa-Carreón, L. & Ley, P. (2011). Abundancia y Distribución de *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) y dispersión del dengue en Guasave Sinaloa, México *Rev.bio. Trop.* vol.59 (4): 1609-1619

Gluber, D.J. & Kuno, G. K. (1997). Dengue and Dengue Hemorrhagic Fever. C.A. International, New York.

Gluber, D.J. & Clark, G.G. (2002). Epidemic Dengue/Dengue Hemorrhagic Fever as a Public Health Social and Economic Problem in the 21<sup>st</sup> Century. *Trends of Microbiology*, 10: 100-103.

Organización Mundial de la Salud – OMS. (2009). Situación Regional del Dengue en las Américas. Recuperado de [http://www2.paho.org/hq/dmdocuments/2009/Actualizacion\\_Dengue\\_Nov17.pdf](http://www2.paho.org/hq/dmdocuments/2009/Actualizacion_Dengue_Nov17.pdf)

Organización Mundial de la Salud – OMS (2014). Chikungunya. Centro de Prensa. Recuperado de <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs327/es/>

Quiroz, E., Ortega, M., Guzmán, M.G., Vázquez, S., Pelegrino, J.L., Campos, C., Vázquez, M., Kourí, G. & Bayard, V. (1997). Dengue en Panamá, 1993. *Revista Cubana de Medicina Tropical*, vol. 49 (2):89-93

Schreinber, K.V. (2001). An investigation of relationships between climate and dengue using a water budgeting technique. *Int. J. Biom.* 45: 81-89

Rosa-Freitas, M.G., Schreiber, K.V., Tsouris, P., De Souza-Weimann, E.T. & Luitgards-Moura, J.F. (2006). Associations between dengue and combinations of weather factors in a city in the Brazilian Amazon. *Rev. Panam. Salud Publica* 20: 256-267

Rossi, G. C. (2000). Las Especies de Mosquitos (Diptera: Culicidae) de la Provincia de Buenos Aires. *Rev. Soc. Entomol. Argent.* 59: 141-148.

Rossi, G. C. (2002). Anophelinae (Diptera: Culicidae): actualización taxonómica y claves para hembras y larvas de 4to. Estadio de especies presentes en la República Argentina. Actualizaciones en Artropodología Sanitaria Argentina. Serie enfermedades transmisibles. 2: 115-126.

Rossi, G. & Almirón, W. (2004). Clave ilustrada para la identificación de larvas de mosquitos de interés sanitario encontradas en criaderos artificiales de la Argentina. Serie Enfermedades Transmisibles. Editorial Estudio Gestalt. Buenos Aires.



Stein, M., Oria, G.I. & Willemer, J.A. (2005). Fluctuación estacional de *Aedes aegypti* en Chaco, Argentina. *Rev. Salud. Públ.* 39: 559-564.

World Monuments Found (2013). El Centro Histórico de la Ciudad de Colón. Conservación y Gestión sostenible para un Centro Urbano Dinámico.

Zapata-Peniche, A., Manrique-Saide, P., Rebollar-Tellez, E.A., Che-Mendoza, A. & Dzul-Manzanilla, F. (2007). Identificación de larvas de mosquitos (Diptera: Culicidae) de Mérida, Yucatán, México y sus principales criaderos. *Revista Biomedica*, 18: 3-17.

3

ESTADÍSTICA

## APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA BOX-JENKINS EN LA FORMULACIÓN DE UN MODELO PREDICTIVO DE LAS REEXPORTACIONES DE LA ZONA LIBRE DE COLÓN HACIA COLOMBIA: 2000-2014

Estelina Ortega-Gómez<sup>1</sup>, Mitzi Cubilla<sup>2</sup>, Aurora Mejía<sup>2</sup> y Clara Cruz<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universidad de Panamá, Facultad de Ciencias Naturales, Exactas y Tecnología, Departamento de Estadística. [estelinao@hotmail.com](mailto:estelinao@hotmail.com)

<sup>2</sup>Universidad de Panamá, Departamento de Estadística

### Resumen

La Zona Libre de Colón es una de las actividades comerciales más importante de Panamá dedicada principalmente a la importación y reexportación de bienes finales y semielaborados, en adición a los diversos servicios complementarios. Desde el año 2013 se evidenció un deterioro de su desempeño inducido principalmente por la restricción comercial de Colombia de tipo arancelaria. La investigación plantea desarrollar una metodología predictiva para estimar las reexportaciones hacia Colombia, como herramienta de previsión y toma de decisiones para la efectiva asignación de recursos.

Se aplicó la metodología Box-Jenkins y estableció el modelo ARIMA (0,1,1)(0,1,1), el cual presentó el mayor grado de ajuste. Los resultados ofrecen un modelo confiable y robusto para pronosticar el movimiento de reexportaciones a corto plazo para Colombia.

**Palabras claves:** Colombia, Zona Libre de Colón, re-exportación, Box-Jenkins, predicción.

### Abstract

The Colon Free Zone is one of the most important commercial activities of Panama dedicated to the import and re-export of final and intermediate goods, in addition to other complementary services. Since 2013 a deterioration of its performance was mainly induced by trade and tariff restriction of Colombia. The research aims to develop a predictive methodology for estimating re-exports to Colombia, as a tool for forecasting and decision making for an effective allocation of resources.

The Box-Jenkins methodology was applied and established an ARIMA (0,1,1)(0,1,1) model which presented the highest degree of adjustment. The results provide a robust and reliable model to predict short-term re-export movement to Colombia.

**Keywords:** Colombia, Colon Free Zone, re-export, Box-Jenkins.

**Citación:** Ortega-Gómez, E., Cubilla, M., Mejía, A. y Cruz, C. (2016). Aplicación de la metodología Box-Jenkins en la formulación de un modelo predictivo de las reexportaciones de la Zona Libre de Colón hacia Colombia: 2000-2014. Revista Colón Ciencias, Tecnología y Negocios 3 (1): 24-35

**Recibido:** 20 de junio de 2016

**Correspondencia al autor:** [estelinao@hotmail.com](mailto:estelinao@hotmail.com) (Estelina Ortega-Gómez)

## INTRODUCCIÓN

La Zona Libre de Colón es la zona franca más importante del hemisferio occidental y representa uno de los grupos de actividad comercial más importante de Panamá, estimado en un 5.8% del PIB<sup>1</sup> (Zona Libre de Colón, 2015c) dedicado principalmente a la importación y reexportación de bienes finales y semielaborados, así como a ofrecer servicios complementarios como los financieros, transporte, intermediación logística, entre otros.

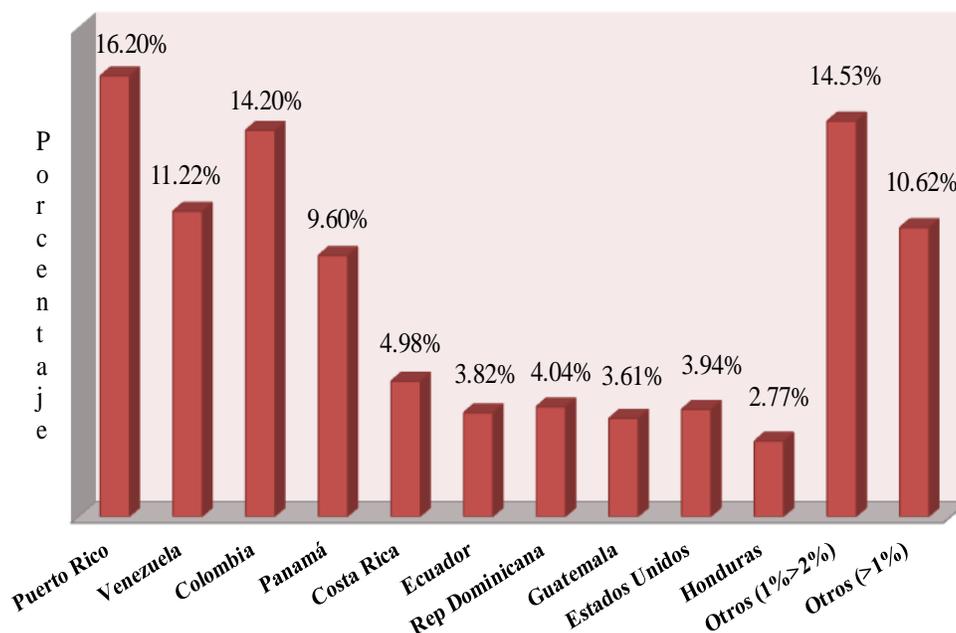
Su principal función promover el comercio internacional bajo un marco regulatorio impulsado por beneficios fiscales que permite impulsar las actividades de comercio exterior al por mayor. Se encuentra ubicada en el punto central de las Américas hacia la entrada Atlántica del Canal de Panamá, específicamente en la ciudad de Colón. Existen aproximadamente 3071 empresas (2272 usuarios y 799 representados) formalmente establecidas en la zona franca (Zona Libre de Colón, 2015a). Además, un gran número de servicios logísticos en apoyo a las actividades comerciales propias de la zona franca son fácilmente accesibles para los comerciantes, inversionistas y turistas como Líneas navieras y aerolíneas, agencias navieras, servicios de operación logística, agentes corredores de aduana, acarreo terrestre, plataforma de bancos nacionales e internaciones, servicios gubernamentales, entre otros.

Su principal objetivo es promover el comercio internacional bajo un marco regulatorio impulsado por beneficios fiscales que permite impulsar las actividades de comercio exterior al por mayor, y que son impulsadas por una amplia abanico de actividades complementarias de carácter logísticas, de transporte e intermediación financieras, entre otras. (Zona Libre de Colón, 2015b).

Los principales clientes de la Zona Libre de Colón son Puerto Rico, Venezuela, Colombia y Panamá. Colombia registró un ligero incremento en sus compras desde la Zona Libre de Colón del 1,1% entre los años 2012 y 2013, lo que se manifestó en los B/.1,89 y B/.1,91 mil millones en reexportaciones para ambos años. Pero, para el año 2014, se reflejó un ligero decrecimiento del 3,6%, cuando se reexportaron B/. 1,84 mil millones. Panamá, a pesar de ser país sede de esta zona franca, realizó compras por un total de B/. 1,36 mil millones en el 2012, cifra que disminuyó para el 2013 en B/.1,28 mil millones y en B/.1,24 mil millones para el 2014. (Véase Figura 1)

---

<sup>1</sup> Producto Interno Bruto del 2015, con año base 2007.

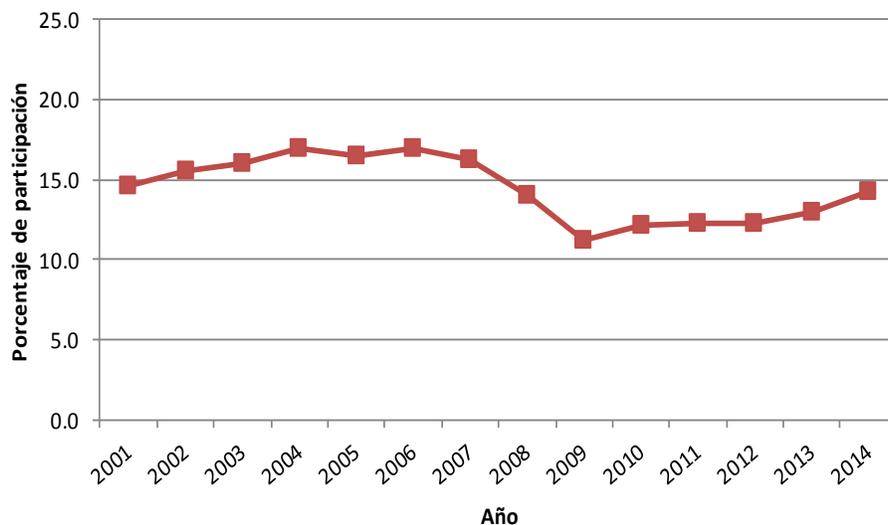


**Figura 1.** Distribución de las reexportaciones de la Zona Libre de Colón, según destino: 2014. Fuente: Zona Libre de Colón (2015c)

Desde el año 2013 se evidenció un deterioro del movimiento de esta zona franca inducido principalmente por la restricción comercial con Colombia, el cual representó para el 2014 aproximadamente el 14% de las actividades tanto comercial como de servicios complementarios.

La zona franca posee una fuerte dependencia comercial con este país. Entre los años 2011 a 2014, las reexportaciones hacia Colombia representaron un 14.4% en promedio, tal como se muestra en la Figura 2. Dada su importante significancia comercial para todos los que participan en las actividades de negocios de la Zona Libre, es imperativo disponer de una estimación precisa sobre el desempeño futuro de este mercado y sus clientes.

La presente investigación tiene como objetivo desarrollar una metodología predictiva que permita estimar el desempeño de la actividad comercial de la Zona Libre de Colón, particularizando en las reexportaciones hacia Colombia, como herramienta de previsión ante las necesidades de recursos y para la toma de decisión efectiva de ejecutivos y directivos.



**Figura 2.** Porcentaje de participación de las reexportaciones de la Zona Libre de Colón hacia Colombia: 2001-2014. Fuente: Zona Libre de Colón (2011, 2015c)

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Naturaleza de los datos y metodología

Por la naturaleza y dirección del estudio, se establece que la investigación a realizar es de tipo correlacional y prospectiva. Debido al tipo de datos, la investigación también es de carácter longitudinal ya que el estudio se hace en un tiempo prolongado y se examina la evolución del evento durante éste período observado. Los datos estadísticos son obtenidos de los compendios e informes estadísticos, así como de los Anuarios Estadísticos del Departamento de Estadística y Estudios Económicos de la Administración de la Zona Libre de Colón. De igual forma se utilizaron los datos obtenidos de los Informes Estadísticos del Departamento de Comercio Exterior del Instituto Nacional de Estadística y Censo de la Contraloría General de la República.

La data utilizada para esta investigación correspondió al movimiento trimestral de las reexportaciones de mercancías hacia Colombia durante el período comprendido entre el año 2000 hasta el 2014. Una vez examinada la data, se formuló el modelo predictivo para Colombia y se revisaron los diferentes estadísticos que corroboraron la confiabilidad y robusticidad de cada modelo.

La metodología utilizada para formular los modelos de pronóstico se sustentaron en Box y Jenkins (1976), quienes establecen la modelización de las series temporales mediante modelos ARIMA. Para el análisis de la serie se utilizó el programa estadístico Statistica v13 que permitió realizar las corridas y análisis necesarios para la construcción del modelo.

### **Series de Tiempo: conceptualización**

Las series de tiempo es una secuencia de datos numéricos cada uno de los cuales se asocia con un instante específico de tiempo. (Maddala, 1996). Según Chatfield (1978), los principales objetivos de una serie de tiempo con las cuales se pueden analizar los datos es la de permitir obtener medidas descriptivas y analizar su comportamiento a lo largo del tiempo.

La metodología Box-Jenkins constituye un procedimiento estadístico muy potente para el tratamiento y modelización de variables dinámicas, las cuales permitirán predecir valores futuros de una serie basándose en valores pasados de una sola variable o más. (Peña, 1978). Esta metodología no asume ningún patrón particular en los datos históricos de la serie a pronosticar. El modelo se ajusta bien si los residuos entre el modelo de pronóstico y los puntos de datos históricos son reducidos distribuidos de manera aleatoria e independiente. (Hanke, J. *et al*, 1996).

La metodología Box-Jenkins posee diferentes procesos: Autorregresivos (AR), Media Móvil (MA), Autorregresivo y Media Móvil (ARMA), Autorregresivo Integrado de Media Móvil (ARIMA). Una serie es estacionaria si su media, su varianza y covarianza permanecen constantes a lo largo del tiempo (en los distintos rezagos) sin importar el momento en el cual se midan. (Jiménez, 2013).

El modelo ARIMA ( $p,d,q$ ) donde  $p$  denota el número de términos autorregresivos,  $d$  el número de veces que la serie debe ser diferenciada y  $q$  el término de media móvil (Gujarati, 2002) estará dado por:

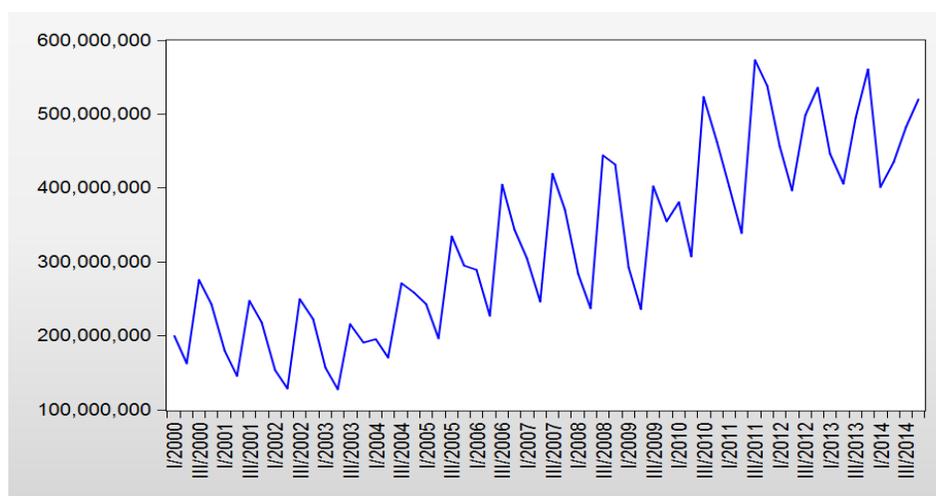
$$\varphi_p(B)(1 - B)^d Y_t = \varphi_q(B)\varepsilon_t$$

Cuando la serie es afectada por ambos componentes, tendencia regular y estacionalidad, Box y Jenkins (1970) propone un modelo denominado multiplicativo, el cual puede explicar el comportamiento de una serie afectada por ambas componentes representado por el Modelo Multiplicativo ARIMA ( $p,d,q$ ) \* SARIMA ( $P,D,Q$ ), y el cual es formulado por la expresión (Chávez, 1997)

$$\varphi_P(B)\varphi_p(B^S)\nabla^d\nabla_S^D(Z_{t-\mu}) = \theta_Q(B)\theta_q(B^S)a_t$$

## RESULTADOS

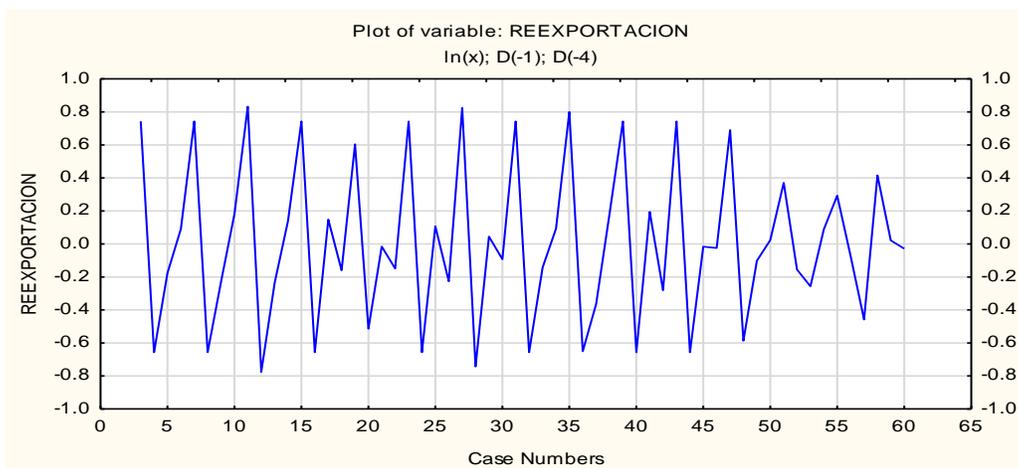
La serie original presentada en la Figura 3 muestra las reexportaciones realizadas por la Zona Libre de Colón hacia Colombia medidas en Balboas durante el periodo trimestral del año 2000 al 2014. La misma presenta una tendencia de carácter determinística, ya que se evidencia una media que no es constante, lo que propone iniciar un proceso de diferenciación.



Fuente: GeorgiaTech Panama (2015)

**Figura 3.** Representación de la serie original de las reexportaciones medidas en Balboas hacia Colombia: 2000 – 2014.

Al evaluar la presencia o no de cada componente en la serie de reexportaciones hacia Colombia en los años 2000 al 2014, se identificó que la serie presenta los componentes tendencia, ciclo, estacionalidad y componente irregularidad. Se aplicó a la serie una transformación logarítmica para estabilizar la varianza y aplicarle un diferenciado para que la serie sea estacionaria en media, lo que se muestra en la Figura 4.



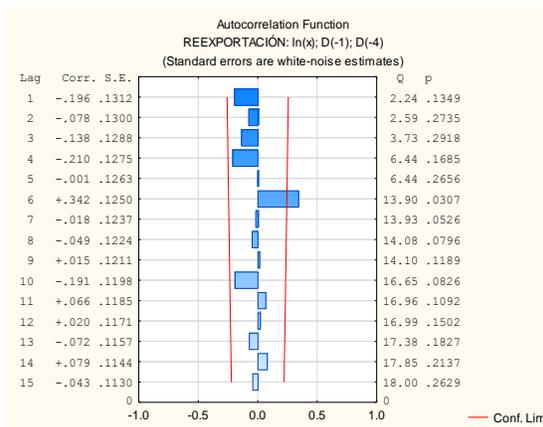
**Figura 4.** Serie transformada de las reexportaciones hacia Colombia aplicando un diferenciado y un diferenciado en la parte estacional en el cuarto periodo

Se evidencia que la serie de reexportación hacia Colombia es de tipo multiplicativo ya que el mismo posee los menores valores de los coeficientes de variación, tal como se observa en la Tabla 1.

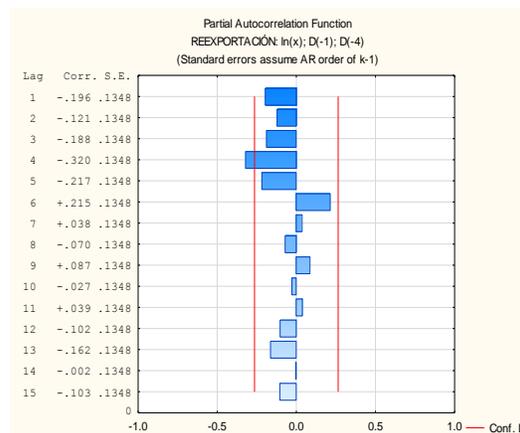
**Tabla 1. Comparación del modelo aditivo y multiplicativo**

Periodo/ Trimestral	Aditivo			Multiplicativo		
	Promedio	Desviación Estándar	CV	Promedio	Desviación Estándar	C.V
I	25590747	25048238,4	97,88	91,90	7,89	8,59
II	70949950	22277599	31,40	76,92	7,09	9,22
III	63723165	29585133,6	46,00	121,52	8,98	7,39
IV	39551914	26528383,2	67,07	111,95	5,78	5,17

Una vez obtenida una serie estacionaria en media y varianza, se procede a estimar los parámetros del modelo ARIMA utilizando los correlogramas. Para la parte autorregresiva se utilizará el correlograma parcial y para la parte de media móvil el correlograma simple, los cuales se presentan en las Figuras 5 y 6.

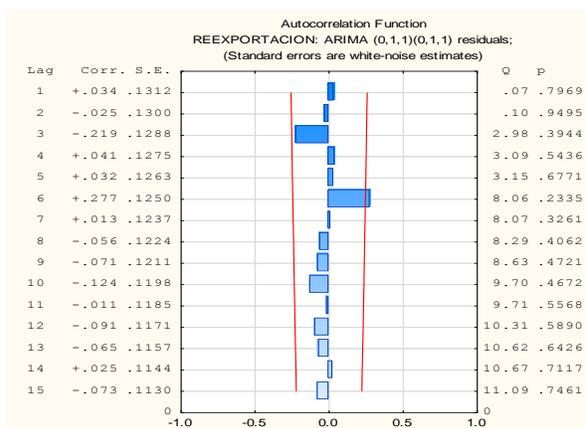


**Figura 5.** Correlograma simple de la serie estacionaria

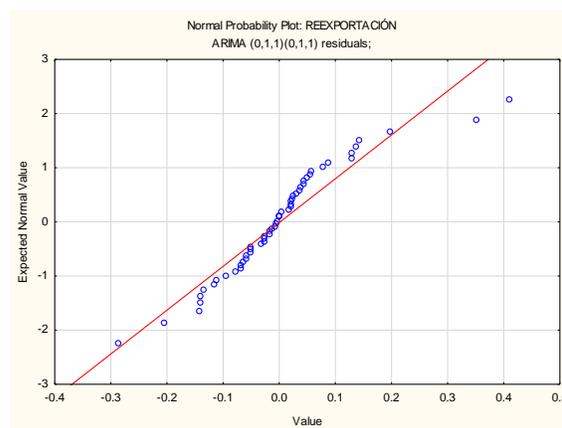


**Figura 6.** Correlograma parcial de la serie estacionaria

Al examinar los correlogramas, se puede identificar tres modelos propuestos para su posterior evaluación y determinar aquel de mejor ajuste. Se determina que el modelo que mejor se ajusta a la serie de reexportación hacia Colombia es el modelo ARIMA (0,1,1)\*(0,1,1) sin constante, ya que posee el menor error cuadrado medio.



**Figura 7.** Correlograma de los residuos del modelo ARIMA (0,1,1) \* (0,1,1)

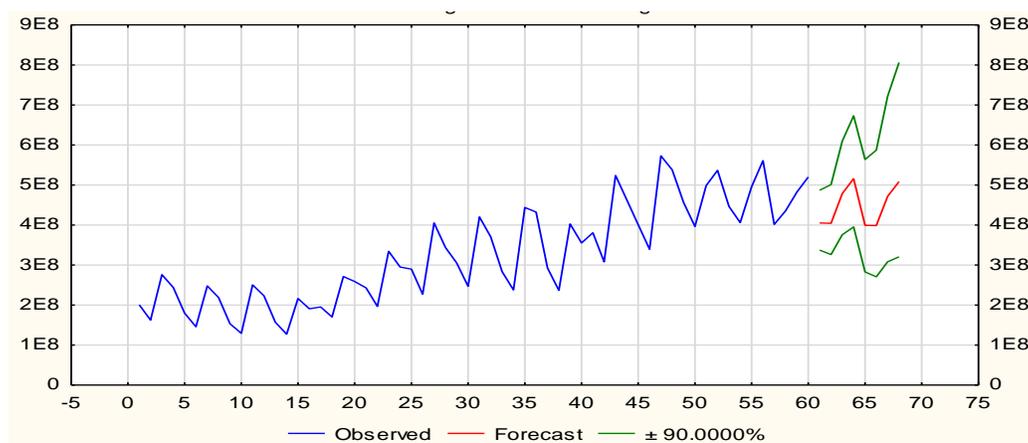


**Figura 8.** Probabilidad de la normal de los residuos del ARIMA(0,1,1) \* (0,1,1)

Por medio del correlograma de residuos que se muestra en la Figura 7, se observa que las autocorrelaciones son significativas al ubicarse dentro de las bandas de confianzas sobre todo en los retardos más bajos. En la misma se verificar las correlaciones conjuntas de los residuos Ljung –Box muestran que las probabilidades de Q Box -Pierce son mayores a un nivel de significancia de  $\alpha = 0.05$ , por lo tanto se confirma la estructura de ruido blanco en los residuos.

La Figura 8 de probabilidad normal refleja que los puntos se aproximan al comportamiento lineal marcado en el gráfico considerando que la distribución de los residuos es similar a la distribución teórica, en consecuencia los residuos tienen un comportamiento normal. Se comprueba el estadístico Jarque – Bera (JB) y obtiene un valor de 0,6050, comparando con el valor de  $X_2^2 = 5,99$  para un nivel de significancia del 5%, cumpliendo con el supuesto de normalidad.

Al evaluar el resultado del pronóstico obtenido del modelo, se puede señalar que el valor estimado es altamente consistente con el patrón de comportamiento histórico de la serie original. En la Figura 9, se reitera la tendencia y la estacionalidad para el nuevo año establecido 2015.



**Figura 9.** Serie trimestral y predicción para las reexportaciones hacia Colombia. Años 2000 – 2015

## DISCUSIÓN

La serie de reexportación hacia Colombia muestra patrones estacionales constantes con una tendencia creciente a lo largo de los 15 años de estudio. Se evidencian picos y valles más destacados en algunos períodos con respecto a otros, aun así se manifiesta una consistencia en la fluctuación. Esto lleva a establecer que la actividad comercial histórica de reexportaciones de la Zona Libre de Colón hacia Colombia es de tipo estacional, impulsada por la comercialización para las ventas de fin de año.

La metodología utilizada para la investigación (Box-Jenkins) se utilizó considerando una base de datos a nivel trimestral cuyo período comprendía entre los años 2000 a 2014. Los últimos datos oficiales de reexportaciones hacia Colombia para el 2015 se han presentado al público a nivel anual. Al no disponer datos oficiales trimestrales, no se pudo realizar una comparación entre los valores reales y estimados para determinar su grado de precisión. Tal como señala Peña (1978), esta metodología es aceptada para los fines propuestos dado su nivel de rigurosidad, ya que es potente para el tratamiento y modelización de variables dinámicas, la cual permite predecir valores futuros de una serie basados en valores pasados. De igual forma, la metodología es aceptable tal como se demostró al lograr residuos reducidos, distribuidos de manera aleatoria e independiente entre el modelo de pronóstico y los puntos de datos históricos, tal como plantea Hanke *et al.* (1996)

## CONCLUSIÓN

La metodología Box-Jenkins es una herramienta estadística de pronóstico altamente efectiva que permite evaluar el comportamiento de una serie histórica considerando sus diferentes componentes (tendencia, ciclo, estacionalidad y aleatoriedad) sin asumir patrones particulares.

Bajo esta metodología se formuló un modelo ARIMA (0,1,1)(0,1,1) para el año 2015 cuyo pronóstico es estadísticamente aceptable y significativo con respecto al patrón histórico de comercialización.

Los resultados obtenidos de las reexportaciones de la Zona Libre hacia Colombia reflejan una tendencia sostenible durante los años de estudio (2000-2014) mostrando comportamientos estacionales constantes y consecuente a los patrones identificados en los años anteriores.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Box, G.E.P. & Jenkins, G.M. (1976). Time Series Analysis: Forecasting and Control. San Francisco: Holden Day.

Chatfield, C. (1978). The analysis of time series: theory and practice. London: Chapman and Hall.

Chávez, N. (1997). Modelos ARIMA. Revista ciencia y Cultura. (1), 23-30. Recuperado de [http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2077-33231997000100005&lng=es&tlng=es](http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2077-33231997000100005&lng=es&tlng=es)

Georgia Tech Panamá, Centro de Innovación e Investigaciones Logísticas (2015). Portal Logístico – Sección Intercambio Comercial/Zona Libre de Colón. Recuperado de <http://logistics.gatech.pa/es/trade/colon-free-zone>

Gujarati, D. (2002). Econometría. McGraw - Hill. 3<sup>ra</sup> ed. Bogotá, Colombia.

Hanke, J.& Reitsch, A. (1996). Pronósticos en los negocios. Edit. Prentice Hall, 5ta ed. México.

Jiménez, J. (2013). Pronóstico de demanda de llamadas en los call center, utilizando redes neuronales artificiales. Tesis de Pregrado. Universidad de Piura, Perú.

Maddala, G.S. (1996). Introducción a la Econometría. Edit. Prentice-Hall Hispanoamericana, México.

Peña D. (1978). La metodología de Box-Jenkins: Una aplicación a la previsión del consumo de gasolina Documentos. IC, pp.136-152.

Zona Libre de Colón. (2011). Compendio Estadístico 2001-2010. Departamento de Estadística y Estudios Económicos.

Zona Libre de Colón. (2014). Anuario Estadístico. Recuperado de <http://www.zolicol.gob.pa>

Zona Libre de Colón. (2015a). Historia. Génesis de la Zona Libre de Colón. Recuperado de <http://www.zolicol.gob.pa/detalle.php?cid=1&sid=20&id=25>

Zona Libre de Colón. (2015b). Compendio Estadístico 2010-2014. Departamento de Estadística y Estudios Económicos.

**ACCESO ABIERTO**  
**disponible en línea**

**Revista**  
**Colón Ciencias, Tecnología**  
**y Negocios**



Zona Libre de Colón. (2015c). Compendio Estadístico 2011-2015. Departamento de Estadística y Estudios Económicos.

# 4

MATEMÁTICAS

## NOTA CIENTÍFICA

# LA TRIGONOMETRÍA: DIFICULTADES EXISTENTES EN EL PROCESO ENSEÑANZA-APRENDIZAJE

Pedro José Alexis<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidad de Panamá, Centro Regional Universitario de Colón. Facultad de Ciencias Naturales, Exactas y Tecnología. Departamento de Matemática. Correo electrónico: [pedrojalexis@hotmail.com](mailto:pedrojalexis@hotmail.com)

### Resumen

Este estudio se desarrolla para evaluar el proceso enseñanza-aprendizaje de la trigonometría en los cursos de V año del Bachillerato en Ciencias y conocer las áreas en las que presentan algunas dificultades. La investigación se justifica por la gran aplicación que tiene la trigonometría en áreas como la ingeniería, navegación marítima y aérea. Además, se necesita proveer a los docentes de estrategias y a los estudiantes de procedimientos que puedan ayudarlos en los cursos de trigonometría. Normalmente, autores de libros de texto presentan ejercicios rutinarios sin ofrecer muchos casos de aplicación. Para lograr los objetivos de la investigación se empleó el siguiente esquema metodológico: 1. Diseño y validación de una encuesta para explorar las áreas que los estudiantes necesitan ser reforzados; 2. Aplicación de la encuesta a una población de estudiantes del nivel secundario de 4 colegios de 15 estudiantes tanto público como privado; 3. Análisis de una población de 60 estudiantes encuestados para recopilar informaciones relacionados con los aspectos y contenidos de proceso enseñanza-aprendizaje de la trigonometría; 4. Presentación del informe final.

Los resultados de las encuestas indican la necesidad de ofrecer orientación didáctica a los docentes ya que hay algunos aspectos satisfactorios y otras áreas o conceptos que deben ser reforzados. Para tal fin se hacen propuestas metodológicas y planes para el efectivo desarrollo del curso que puede contribuir a resolver las dificultades.

**Palabras claves:** trigonometría, enseñanza de trigonometría, ángulo, radio.

### Abstract

This research is developed to evaluate the process of teaching and learning in courses of trigonometry in eleventh grade in sciences oriented high schools and to detect the areas that present some difficulties. The research is justified because of the wide application of trigonometry in areas such as engineering, maritime and space navigation. It is necessary to provide teachers of strategies and students of procedures that could help them in trigonometric courses. To achieve the objective of the research, the methodology was: 1. Design and validation of a survey to explore the strengths and weaknesses of the students; 2. Apply the survey to a population of 15 students from 4 high school among private and public schools for collecting data and information; 3. Analyze the results obtained from a population of 60 students surveyed to gather information concerning and related to the factors considered as the difficulties students have in solving mathematical problems; 4. Present the final results.

The results of the survey indicated the need of offering didactic and methodological orientation to teachers since several areas resulted satisfactory but others need to be strengthened. For this purpose, methodological proposal are offered and also a plan of sequence of topics that should be developed will contribute in solving the difficulties.

**Keywords:** trigonometry, teaching of trigonometry, angle, ratio.

**Citación:** Alexis, P. (2016). La trigonometría: dificultades existentes en el proceso enseñanza-aprendizaje. Revista Colón Ciencias, Tecnología y Negocios 3(1): 36-43

**Recibido:** 22 de noviembre de 2015

**Correspondencia al autor:** [pedrojalexis@hotmail.com](mailto:pedrojalexis@hotmail.com) (Pedro José Alexis)

## INTRODUCCIÓN

Uno de los objetivos generales de la educación panameña que se atribuye al área de la matemática es “Contribuir en la formación integral del alumno fomentando el desarrollo de habilidades básicas que faciliten la integración del medio que lo rodea, tomando en cuenta el desarrollo científico y tecnológico generando cambios para alcanzar una mejor calidad de vida” (Ley Orgánica de Educación No. 34, 1995)

La trigonometría es una rama de la matemática al igual que la geometría, el álgebra y otras que contribuyen al logro del objetivo citado. Su amplio campo tiene aplicación para resolver problemas reales del mundo como en la navegación, las construcciones, la física, la astronomía, la náutica, la aviación, las telecomunicaciones y mediciones en general. La trigonometría se le describe como la ciencia de la medida indirecta. (Spiegel, y Abellanas, 1988)

En base a lo anterior, la enseñanza de la trigonometría debe contribuir a la solución de problemas que enfrentan profesionales en todos los campos en que se aplica, por lo que se hace necesaria crear la conciencia necesaria de la importancia de su adecuado proceso enseñanza-aprendizaje, resaltando la aplicación de los conceptos básicos a situaciones concretas.

Las razones trigonométricas se definen como el cociente entre dos lados de un triángulo rectángulo asociado a sus ángulos. Las funciones trigonométricas son funciones cuyos valores son extensiones del concepto de razón trigonométrica en un triángulo rectángulo trazado en una circunferencia unitaria (de radio unidad). (Ayres, 1970)

Existen seis funciones trigonométricas básicas. Las últimas cuatro, se definen en relación de las dos primeras funciones, aunque se pueden definir geoméricamente o por medio de sus relaciones.

Para definir las razones trigonométricas del ángulo:  $\alpha$  del vértice A, se parte de un triángulo rectángulo arbitrario que contiene a este ángulo. El nombre de los lados de este triángulo que se usará en los sucesos será:

- La hipotenusa ( $h$ ) es el lado opuesto al ángulo recto, o lado de mayor longitud del triángulo rectángulo.
- El cateto opuesto ( $a$ ) es el lado opuesto al ángulo  $\alpha$ .
- El cateto adyacente ( $b$ ) es el lado adyacente al ángulo  $\alpha$ . (Ayres, 1970)

Todos los triángulos considerados se encuentran en el Plano Euclidiano, por lo que la suma de sus tres ángulos interiores es  $180^\circ$ . En consecuencia, en cualquier triángulo rectángulo

los ángulos no rectos miden menos de  $90^\circ$ , son agudos. Las definiciones que se dan definen estrictamente las funciones trigonométricas para ángulos de  $0^\circ$  a  $90^\circ$ . (Ayres, 1970)

Dada la importancia que tiene la trigonometría como rama de la matemática se impone la necesidad de conocer cuáles son las dificultades existentes en el proceso enseñanza - aprendizaje de la trigonometría con el propósito de que su conocimiento, dominio de conceptos y aplicaciones sean bien manejadas tanto por docentes como estudiantes.

Esta investigación tiene como objetivo contribuir en el proceso enseñanza - aprendizaje de la trigonometría mediante la presentación de metodologías que existen para hacer más efectivo los cursos de trigonometría y que faciliten la aplicación de los conceptos básicos a la solución de problemas reales. Por otra parte, formular recomendaciones a los docentes para coadyuvar en lograr resultados exitosos en los cursos y muy beneficiosos a los estudiantes.

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

Para el desarrollo de la investigación, se utiliza un esquema metodológico de cuatro fases. La primera fase consistió en el diseño y la validación de un cuestionario de exploración. En la segunda fase se identificó una población de 120 estudiantes obtenidos de grupos de 30 de cuatro colegios entre públicos y privados, que oscilaban entre las edades de 16 y 17 años cursando el quinto año del nivel secundario, con la finalidad de obtener una muestra representativa para la aplicación de una encuesta cerrada.

En la tercera fase, se procedió al análisis de los resultados obtenidos de la muestra de 60 estudiantes encuestados, que representa el 50% de la población que considero una muestra representativa ideal, que permite obtener la información sobre los factores que dificultan el proceso enseñanza-aprendizaje de la trigonometría. La cuarta fase, consistió en la presentación del informe final.

En el cuadro 1 se muestra el modelo de encuesta aplicada para la investigación, a partir de los resultados obtenidos, se procedió a identificar los diferentes factores que influyen en el proceso enseñanza-aprendizaje de la trigonometría, permitiendo formular una propuesta de estrategias.

**Cuadro 1.** Modelo de encuesta que se aplicó para la investigación

Indique su género (encierre en un círculo): H - M	SI	NO
1. ¿Conoce las aplicaciones básicas de la trigonometría, en general?		
2. ¿Sabe seleccionar correctamente la función trigonométrica adecuada en una situación específica?		
3. ¿Sabe que en la función trigonométrica $\sin \alpha$ es el ángulo la variable?		
4. ¿Sabe diferenciar fácilmente las funciones trigonométricas entre sí?		
5. ¿Considera que posee los conocimientos básicos y necesarios para el estudio de la trigonometría?		
6. ¿Considera que tiene una actitud positiva hacia el aprendizaje de la trigonometría?		
7. ¿Diferencia claramente entre las funciones recíprocas y las funciones complementarias?		
8. ¿Le resulta fácil probar las identidades trigonométricas?		
9. Conoce Usted claramente ¿cuándo se aplica la Ley del Seno o la Ley del Coseno en la resolución de un problema?		
10. ¿Considera que el proceso metodológico de la enseñanza de la trigonometría ha facilitado el aprendizaje?		

## RESULTADOS

### Resultados de la encuesta

El análisis de los resultados obtenidos a partir de las encuestas es presentado en el Cuadro 2. En el mismo se desglosan las respuestas (Si / No) según cada centro educativo de nivel secundario, siendo los elegidos: Colegio Abel Bravo, Colegio La Salle (Margarita), Instituto Rufo A. Garay, e Instituto Benigno Jiménez.

**Cuadro 2.** Resultado de la encuesta aplicada

	COLEGIO ABEL BRAVO		COLEGIO LA SALLE - MARGARITA		INSTITUTO RUFO A. GARAY		INSTITUTO BENIGNO JIMENEZ		TOTAL	
	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No
1. ¿Conoce las aplicaciones básicas de la Trigonometría, en general?	11	4	15	0	7	8	9	6	42	18
2. ¿Sabe seleccionar correctamente la función trigonométrica adecuada en una situación específica?	7	8	6	9	5	10	2	13	20	40
3. ¿Sabe que en la función trigonométrica $\sin \alpha$ , es el ángulo la variable?	5	10	5	10	3	12	7	8	20	40
4. ¿Sabe diferenciar fácilmente las funciones trigonométricas entre sí?	5	10	7	8	5	10	4	11	21	39
5. ¿Considera que posee los conocimientos básicos y necesarios para el estudio de la trigonometría?	8	7	15	0	10	5	9	6	42	18
6. ¿Considera que tiene una actitud positiva hacia el aprendizaje de la trigonometría?	12	3	14	1	10	5	14	1	50	10
7. ¿Diferencia claramente entre las funciones recíprocas y las funciones complementarias?	4	11	7	8	4	11	1	14	16	44
8. ¿Le resulta fácil probar las identidades trigonométricas?	4	11	5	10	5	10	5	10	19	41
9. Conoce Usted claramente ¿cuándo se aplica la Ley del Seno o la Ley del Coseno en la resolución de un problema?	6	9	4	11	4	11	5	10	19	41
10. ¿Considera que el proceso metodológico de la enseñanza de la trigonometría ha facilitado el aprendizaje?	12	3	13	2	10	5	11	4	46	14

De lo anterior, los resultados más relevantes destacan:

- El 70% de los estudiantes encuestados de este nivel conoce las aplicaciones básicas de la trigonometría, sin embargo el 66.6% no sabe seleccionar la función trigonométrica adecuada según la situación que enfrente.
- Sólo el 33.3% sabe sobre la función  $\sin \alpha$ , mientras que el 35% puede diferenciar las funciones trigonométricas entre sí.
- A pesar que el 70% de los estudiantes considera que posee los conocimientos básicos y necesarios para el estudio de la trigonometría, y muestran una actitud positiva hacia su aprendizaje (83.3%), solamente el 26.7% diferencia claramente conceptos básicos como de reciprocidad y complementariedad.
- El 77% de los estudiantes consideran que los docentes han utilizados un proceso metodológico de enseñanza y aprendizaje efectivo, pero el 68.3% señalan dificultades para probar identidades y el conocimiento de leyes básicas de la trigonometría en la resolución de casos

### **Orientación didáctica**

En base a la experiencia de 40 años en la enseñanza de trigonometría, se presentan algunas sugerencias como orientación didáctica en el proceso enseñanza-aprendizaje para iniciar el desarrollo de este curso:

- Es conveniente una clase previa sobre las propiedades de los triángulos rectángulos.
- En relación a los ángulos, indicar que los dos ángulos agudos del triángulo rectángulo son complementarios, es decir suman  $90^\circ$ .
- En relación a los lados, definir el lado que se llama hipotenusa y cuales lados se llaman catetos.
- Diferenciar entre el cateto opuesto a un ángulo agudo y el cateto adyacente a un ángulo agudo.
- Afianzar que el cateto opuesto a un ángulo agudo es el adyacente del ángulo complementario, y que el cateto adyacente a un ángulo agudo es el opuesto del ángulo complementario.
- Es recomendable que las funciones recíprocas y las funciones complementarias sean examinadas en una misma prueba para lograr el nivel de discriminación del objetivo. Esto ayuda a evitar las inhibiciones retroactivas y las proactivas que es lo que no permite diferenciar claramente las funciones recíprocas de las complementarias.

### **Plan básico para el inicio del curso**

Para iniciar un curso de trigonometría, se plantea un contenido básico que debe abordarse y lograr un efectivo proceso de enseñanza-aprendizaje:

0. Propiedades de ángulos y lados del triángulo rectángulo. (conocimientos previos).
1. Definición de las funciones trigonométricas.
2. Funciones recíprocas.
3. Funciones complementarias
4. Dado el valor de una función trigonométrica Hallar el valor de las demás.
5. Signo de las funciones trigonométricas en los 4 cuadrantes.
6. Concepto de ángulo positivo y negativo.
7. Expresar un ángulo negativo en función de un ángulo positivo.
8. Concepto de ángulo relacionado.
9. Uso de las Tablas de las funciones trigonométricas
10. Resolución de triángulo rectángulo.

## DISCUSIÓN

En matemáticas, las funciones trigonométricas se establecieron con el objetivo de entender las definiciones de las razones trigonométricas aplicados a todos los números reales y complejos.

Los instrumentos de investigación aplicados, demostraron que hay 6 aspectos con respuesta No superior al 65 % que indican áreas que deben ser reforzadas y que se harán algunas propuestas para aclararlas. Estas dificultades son: lograr seleccionar correctamente la función trigonométrica adecuada en una situación específica, saber que en la función trigonométrica  $\text{sen } \alpha$  es el ángulo la variable, diferenciar fácilmente las funciones trigonométricas entre sí, diferenciar claramente entre las funciones recíprocas y las funciones complementarias, probar las identidades trigonométricas, conocer claramente cuándo se aplica la Ley del Seno o la Ley del Coseno en la resolución de un problema.

Por otra parte, en las encuestas realizadas se destacaron 4 aspectos que son satisfactorios al registrar un 70% o más de respuestas Sí como: aplicaciones básicas de la Trigonometría, en general, conocimientos básicos y necesarios para el estudio de la trigonometría, actitud positiva hacia el aprendizaje de la trigonometría y el proceso metodológico de la enseñanza de la trigonometría.

Por los resultados obtenidos se hace necesario formular recomendaciones a los docentes para coadyuvar en lograr resultados exitosos en los cursos y muy beneficioso a los estudiantes.

## CONCLUSIÓN

La aplicación de las encuestas efectuadas a los estudiantes permitió obtener informaciones valiosas que sirvió para evaluar y conocer los aspectos aceptables que poseen los estudiantes en cuanto a la trigonometría y aquellos que necesitan ser reforzados. Las encuestas nos ayudaron a sustentar nuestras preocupaciones iniciales de que existen en los estudiantes algún grado de dificultad en el proceso enseñanza-aprendizaje de la trigonometría.

Los estudiantes presentan dificultades para probar identidades trigonométricas, aplicar la Ley del Seno y La Ley del Coseno en la resolución de un problema, diferenciar entre las funciones recíprocas y las funciones complementarias, seleccionar correctamente la función trigonométrica adecuada en una situación específica, además que es el ángulo la variable en una función trigonométrica.



Para otro lado, los estudiantes tienen una actitud positiva hacia el aprendizaje de la trigonometría, que el proceso metodológico empleado ayudó en alguna forma al aprendizaje, que saben que la trigonometría tiene muchas aplicaciones y poseían las condiciones básicas necesarias para el inicio del estudio de la trigonometría.

Finalmente, los resultados evidencian la necesidad de ofrecer una orientación didáctica sobre algunos conceptos de trigonometría.

## **AGRADECIMIENTOS**

A mi hija Zaira Alexis de Peñafiel por su incansable apoyo, tiempo y paciencia. Igualmente, a mi hija Kenia Alexis por sus opiniones en algunos conceptos.

## **REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

Ayres Jr, F. (1970). Trigonometría Plana y Esférica. México: Editorial Mc Graw de S. A.

Ley Orgánica de Educación N 34 de 6 de julio de 1995. Título I. Disposiciones Fundamentales. Capítulo I. Principios, Fines y Normas de la Educación Panameña. Artículo 4.

Spiegel, M. & Abellanas, L. (1988). Fórmulas y tablas de matemática aplicada. México: Editorial McGraw-Hill.

5

Entomología

## NOTA CIENTÍFICA

# LAS MARIPOSAS DEL PAISAJE PROTEGIDO DE ISLA GALETA (LEPIDOPTERA: NYMPHALIDAE) DEPOSITADAS EN LAS COLECCIONES ENTOMOLÓGICAS DEL CENTRO REGIONAL UNIVERSITARIO DE COLÓN

Gina E. Núñez<sup>1</sup>, Roxana Martínez<sup>2</sup>, Mario A. González Torres<sup>3</sup> y Alfredo Lanuza-Garay<sup>4</sup>

1. Safarick's Zoológico Panamá. María Chiquita, Colon, Panamá. E-Mail: [ginanunez07@gmail.com](mailto:ginanunez07@gmail.com)
2. Universidad de Panamá, Centro Regional Universitario de Colón, Facultad de Ciencias Naturas, Exactas y Tecnología, Escuela de Biología.
3. Universidad de Panamá, Centro Regional Universitario de Colón, Facultad de Ciencias Naturales, Exactas y Tecnología, Escuela de Biología, Departamento de Zoología. E-mail: [mario.gonzalez@up.ac.pa](mailto:mario.gonzalez@up.ac.pa)
4. Universidad de Panamá, Centro Regional Universitario de Colón, Facultad de Ciencias Naturales, Exactas y Tecnología, Escuela de Biología, Departamento de Zoología. E-mail: [alfredo.lanuza26@gmail.com](mailto:alfredo.lanuza26@gmail.com)

### Resumen

Se presenta un listado de especies de la familia Nymphalidae del Paisaje Protegido de Isla Galeta (PPIG) depositadas en las colecciones entomológicas de la Escuela de Biología del Centro Regional Universitario de Colón. Se registran para el Paisaje Protegido de Isla Galeta 31 géneros y 41 especies. Se presentan imágenes de las especies más representativas del lugar como un incentivo al desarrollo ecoturístico y educativo ambiental del PPIG.

**Palabras Clave:** Mariposas, diversidad, Isla Galeta, provincia de Colón.

### Abstract

A checklist of Nymphalidae butterflies collected in Galeta Island Protected Landscape (GIPL) is presented and deposited at the Entomological Collection of the School of Biology of the Regional University Center of Colon. The Galeta Island Protected Landscape reports 31 genders and 41 species and subspecies. Pictures of the most representative species of the location are presented as an incentive for the ecotourism development and environmental education of the GIPL.

**Key Words:** Butterflies, diversity, Galeta Island, Province of Colon.

**Citación:** Núñez, G.E., Martínez, R., González Torres, M. A. y Lanuza-Garay, A. (2016). Las Mariposas del Paisaje Protegido de Isla Galeta (Lepidoptera: Nymphalidae) depositadas en las Colecciones Entomológicas del Centro Regional Universitario de Colón. Revista Colón Ciencias, Tecnología y Negocios 3 (1): 44-50

**Recibido:** 14 de mayo de 2016

**Correspondencia al autor:** [mario.gonzalez@up.ac.pa](mailto:mario.gonzalez@up.ac.pa) (Mario A. González Torres)

## **INTRODUCCIÓN**

Las mariposas son uno de los grupos de insectos más llamativos por su particular colorido, constituyendo un material importante de investigación y un atractivo turístico, que deja importantes rentas económicas en diferentes países (Santos & Cambra, 2003; Chacón & Montero, 2007; Montero, 2007), siendo consideradas importantes indicadores de salud ambiental (Santos & Cambra, 2003).

Las mariposas de la familia Nymphalidae, se encuentran ampliamente distribuidas en todo el mundo, excepto en las regiones polares (Chacón & Montero, 2007), con unas 5000 especies descritas. En Panamá, se registran 427 especies (Robbins, 1982), cifra similar a la registrada en Costa Rica de 433 especies (DeVries, 1987).

En nuestro país, se han hecho aportes importantes al conocimiento de la diversidad de mariposas en áreas protegidas con resultados interesantes (Santos & Cambra, 2003; Basset *et al.*, 2015). Cabe mencionar que la lepidofauna presente en el Paisaje Protegido de Isla Galeta (PPIG) ha sido pobremente estudiada, sin embargo son notables los estudios de Caldas (1992) enfocado en la mortalidad de los estadios inmaduros de *Fountainea ryphea* (Cramer, 1775) [= *Aenearyphea*], y Lanuza-Garay & Vargas-Cusatti (2011) que brinda una descripción de la ampliación geográfica de los puntos de hibridación de *Heliconius erato hydara*. El presente trabajo da a conocer la diversidad de Nymphalidae en el Paisaje Protegido de Isla Galeta (PPIG), como incentivo al desarrollo ecoturístico y a la educación ambiental del lugar.

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

### **Sitio de estudio**

El Paisaje Protegido de Isla Galeta, ubicado entre las coordenadas 9°26'10" latitud norte y 79°06'56" longitud oeste. Esta área protegida comprende una superficie de 605 ha, siendo utilizada a principios del siglo pasado como área militar y seguridad del Canal de Panamá

(ANAM, 2003); presenta un clima húmedo tropical, con una precipitación promedio anual por encima de los 2500 mm, una temperatura de 26 C, así como una humedad relativa anual de 76.2%; presenta una zona de vida de bosque húmedo tropical, con una cobertura importante de manglar, en donde es notorio el dominio de especies como el mangle rojo (*Rhizophora mangle*) y Mangle Blanco (*Laguncularia racemosa*) (ANAM, 2003).

### **Métodos de Colecta y Conservación de Especímenes**

Para la colecta de especímenes se seleccionaron sitios donde se observase presencia de florescencia y fructificación de las plantas dentro del bosque (Largo Remo), en los senderos (Costanera y Albatross), al igual que en áreas abiertas (Camino de Galeta). Las mariposas fueron colectadas con redes entomológicas, una vez capturadas se procedió a inmovilizarlas presionando levemente el tórax, para posteriormente guardarlas en sobres de papel de acuerdo al tamaño de la mariposa. En el laboratorio se procedió a colocarlas en cámara húmeda (agua + fenol 10 %) para su posterior montaje; una vez montadas, las muestras fueron debidamente identificadas, etiquetadas y depositadas en la colección de la Escuela de Biología del Centro Regional Universitario de Colón (CRUC).

Los especímenes fueron colectados entre los meses de agosto de 2009 y abril de 2010, por las primeras autoras, además de material colectado el 14 de septiembre de 2014 y 23 de octubre de 2015 por el cuarto autor. La determinación taxonómica se realizó siguiendo las claves e ilustraciones de Lewis (1973), DeVries (1987), Lamas & Small (1992), Chacón & Montero (2007). Para el ordenamiento sistemático se empleó la propuesta de Lamas (2004).

### **RESULTADOS**

Se colectaron 200 especímenes de mariposas de la familia Nymphalidae distribuidas en 31 géneros y 41 especies (Cuadro 1). De los 200 especímenes, 90 fueron recolectados en el sendero Albatross y 45 capturados a lo largo del camino de Galeta.

**Cuadro 1.** Listado de especies de la familia Nymphalidae colectadas en el Paisaje Protegido de Isla Galeta, Colón.

<i>Adelpha citerea</i> Fruhstofer, 1913 [1], CG	<i>Heliconius charithonius</i> Linnaeus, 1767 [1] CG
<i>Agraulis vanillae</i> Linnaeus, 1758[1],	<i>Heliconius eleuchias</i> Hewitson, 1854 [1] SA
<i>Anartia fatima</i> Fabricius, 1793 [20], SC, SA, CG	<i>Heliconius erato petiverana</i> Doubleday, 1847 [18] SA, CG <b>Figura 3</b>
<i>Anartia jatrophae</i> Fruhstofer, 1907 [21], SC, SA, CG. <b>Figura 7</b>	<i>Heliconius hecale melicerta</i> Bates, 1866 [2] SLR. <b>Figura 2</b>
<i>Archaeoprepona demophon</i> Fruhstofer, 1904 [1], SC	<i>Heliconius hecale zuleika</i> Hewitson, 1854 [1] SLR
<i>Caligo telamonius memnon</i> Felder & Felder, 1867 [1], SC <b>Figura 9</b>	<i>Heliconius sara</i> Stichel, 1906 [9] SA, CG
<i>Callicore pitheas</i> Latreille, 1813 [2], CG	<i>Hermeuptychia harmonia</i> Butler, 1877 [2] SLR
<i>Chlosyne janais</i> Drury, 1782 [2], SA, SC	<i>Hermeuptychia hermes</i> Fabricius, 1775 [2] SLR
<i>Chlosyne lacynia</i> Geyer, 1837 [2], SA, SC	<i>Junonia evarete</i> Cramer, 1779 [34] SA, SC
<i>Chlosyne hippodrome</i> Geyer, 1837 [2], SA, SC	<i>Lycorea halia</i> Doubleday, 1847 [1] SLR
<i>Colobura dirce</i> Linnaeus, 1758 [1] SLR	<i>Marpesia petreus</i> Cramer, 1776 [1] SA
<i>Danaus plexxipus</i> Linnaeus, 1758 [5] SA	<i>Mechanitis polymnia isthmia</i> Bates, 1863 [7] SLR
<i>Danaus gillippus</i> Bates, 1863 [7], SA, CG <b>Figura 5</b>	<i>Morpho helenor marinita</i> Butler, 1872 [8] SA, CG <b>Figura 8</b>
<i>Dione juno</i> Cramer, 1779 [1], SC	<i>Nica flavila</i> Doubleday, 1848 [2] CG
<i>Dircenna olyras</i> Butler &Druce, 1867 [5] SLR <b>Figura 1</b>	<i>Opsiphanes cassina</i> Boisduval 1870 [1] SC
<i>Dryadula phaetusa</i> Linnaeus, 1758 [10], SA, CG	<i>Philaetria dido</i> Linnaeus, 1763 [1] SA
<i>Dryas iulia</i> Riley, 1926 [11], SA, CG	<i>Pierella luna</i> Godman&Salvin, 1868 [2] SLR <b>Figura 4</b>
<i>Eresia clio clio</i> Linnaeus, 1758 [1], CG	<i>Pyrrohyra otolais</i> Bates, 1864 [1] SLR
<i>Eueides aliphera</i> Stichel, 1903 [7] SA. SLR	<i>Siproeta stelenes</i> Fruhstofer, 1907 [1] SLR <b>Figura 6</b>
<i>Fountainea eurypyle</i> Hall, 1929 [1] SLR	<i>Temenis pulchra</i> Hewitson 1861 [1] CG
<i>Hamadryas februa</i> Gobart, 1864 [2] SLR	

[ ] = número de especímenes colectados de cada especie; SA = Sendero Albatross; SC= Sendero Costanera; SLR = Sendero Largo Remo; CG= Camino de Galeta.



**Figuras 1-3.** Habitus de adultos: 1. *Dircenna olyras relata* (Ithomiinae), 2. *Heliconius hecale melicerta* (Heliconiinae), 3. *Heliconius erato petiverana* (Heliconiinae)



**Figuras 4-9.** Habitus de adultos: 4. *Pierella luna* (Satyrinae), 5. *Danaus gillipus* (Danainae), 6. *Siproeta stelenes* (Nymphalinae) 7. *Anartia jatrophae* (Nymphalinae), 8. *Morpho helenor* (Morphinae), 9. *Caligo telamoniuss memnon* (Morphinae)

## **CONCLUSIÓN**

El PPIG posee una fauna interesante de mariposas de las familias Nymphalidae, como lo demuestran las 41 especies colectadas, que representan el 9.6% del total de especies reportadas para Panamá. A pesar de que se ha realizado un esfuerzo significativo de colecta, el número de especies colectadas es baja, razón por la cual esta publicación debe ser considerada como un listado preliminar; aun así, esperamos sirva de incentivo para promover el interés educativo, científico y turísticas, por nacionales y/o foráneos interesados en conocer las mariposas del Paisaje Protegido de Isla Galeta.

## **AGRADECIMIENTOS**

Los autores agradecen a Antonio Villarreta (ANAM) y al equipo de guardaparques del PPIG, por el apoyo de campo y orientación en algunos puntos del Paisaje Protegido de Isla Galeta, a Marley González y Vineika Aguilar (Escuela de Biología CRU Colón) por su colaboración en las recolectas, a Thalia Carballo de la Escuela de Biología CRU-Colón) por la captura de las imágenes de los especímenes presentados en este trabajo. Al Dr. Stanley Heckadon Moreno, director del Laboratorio Marino de Punta Galeta, Smithsonian Tropical Research Institute, por facilitar la beca Robert Stimmin que otorgó los fondos para el desarrollo de este trabajo.

## **REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

Autoridad Nacional del Ambiente (ANAM) (2003). Plan de Manejo del Paisaje Protegido de Isla Galeta, Colón. Consultores Ecológicos Panameños.

Basset, Y., Barrios, H., Segar, S., Srygley, R.B., Aiello, A., Warren, A.D., Delgado, F., Coronado, J., Lezcano, J., Arizala, S., Rivera, M., Pérez, R., Bobadilla, R., López, Y. & Ramírez, J.A. (2015) The Butterflies of Barro Colorado Island, Panama: Local Extinction since the 1930s. *PLoS ONE* 10(8): e0136623. doi:10.1371/journal.pone.0136623

Caldas, A. (1992). Mortality of *Anaea ryphea* (Lepidoptera: Nymphalidae) immatures in Panama. *Journal of Research of Lepidoptera*, 31 (3-4):195-204

Chacón, J.A. & Montero, J.J. (2007). Butterflies and Moths of Costa Rica. Instituto Nacional de la Biodiversidad (InBio).

DeVries, P. J. (1987). The Butterflies of Costa Rica and their Natural History. Princeton University Press, Princeton, New Jersey.

Lamas, G. & Small, G.B. (1992). Catalogue of the Nymphalinae of Panama (Lepidoptera: Nymphalidae), 554-566. En: Quintero, D. & Aiello, A. (eds.). *Insects of Panama and Mesoamerica*. Oxford University Press, Oxford.

Lamas, G.M. (2004). *Atlas of Neotropical Lepidoptera. Checklist: Part 4.a: Hesperioidea-Papilionoidea*. Florida (U. S. A.): Association for Tropical Lepidoptera.

Lanuzza-Garay, A. & Vargas-Cusatti, U. (2011). Nuevo Registro de *Heliconius erato hydara* (Hewitson, 1867) (Lepidoptera: Nymphalidae) en Panamá. *Boletín del Museo de Entomología de la Universidad del Valle* 12(1):13-16

Lewis, H.L. (1973). *Butterflies of the World*. Follett Publishing Company, Chicago.

Montero-Ramírez, J.J. (2007). *Manual para el Manejo de Mariposarios*. Instituto Nacional de la Biodiversidad (InBio).

Robbins, R.K. (1982). How Many Butterflies species? *The News of the Lepidopterists' Society* 40-41

Santos, M. A. & Cambra, R.A. (2003). Mariposas del Parque Nacional Darién: Nymphalidae, Papilionidae y Pieridae (Lepidoptera) Depositados en el Museo de Invertebrados G.B. Fairchild, Universidad de Panamá. *Tecnociencia*, 5 (2): 23-33.