

E-ISSN 2710-7647

**REVISTA DE
INVESTIGACIÓN DE LA
UNIVERSIDAD DE PANAMÁ**



SCIENTIA

VOL.32, N° 2, julio - diciembre 2022



SCIENTIA
Journal of Basic Science and Technology
(SJBST)

ISSN: 0258-9702
E-ISSN: 2710-7647



**REVISTA DE INVESTIGACIÓN DE LA
UNIVERSIDAD DE PANAMÁ**

VOL.32, N° 2

JULIO-DICIEMBRE 2022



AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD DE PANAMÁ

Dr. Eduardo Flores Castro
Rector

Dr. José Emilio Moreno
Vicerrector Académico

Dr. Jaime Javier Gutiérrez
Vicerrector de Investigación y Postgrado

Mgter. Arnold Muñoz
Vicerrector Administrativo

Mgter. Mayanin Rodríguez
Vicerrectora de Asuntos Estudiantiles

Mgter. Ricardo Him
Vicerrector de Extensión

Mgter. Ricardo A. Parker
Secretario General

Mgter. José Luis Solís
Director General de los Centros Regionales Universitarios

COMITÉ EDITORIAL/EDITORIAL COMMITTEE

EDITORES ASOCIADOS

Francisco Farnum. Universidad de Panamá.
Vicerrectoría de Investigación y Postgrado.
Oficina de Publicaciones Académicas y
Científicas. Panamá.
francisco.farnum@up.ac.pa
<https://orcid.org/0000-0002-5879-2296>

Mónica Contreras. Universidad de Panamá.
Vicerrectoría de Investigación y Postgrado.
Oficina de Publicaciones Académicas y
Científicas. Panamá.
monica.contreras@up.ac.pa
<https://orcid.org/0000-0003-0972-6951>

Damaris V. Tejedor-De León. Universidad
de Panamá. Vicerrectoría de Investigación y
Postgrado. Oficina de Publicaciones
Académicas y Científicas. Panamá.
damaris.tejedor@up.ac.pa
<https://orcid.org/0000-0002-4350-196X>

EDITORES EMÉRITOS/EMERITUS EDITORS

Alfredo Figueroa Navarro

Universidad de Panamá, Departamento de
Sociología, Panamá.

<https://orcid.org/0000-0002-0982-1249>

Héctor Barrios

Universidad de Panamá, Programa
Centroamericano de Maestría en
Entomología, Panamá.

<https://orcid.org/0000-0002-0542-1731>

EDITORES CIENTÍFICOS/SCIENTIFIC EDITORS

Orlando O. Ortiz

Universidad de Panamá, Facultad de
Ciencias Naturales, Exactas y Tecnología,
Panamá. orlando.ortiz@up.ac.pa

<https://orcid.org/0000-0002-7805-0046>

Kalina Bermúdez Torres

Instituto Politécnico Nacional, Centro de
Desarrollo de Productos Bióticos-IPN,
México. kbermudes@ipn.mx

<https://orcid.org/0000-0002-7267-7657>

EDITORES ASOCIADOS/ASSOCIATED EDITORS

Abel Batista

Universidad Autónoma de
Chiriquí/Fundación Los Naturalistas,
Chiriquí, Panamá.

<https://orcid.org/0000-0001-8053-3373>

Aida Araceli Rodríguez Hernández

Instituto Politécnico Nacional, Centro de
Desarrollo de Productos Bióticos-IPN,
México.

<https://orcid.org/0000-0001-9179-1888>

Alessio Papini

Università degli Studi di Firenze (UNIFI),
Italia.

<https://orcid.org/0000-0001-7904-0336>

Alfredo Campos

Universidad Tecnológica de Panamá (UTP),
Panamá.

<https://orcid.org/0000-0001-7921-8309>

Andrés Rivera-Mondragón

Instituto de Investigaciones Científicas y
Servicios de Alta Tecnología de Panamá
(INDICASAT), Panamá.

<https://orcid.org/0000-0001-7426-5405>

Ángel David Popa

Health and Biosecurity division,
Commonwealth Science and Industry
Research Organisation, Australia.

<https://orcid.org/0000-0002-0683-8424>

Arianna Michelle Hernández Sánchez

Instituto Politécnico Nacional, Centro de
Desarrollo de Productos Bióticos-IPN,
México.

<https://orcid.org/0000-0001-9045-3537>

Axel R. Concepción

New York University, School of Medicine,
Estados Unidos.

<https://orcid.org/0000-0003-2971-3488>

Brenda Hildeliza Camacho Díaz

Instituto Politécnico Nacional, Centro de
Desarrollo de Productos Bióticos-IPN,
México.

<https://orcid.org/0000-0001-5562-0782>

Carlos De Gracia

University of Vienna, Austria.

<https://orcid.org/0000-0003-0637-3302>

Coral Jazvel Pacheco Figueroa

Universidad Juárez Autónoma de Tabasco,
DACBIOL, México.

<https://orcid.org/0000-0001-5281-9251>

Daniel Medina

Secretaría Nacional de Ciencia y Tecnología
(SENACYT), Sistema Nacional de
Investigación (SNI), Panamá.

<https://orcid.org/0000-0002-5217-6353>

Dionisio Olmedo

Universidad de Panamá, CIFLORPAN,
Panamá.

<https://orcid.org/0000-0002-4681-1365>

Dumas Gálvez

Universidad de Panamá, Programa
Centroamericano de Maestría en
Entomología, Panamá.

<https://orcid.org/0000-0001-8699-8497>

Eloisa Adriana Guerra Hernández

Universidad Nacional Autónoma de México
(UNAM), Facultad de Estudios Superiores
Zaragoza, México.

<https://orcid.org/0000-0003-3710-0884>

Estela Sandoval Zapotitla

Universidad Nacional Autónoma de México
(UNAM), Instituto de Biología, México.

<https://orcid.org/0000-0001-8905-9102>

Eugenia López López

Instituto Politécnico Nacional, Escuela
Nacional de Ciencias Biológicas, México.

<https://orcid.org/0000-0003-2696-533X>

Federico Martinelli

Università degli Studi di Firenze (UNIFI),
Italia.

<https://orcid.org/0000-0002-3981-0567>

Félix Rodríguez

Instituto Smithsonian de Investigaciones
Tropicales (STRI), Panamá.

<https://orcid.org/0000-0000-0000-0000>

Gaspar Bruner

Cambridge University, Reino Unido.

<https://orcid.org/0000-0002-4614-0338>

Gerardo Cruz Flores

Universidad Nacional Autónoma de México
(UNAM), Facultad de Estudios Superiores
Zaragoza, México.

<https://orcid.org/0000-0002-5604-2707>

Hilario Espinosa

University of Haifa, Israel.

<https://orcid.org/0000-0003-2005-827X>

Jean Michel Maes

Museo Entomológico de León, Nicaragua.

<https://orcid.org/0000-0002-5425-3439>

Julio Castillo

Instituto de Investigaciones Científicas y
Servicios de Alta Tecnología de Panamá
(INDICASAT), Panamá.

<https://orcid.org/0000-0002-6921-810X>

Lorraine Pérez

Universidad Autónoma de Chiriquí
(UNACHI), Panamá.

<https://orcid.org/0000-0003-0841-3363>

Luc Legal

Laboratoire Ecologie Fonctionnelle et Environnement, Université Paul Sabatier, Francia/México.

<https://orcid.org/0000-0003-0424-2931>

María Viñas Meneses

Universidad de Costa Rica, Costa Rica.

<https://orcid.org/0000-0003-0644-0579>

Mauricio Cattaneo

Universidad Nacional de Tucumán, INQUINOA, Argentina.

<https://orcid.org/0000-0002-5598-0814>

Moisés A. Bernal

Auburn University, Estados Unidos.

<https://orcid.org/0000-0002-3236-8403>

Nathalia Tejedor Flores

Universidad Tecnológica de Panamá (UTP), Panamá.

<https://orcid.org/0000-0002-0154-1955>

Omar López Alfano

Secretaría Nacional de Ciencia y Tecnología (SENACYT), Sistema Nacional de Investigación (SNI), Panamá.

<https://orcid.org/0000-0003-4953-2123>

Omar Patiño Rodríguez

Instituto Politécnico Nacional, Centro de Desarrollo de Productos Bióticos-IPN, México.

<https://orcid.org/0000-0001-8449-798X>

Oris Rodríguez

Universidad de Panamá/Instituto Smithsonian de Investigaciones Tropicales (STRI), Panamá.

<https://orcid.org/0000-0002-2976-0017>

Pedro Méndez-Carvajal

Universidad de Panamá, Panamá.

Fundación Pro-Conservación de los Primates Panameños (FCPP), Panamá.

<https://orcid.org/0000-0003-1306-5869>

Riccardo M. Baldini

Università degli Studi di Firenze (UNIFI), Italia.

<https://orcid.org/0000-0003-2181-3441>

Rodolfo Flores

Fundación Los Naturalistas, Chiriquí, Panamá.

<https://orcid.org/0000-0002-7911-9228>

Romina D'Almeida

CONICET, Instituto Superior de
Investigaciones Biológicas, Argentina.

<https://orcid.org/0000-0001-5075-6381>

Rubí Guadalupe Utrilla Coello

Universidad del Papaloapan, México.

<https://orcid.org/0000-0002-5769-7449>

Sandra Pérez Álvarez

Universidad Autónoma de Chihuahua,
Facultad de Ciencias Agrícolas y Forestales,
México.

<https://orcid.org/0000-0002-9211-0797>

Sebastián Oriolo

CONICET/Universidad de Buenos Aires,
Instituto de Geociencias Básicas, Aplicadas y
Ambientales, Argentina.

<https://orcid.org/0000-0002-2495-2431>

Verena Roesch

Universität Koblenz-Landau, Alemania.

<https://orcid.org/0000-0002-0662-4338>

Yehudi Rodríguez

Universidad Marítima Internacional de
Panamá (UMIP), Panamá.

<https://orcid.org/0000-0001-6947-9046>

Yostin Aníño

Universidad de Panamá, Museo de
Invertebrados G. B. Fairchild, Panamá.

<https://orcid.org/0000-0002-8870-8155>

Yves Basset – Instituto Smithsonian de
Investigaciones Tropicales (STRI), Panamá.

<https://orcid.org/0000-0002-1942-5717>

OBJETIVOS Y ALCANCE

SCIENTIA Journal of Basic Science and Technology (SJBST) (ISSN 0258-9702, E-ISSN 2710-7647), revista publicada por la Vicerrectoría de Investigación y Postgrado de la Universidad de Panamá desde 1986, tiene como objetivo contribuir al avance del conocimiento de las Ciencias Básicas (Biología, Química, Física, Matemática, Estadística) y Tecnología. Se publica en la modalidad de un volumen anual dividido en dos números o fascículos semestralmente (enero-junio, julio-diciembre) y ocasionalmente números especiales.

SCIENTIA publica trabajos científicos y técnicos, originales e inéditos, tanto en español como inglés. La Revista **SCIENTIA** utiliza el sistema de arbitraje doble ciego, asegurando confiabilidad del proceso de evaluación. Los manuscritos serán considerados para publicarse como "Artículo Científico" "Nota Corta", "Artículos de Revisión" y "Ensayo" La Revista **SCIENTIA** está indexada en Latindex, el Sistema Regional de Información en Línea para Revistas Científicas de América Latina (AmeliCA) y La Red de Revistas Científicas de América Latina y el Caribe, España y Portugal (Redalyc)

AIMS AND SCOPES

SCIENTIA Journal of Basic Science and Technology (SJBST) is a Journal published by Vicerrectoria de Investigación y Postgrado, Universidad de Panamá, aiming to contribute to the progress of the knowledge of Basic Sciences (Biology, Chemistry, Physics, Mathematics, and Statistics) and Technology.

SCIENTIA is printed twice a year (January-June and July-December) with special issues published occasionally. Our journal publishes original papers in Spanish and English. All manuscripts are double-peer reviewed. Manuscripts are considered for publication as a "Regular Article," "Short Note," "Review Articles," and "Scientific Essays. **SCIENTIA** Journal of Basic Science and Technology is indexed in Latindex, the Regional Online Information System for Scientific Journals of Latin America (AmeliCA), and the Network of Scientific Journals of Latin America and the Caribbean, Spain, and Portugal (Redalyc).

NORMAS DE PUBLICACIÓN

El propósito de la Revista **SCIENTIA** es dar a conocer a la comunidad las producciones científicas de los investigadores en el ámbito de las **Ciencias Básicas (Biología, Química, Física, Matemática y Estadística) y Tecnológicas**, dichas producciones deberán ser originales e inéditas. La Revista **SCIENTIA** se reserva el derecho de aprobar o rechazar las producciones presentadas a su consideración. Para garantizar el rigor editorial científico, se han desarrollado las presentes **Normas de Publicación**, las cuales buscan la regulación de las producciones presentadas y publicadas. La Revista **SCIENTIA** se vale del sistema de arbitraje a Doble Ciego descrito en sus **Lineamientos de Publicación**.

A fin de poner a disposición de la comunidad científica a nivel mundial, la Universidad de Panamá, a través del Vice-Rectorado de Investigación y Postgrado, ha dispuesto en sus servidores web un espacio para albergar la Revista **SCIENTIA**, la cual estará gestionada por su plataforma Open Journal Systems (OJS); los autores gestionarán todas sus Producciones Intelectuales por medio de esta plataforma, la misma estará disponible en:

<https://revistas.up.ac.pa/index.php/scientia/>

En afán de garantizar la autoría, la Revista **SCIENTIA** se valdrá del Identificador Abierto de Investigador y Colaborador (Open Researcher and Contributor ID) **ORCID**, el mismo ayudará a reconocer a los Autores dentro del ámbito investigativo mundial, de allí, cada Autor deberá realizar su registro en la Plataforma OJS de la Revista **SCIENTIA** con dicho Registro ORCID.

Los manuscritos podrán ser presentados en el idioma español o inglés. Se espera que las producciones intelectuales presentadas contengan información novedosa y que estos representen una contribución sustancial al avance de un área específica del conocimiento. Los Autores podrán presentar a la Revista **SCIENTIA** los siguientes tipos de Producciones Científicas: Artículo científico, Artículo corto, Artículo de revisión y Ensayos.

TIPOS DE ARTÍCULOS

Artículo científico: representan producciones intelectuales derivadas de investigaciones culminadas. Debe incluir máximo 25 páginas empleando la siguiente estructura: resumen, introducción, materiales y métodos, resultados, discusión, conclusiones, agradecimientos y referencias.

Artículo corto: manuscrito breve que presenta resultados originales preliminares o parciales derivados de investigaciones en proceso. Pueden incluir comentarios sucintos y críticos que aportan un resultado original de un tema en específico. Incluye máximo cinco páginas y hasta dos figuras o tablas por trabajo. Presenta la misma estructura que un artículo científico.

Artículo de revisión: este tipo de artículo comprende el estado del arte actual del conocimiento sobre un tema en específico, donde el autor establece un aporte acorde a su criterio o perspectiva. La estructura de este artículo depende del investigador y será acorde a los de los temas que desarrolle a lo largo del manuscrito. Este tipo de artículo debe incluir máximo 30 páginas.

Ensayo: son artículos donde el autor presenta una postura crítica determinada sobre un tema en particular, la cual está basada en resultados propios y en literatura existente. Este tipo de artículo debe incluir máximo 20 páginas.

En casos especiales el Editor en Jefe podrá considerar la publicación de trabajos más extensos, monografías o actas de congresos o simposios.

SOBRE EL MANUSCRITO

Los manuscritos deberán ser enviados en formato digital *.doc. o *.docx (descargar plantilla aquí) al correo electrónico oficial (revista.scientia@up.ac.pa) o mediante la plataforma OJS, considerando las siguientes especificaciones:

Idioma: español o inglés. Se les recomienda a los autores cuya lengua materna no sea el inglés, asegúrese de que su manuscrito haya sido leído y revisado por un hablante nativo o servicio profesional antes de su envío (para evitar problemas relacionados a la ortografía, sintaxis, uso y estilo del inglés).

Tamaño de página: carta.

Márgenes de página: superior e inferior: 2.5 cm, izquierdo 3 cm y derecho 1.5 cm.

Presentación del desarrollo: 1 columna

Fuente: Arial.

Tamaño de letra: título del trabajo (14 puntos), resumen y palabras clave (10 puntos), contenido general (12 puntos).

Interlineado: resumen y referencias (interlineado sencillo), contenido del trabajo (1.5 puntos).

Alineación: justificado

Los nombres científicos de géneros, especies y subespecies deben ser escritos en cursiva (itálica). No debe emplear notas al pie de página a lo largo del manuscrito. Para las abreviaturas y sistema métrico decimal, debe utilizar las normas del Sistema Internacional de Unidades (SI). Utilice el punto como separador decimal (p. e. 3.1416).

ESTRUCTURA GENERAL

Título: debe ser conciso pero informativo y no debe exceder las 15 palabras. Tamaño de letra: 14 puntos; fuente: mayúscula sostenida, negrita; alineación: centrado. Debe incluir una versión en español y otra en inglés.

Autor(res): deben incluir los datos completos de los autores: nombre completo (nombres y luego los apellidos), afiliación o institución de procedencia, Open Researcher and Contributor ID (Identificador ORCID) y el correo electrónico. Si existe más de un autor, serán separados por coma e identificado con número en superíndice (ver plantilla).

Resumen: incluye el objetivo principal del estudio, metodología o procedimientos de forma sucinta, instrumentos de recolección de datos y los resultados más importantes. Deberán destacarse los aspectos más novedosos y relevantes del trabajo. Tamaño máximo de 250 palabras. Debe presentar una versión en español e inglés; tamaño de letra: 10 puntos; interlineado: sencillo

Palabras clave: mínimo tres y máximo cinco. Deben ser acorde al contenido del tema del trabajo. No se deben incluir palabras previamente incluidas en el título del manuscrito. Deben presentarse en inglés y español, organizadas alfabéticamente.

Introducción: en esta sección, el autor deberá señalar el contexto científico abordado, así mismo, planteará el objetivo o propósito de la investigación presentada, al final señalará la relevancia del abordaje, señalando el planteamiento o selección problemática, así como su justificación, dando una visión general de la misma.

Materiales y métodos: describa detalladamente todos los procedimientos utilizados. Incluya las referencias bibliográficas donde hayan descrito originalmente la metodología utilizada, los análisis estadísticos y/o los paquetes de software empleados durante el desarrollo de su investigación. Toda metodología modificada, obtenida de una investigación previa, tiene que ser citada y, además, se debe describir y justificar detalladamente los cambios realizados. Adicionalmente, trate de mencionar todos los reactivos y aparatos utilizados (incluir el nombre del fabricante y el país de origen).

Resultados: en esta parte del manuscrito, el autor presentará los datos o hallazgos logrados; para su presentación, se podrán apoyar de tablas y figuras que ayuden a su exposición.

Discusión: en esta sección del manuscrito el autor debe destacar los aspectos novedosos e importantes del estudio. Adicionalmente, el autor puede comparar sus resultados con otros estudios similares o se pueden proponer nuevas hipótesis debidamente justificadas.

Conclusiones: debe incluirse un párrafo con las conclusiones las cuales deben estar vinculadas a los objetivos propuestos en la introducción.

Material Suplementario: Los siguientes están disponibles en línea en www.xxxxxxxx.com, Figura S1: título, Tabla S1: título, Video S1: título.

Contribución de los Autores: Para los artículos de investigación con varios autores, se debe proporcionar un breve párrafo que especifique sus contribuciones individuales. Se deben utilizar las siguientes declaraciones: "Conceptualización, X.X. e Y.Y.; metodología, X.X.; software, X.X.; validación, X.X., Y.Y. y Z.Z.; análisis formal, X.X.; investigación, X.X.; recursos, X.X.; curación de datos, X.X.; redacción – preparación del borrador original, X.X.; redacción – revisión y edición, X.X.; visualización, X.X.; supervisión, X.X.; administración de proyectos, X.X.; adquisición de financiación, Y.Y. Todos los autores han leído y aceptado la versión publicada del manuscrito ". Consulte la taxonomía CRediT para ver la explicación del término. La autoría debe limitarse a aquellos que hayan contribuido sustancialmente al trabajo informado.

Financiamiento: Agregue: “Esta investigación no recibió financiamiento externo” o “Esta investigación fue financiada por NAME OF FUNDER, subvención número XXX” y “El APC fue financiado por XXX”. Verifique cuidadosamente que los detalles proporcionados sean precisos y utilice la ortografía estándar de los nombres de las agencias de financiación en <https://search.crossref.org/funding>. Cualquier error puede afectar su financiación futura.

Declaración de la Junta de Revisión Institucional: En esta sección, agregue la Declaración de la Junta de Revisión Institucional y el número de aprobación para estudios que involucren a seres humanos o animales. Tenga en cuenta que la Oficina Editorial puede solicitarle más información. Añada "El estudio se realizó de acuerdo con las directrices de la Declaración de Helsinki y fue aprobado por la Junta de Revisión Institucional (o Comité de Ética) de NOMBRE DEL INSTITUTO (código de protocolo XXX y fecha de aprobación)". O "Se renunció a la revisión y aprobación éticas para este estudio, debido al MOTIVO (proporcione una justificación detallada)". O "No aplica". para estudios que no involucren humanos o animales. También puede optar por excluir esta declaración si el estudio no involucró a humanos o animales.

Agradecimientos: En esta última sección, el autor podrá manifestar, si lo considera pertinente, su agradecimiento. Debe mencionar las fuentes de financiación y/o apoyos recibidos para la ejecución del proyecto o culminación del estudio (ejemplo equipo para experimentos). Evite títulos como Dr., Lic., Ing., Mgtr., etc. Esta sección no podrá excederse de un párrafo, siendo normado entre 4 y 9 líneas.

Conflictos de Intereses: Declare conflictos de intereses o declare "Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses". Los autores deben identificar y declarar cualquier circunstancia o interés personal que pueda percibirse como una influencia inapropiada en la representación o interpretación de los resultados de la investigación informados. Cualquier rol de los financiadores en el diseño del estudio; en la recopilación, análisis o interpretación de datos; en la redacción del manuscrito, o en la decisión de publicar los resultados deben declararse en este apartado. Si no hay ningún papel, indique “Los patrocinadores no tuvieron ningún papel en el diseño del estudio; en la recopilación, análisis o interpretación de datos; en la redacción del manuscrito, o en la decisión de publicar los “resultados”.

Referencias: En esta sección se enlistarán todas las referencias citadas a lo largo del manuscrito, las cuales se registrarán acorde a las Normas del **sistema American Psychological Association APA** (ver más abajo).

SOBRE LAS CITAS BIBLIOGRÁFICAS

Con el fin de normalizar el uso de las citas dentro de los artículos presentados por los autores, la Revista **SCIENTIA** se acoge a las normas de estilo del **sistema American Psychological Association (APA)**; de allí se dan las siguientes recomendaciones para escribir las citas a lo largo del manuscrito:

Un autor: Croat (1986) o (Croat, 1986)

Dos autores: Medianero y Barrios (1994) o (Medianero y Barrios, 1994). Para vincular los apellidos de dos autores, para artículos en español debe utilizar “y”. En el caso de los manuscritos en inglés, en su lugar, debe usar “and”. Esto aplica tanto para las citas como para las referencias.

Más de dos autores: Figueroa et al. (1981) o (Figueroa et al., 1981). Debe colocar únicamente el apellido del primer autor y posteriormente “et al.”.

En el caso que se incluyan varias citas que soporten una idea, estas deben organizarse de manera cronológica (cada una separada por punto y coma), p.e. (Figueroa et al., 1981; Croat, 1886; Medianero y Barrios, 1994; Gupta 2021). Para aquellas citas que tengan el mismo año y autor, se deben identificar utilizando letras en minúsculas (a, b, c, etc.), p.e. (Gupta, 1997, 2021a, 2021b). En estos casos, las citas referidas con letras deben ser congruentes con la sección de referencias.

SOBRE LAS REFERENCIAS

Todas las referencias incluidas deben ser organizadas alfabéticamente, utilizando las normas de estilo del **sistema APA, 7ª edición** (<https://apastyle.apa.org/>). Con el objetivo de ayudar a la normalización del documento, las referencias citadas deberán contar con las siguientes características generales:

Artículo científico:

Autor, A. A. y Autor, B. B. (Año). Título. Revista, volumen(número): páginas. DOI (si aplica)

Ejemplo:

Zuluaga, A. y Cameron, K. M. (2018). Two new species of *Monstera* (Araceae: Monsteroideae) with entire leaves from Panama and Costa Rica. *Phytotaxa*, 334(1): 1-9.
<https://doi.org/10.11646/phytotaxa.334.1.1>

Libros:

Autor, A. A. y Autor, B. B. (Año). Título del libro. Editorial. DOI (si aplica)

Ejemplo:

Croat, T. B. (1978). *Flora of Barro Colorado Island*. Stanford University Press.

Capítulo de libro:

Autor, A. A. y Autor, B. B. (Año). Título del capítulo. En A. Editor y B. Editor (eds.), Título del libro (pp. páginas del capítulo). Editorial. DOI (si aplica)

Ejemplo:

Osses, S. L. y Valderrama, C. E. (2016). Producción de sentidos en radios comunitarias en Bogotá y Cundinamarca. En N. Cabra & M. Escobar (eds.), *Tramas de sociedad. Miradas contemporáneas* (pp. 144-167). Universidad Central.

Tesis:

Autor, A. A. y Autor, B. B. (Año). Título de la tesis [tipo de grado, nombre institución que otorga grado]. DOI (si aplica)

Ejemplo:

León, A. (2002). *Estructura Económica de Panamá* [tesis de doctorado, Universidad de Londres].

Conferencias y presentaciones:

Presentador, A. A. y Presentador, B. B. (Año). Título de la contribución. Conferencia, ubicación. DOI (si aplica)

Ejemplo:

Aguiar, S., Texeira, M., Garibaldi, L. y Jobbágy, E. (2018). Diversidad de la producción, consumo e intercambio global de cultivos: los barcos más que el campo diversifican nuestras dietas. XXVIII Reunión Argentina de Ecología, Mar del Plata, Argentina. <https://bit.ly/38j7S8L>

Páginas web:

Autor, A. A. y Autor, B. B. (Año). Título del contenido. Consultado el *fecha*. <http://xxxxx>

Ejemplos:

Boyce, P. C. y Croat, T. B. (2018). The Überlist of Araceae: totals for published and estimated number of species in Aroid Genera. Consultado el 7 de marzo de 2018. <http://www.aroid.org/genera/180211uberlist.pdf>

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2020). Proteger el derecho a la infancia. Consultado el 2 de marzo de 2021. <https://bit.ly/2NYBK0R>

SOBRE LAS FIGURAS Y TABLAS

Todas las ilustraciones, incluyendo fotos, diagramas, mapas y gráficas, se catalogan como figuras. Estas deben ser insertadas en el documento ubicadas a discreción del autor. Adicionalmente, las figuras originales en alta calidad (resolución mínima de 300 dpi) deben ser enviadas aparte utilizando los formatos de imagen jpg o tiff. Para versión en línea los autores dispondrán en sus artículos figuras a color y su publicación no tendrá ningún costo, sin embargo, la versión impresa será blanco y negro.

Los títulos y explicaciones de las figuras deben ser incluidas en las leyendas (pie de figura) y no insertadas en las tablas o figuras. Los autores deben evitar a toda costa utilizar aplicación para hacer degradación de color, sombreados y fondos. Las figuras compuestas, que incluyen varios elementos o ítems en una misma figura, deben ser rotuladas utilizando letras en mayúsculas (A, B, C, etc.) y deben ser referidas en el texto de manera congruente (Figura 1A, Figura 1B, etc.). En este sentido, dichos elementos deben estar acompañados de su respectiva leyenda en el pie de figura. Si un manuscrito presenta tablas o figuras reproducidas de otros trabajos, es obligatorio mencionar el autor original y declarar el permiso para utilizarlas.

En el caso de las tablas, deben utilizarse siempre y cuando los datos no se puedan incorporar adecuadamente en el texto. Al igual que en el caso de las figuras, los autores deben evitar a toda costa utilizar aplicación para hacer degradación de color, sombreados y fondos. Las tablas se enumerarán consecutivamente y se referirán en esa misma secuencia a lo largo del manuscrito. El encabezado de cada tabla se incluirá en la parte superior. Las tablas no deben tener líneas verticales y el diseño no debe rebasar los márgenes de la página.

INDICE

Contenido

EDITORIAL	19
FUENTES DE GENERACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS EN LA UNIVERSIDAD DE PANAMÁ COMO POTENCIAL RIESGO AMBIENTAL.	21
DIVERSIDAD Y ESTADO DE CONSERVACIÓN DE ANFIBIOS Y REPTILES EN PAISAJE PROTEGIDO ISLA GALETA, COLÓN-PANAMÁ	38
NUEVOS REGISTROS DE <i>Phimophis guianensis</i> TROSCHER, 1848 (SQUAMATA: DIPSADIDAE) PARA PANAMÁ	54
ESPECIES DE SCOLYTINAE (COLEOPTERA: CURCULIONIDAE) ASOCIADOS A PUERTOS Y RECINTOS ADUANEROS EN LAS PROVINCIAS DE PANAMÁ Y COLÓN (REPÚBLICA DE PANAMÁ).....	64
PRIMER REGISTRO DE <i>Hemikyptha marginata</i> FABRICIUS (HETEROPTERA: MEMBRACIDAE) EN BOCAS DEL TORO, PANAMÁ	87
MEDICINA Y COMERCIO: CONFUSIÓN SIMBOLICA ENTRE LA VARA DE ESCULAPIO Y EL CADUCEO DE MERCURIO	93
OPTICAL FIBER-BASED SENSORS AND THEIR RECENT APPLICATIONS IN SCIENCE AND ENGINEERING	107
ESPIRITUALIDAD COMO FACTOR PROTECTOR EN EL ADULTO MAYOR. UNA REVISIÓN SISTEMÁTICA.....	125
MODELO DE ENFERMEDAD RENAL NO TRADICIONAL EN RATONES C57BL/6 SOMETIDOS A DESHIDRATACIÓN Y ALTAS TEMPERATURAS.....	139

EDITORIAL

La revista *Scientia* como una de las pioneras de la Universidad de Panamá en publicaciones especializadas, presenta este nuevo número en su evolución hacia la indexación de alto impacto.

Los trabajos aquí presentados comprenden un abanico de aportes científicos con temas de actualidad. La Revista presenta cinco artículos del área de Biología, que desarrollan trabajos de Taxonomía, Ecología, Conservación y Fisiología/ Comportamiento de animales; siendo esto un excelente aporte para los estudiosos de la biología animal y la biodiversidad de Panamá.

De la misma manera, se presenta una investigación sobre el problema gravitante del manejo de los desechos sólidos, el cual representa una propuesta a considerar ante la magnificación de esta situación que amenaza la calidad de vida tanto para los seres humanos como para el resto de los seres vivos considerando la difícil relación entre la sociedad y la protección del ambiente.

Otros artículos de este número analizan temas poco desarrollados como la etiología del adulto mayor, las diferencias entre la medicina y el comercio, pasando desde los símbolos más reconocidos para estas actividades hasta las implicaciones para el ejercicio de las mismas.

Por último, se presenta una propuesta innovadora sobre el uso de sensores basados en fibra óptica para tareas relacionadas a la ciencia y la tecnología.

Sólo nos queda invitar a todos nuestros lectores, y especialmente a los miembros de la comunidad científica de la Universidad de Panamá, para que utilicen estas informaciones en sus investigaciones, conferencias y salones de clases, de modo que se difundan más los resultados de las investigaciones de nuestro colectivo.



SCIENTIA

Journal of Basic Science and Technology

Volumen 32 · Número 2 · Julio - diciembre de 2022

Una publicación del / A publication of: Vicerrectoría de Investigación y Postgrado,
Universidad de Panamá

FUENTES DE GENERACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS EN LA UNIVERSIDAD DE PANAMÁ COMO POTENCIAL RIESGO AMBIENTAL.

SOURCES OF SOLID WASTE GENERATION AT THE UNIVERSITY OF PANAMA AS A POTENTIAL ENVIRONMENTAL RISK.

Recepción
07-01-2022

Aprobación
12-03-2022

Publicación
29-07-2022

Vera De La Cruz Cabrera^{*1}, Raúl Kelly² y Francisco Farnum Castro³

¹Universidad de Panamá, Centro Regional Universitario de Colón, Facultad de Ciencias Naturales, Exactas y Tecnologías, Departamento de Ciencias Ambientales,
<https://orcid.org/0000-0003-3718-4299>, vera.delacruz@up.ac.pa.

²Movimiento Nacional de Recicladores de Panamá, Ingeniero Industrial,
<https://orcid.org/0000-0003-3550-1385> raulkelly@hotmail.com

³Universidad de Panamá, Centro Regional de San Miguelito, Facultad de Ciencias Naturales, Exactas y Tecnología, Departamento de Botánica
<https://orcid.org/0000-0002-5879-2296>, francisco.farnum@up.ac.a

Resumen

Los desechos se les conocen con el nombre de basura o residuos sólidos y corresponde a todo lo que el ser humano descarta, sea de origen orgánico e inorgánico y son producto de actividades humanas llevadas a cabo en diferentes lugares públicos o privados. De acuerdo a investigaciones, uno de los generadores de residuos sólidos son los centros de estudios superiores que aportan un porcentaje significativo, identificándose plásticos, vidrios, cartón, metal, otros de origen animal o vegetal y de residuos especiales o peligrosos lo que dificulta su manejo por la falta de implementación de programas de segregación y aprovechamiento integral. Este estudio de corte transversal realizado en el 2019 tuvo como propósito caracterizar los generadores comerciales de residuos sólidos en el Campus de la Universidad de Panamá, por la cantidad importante que producen, lo que sugieren un manejo integral como estrategia para minimizar su generación. La investigación mostró una fase exploratoria para captar y sistematizar información relevante, y una fase descriptiva para los detalles sobre las fuentes generadoras. Se aplicó un cuestionario a personas claves, abarcando tres dimensiones del estudio: cultura de reciclaje, actividad generadora de residuos y tipología de los residuos. Se consideraron 68 locales (cafeterías, kioscos y fotocopiadoras) de acuerdo a los registros que mantienen la Universidad de Panamá. Los resultados demostraron la necesidad de sensibilizar a los propietarios sobre la segregación de residuos sólidos aportando información sobre aspectos sanitarios e implementación de estrategias de conservación ambiental, la posibilidad de aprovechar los beneficios del reciclaje a través de alianzas con la universidad para la gestión de residuos sólidos, desde su generación hasta su disposición final, y la posibilidad de crear nuevos puestos de trabajo.

Palabras Clave: educación ambiental, generadores de residuos sólidos, gestión integral, residuos sólidos, Universidad de Panamá.

Abstract

The waste is known by the name of garbage or solid waste and corresponds to everything that the human being discards, whether of organic or inorganic origin and is the product of human activities carried out in different public or private places. According to research, one of the generators of solid waste are the higher education centers that contribute a significant percentage, identifying plastics, glass, cardboard, metal, others of animal or vegetable origin and special or dangerous waste, which makes it difficult to manage. due to the lack of implementation of segregation programs and comprehensive use. This cross-sectional study carried out in 2019 had the purpose of characterizing the commercial generators of solid waste on the Campus of the Universidad de Panamá, due to the significant amount they produce, which suggests comprehensive management as a strategy to minimize their generation. The research showed an exploratory phase to capture and systematize relevant information, and a descriptive phase for the details on the generating sources. A questionnaire was applied to key people, covering three dimensions of the study: recycling culture, waste generating activity and waste typology. 68 premises were considered (cafeterias, kiosks and photocopiers) according to the records maintained by the Universidad de Panamá. The results demonstrated the need to sensitize the owners about the segregation of solid waste by providing information on health aspects and the implementation of environmental conservation strategies, the possibility of taking advantage of the benefits of recycling through alliances with the university for solid waste management, from its generation to its final disposal, and the possibility of creating new jobs.

Keywords: environmental education, solid waste generators, integral management, solid waste, Universidad de Panamá.

Introducción

Los desechos se conocen con el nombre de basura o residuos sólidos, es todo lo que el ser humano desecha, lo que ya no le sirve, sean estos de origen animal, vegetal e inclusive inorgánico. Son producto de actividades humanas llevadas a cabo en lugares públicos o privados entre otros y son parte indisoluble de la relación hombre naturaleza. (Rosales Flores *et al*, 2013).

Para Esquer (2009) los residuos sólidos son vistos como una amenaza por su producción excesiva e incontrolada, siendo elementos principales para la contaminación de las aguas, la tierra, el aire, y también perjudican el paisaje, lo que pone en riesgo la salud humana y la naturaleza en general. Lamentablemente los residuos sólidos son parte indisoluble de las actividades cotidianas que realizan los seres humanos y representan una fuerte presión sobre el medio ambiente, pues al ser producidos en grandes cantidades para atender las necesidades humanas, también se incrementa el riesgo de contaminación acelerando el deterioro del entorno. Esta situación ha generado que se presenten nuevos sistemas de producción y tecnología, sin poder resolver el incremento de residuos sólidos como resultado final (Campos Rodríguez *et al*, 2012).

La creciente disponibilidad de residuos sólidos también se vincula con el incremento de la densidad poblacional y de la producción industrial, donde la tendencia de generación de nuevas versiones, incrementan el descarte de productos en un corto plazo y convierte este resultado en una situación preocupante.

En la ciudad de Panamá, en el 2010 se decreta la Ley 51 del 29 de septiembre del 2010 que crea la Autoridad de Aseo Urbano y Domiciliario (AAUD), entidad pública especializada con competencia nacional, con personería jurídica y autonomía en su régimen interno, sujeta a las políticas del órgano ejecutivo. Actualmente la Ley 33 del 30 de marzo del 2018 espera su reglamentación y establece la cultura Basura Cero y su marco de acción en la gestión integral de residuos basados en el concepto de economía circular, a fin de lograr el mayor aprovechamiento económico, ambiental y social de los residuos y los recursos naturales, así como generar nuevas fuentes de trabajo y reducir la contaminación y los impactos a la salud y el ambiente.

La gestión de los residuos sólidos urbanos es un desafío mundial, que no exceptúa Panamá. Abordar el problema requiere el análisis de múltiples factores, dentro de tal esquema, los países menos favorecidos desde el punto de vista de ciencia, la investigación, la tecnología y los recursos humanos capacitados, tiene serios problemas para enfrentar con éxito el desafío (Duran, 1997)

De acuerdo a investigaciones, uno de los grandes generadores de residuos sólidos son los centros de estudios superiores, los cuales aportan un porcentaje significativo a su generación, siendo estos espacios propicios para una población que interactúa en salones de clases, cafeterías, bibliotecas, entre otros y convergen actividades académicas y administrativas convirtiéndolos en generadores de grandes volúmenes de residuos sólidos, lo que hace posible la dificultad para su manejo por la posible falta de implementación de programas de aprovechamiento integral (Ibarra y Redondo, 2011). En estos sitios se pueden identificar una variedad de residuos inorgánicos como plásticos, vidrios, cartón, metal y otros orgánicos como madera, restos de alimentos, algunos residuos especiales o peligrosos. (Jaramillo, 2002).

El modelo de gestión de Residuos Sólidos Urbanos presenta debilidades, para identificarlas y desarrollar un modelo sostenible es necesario conocer las características de los elementos que integran el actual sistema de gestión. En el caso de la Universidad de Panamá, se espera obtener un modelo de actuación que, de una forma sistemática y

científica de aproximación, permita representar la realidad, impulsando el desarrollo de una terminología general, que permita describir, funciones y comportamiento sistémicos, además contribuya a desarrollar un conjunto de leyes aplicables a los comportamientos, por último, promover una formalización matemática (Cathalifaud & Osorio, 2006).

La Universidad de Panamá sirve de escenario para evidenciar que los cambios de la época obliga a involucrase en el tema de generación de residuos sólidos siendo parte del grupo de generadores por las actividades que allí se desarrollan, lo que supone, puede propiciar un escenario de contaminación ambiental muy evidente. Todo esto hace posible la vinculación de la gestión de los residuos sólidos y las potenciales fuentes de generación.

Con este estudio se recabó información de los sitios donde se generan una cantidad significativa de residuos sólidos elaborando una base de datos, su ubicación y su tipo.

Los resultados de este estudio aportaron información pertinente sobre la necesidad de hacer una propuesta para la Universidad de Panamá sobre el manejo de residuos sólidos, desde su fuente de generación hasta su disposición final, contribuyendo a minimizar los impactos negativos al entorno.

Materiales y métodos

La investigación se desarrolló en los predios de la Universidad de Panamá entre los meses de julio a diciembre de 2019, enmarcada dentro de un estudio de corte transversal que contempló:

- Fase exploratoria con el propósito de indagar, obtener y sistematizar información relevante.
 - Se identificaron los puntos de generación de residuos sólidos en el campus de la Universidad de Panamá. Se realizaron inspecciones a los sitios con mayor concurrencia de personas, considerando el volumen de residuos acumulados por períodos establecidos.
 - Se realizaron Observaciones directas sobre el modo de disposición de los residuos sólidos generados y categorizados.
- Fase descriptiva que permitió describir, medir y evaluar factores de los generadores de residuos mediante la aplicación de un cuestionario (Kinneary y Taylor, 1998; Hernández, et. al. 2014).

- Identificación de los tipos de residuos sólidos. Se clasificaron los diferentes residuos sólidos por origen y composición, considerando aquellos que evidencian mayor cantidad en su disposición.
- Aplicación de instrumento a 68 personas claves del proceso, a través de preguntas que aportaron datos sobre el generación, disposición, estimación y manejo de residuos sólidos.

Para este estudio se tomaron en cuenta los negocios generadores de residuos sólidos de los predios del campus de la Universidad de Panamá, recabando información de los sitios donde se generan gran cantidad, elaborado de una base de datos, su ubicación y su tipo. Se identificaron cafeterías, kioscos y fotocopiadoras, sitios que fueron localizados con el apoyo de sistemas de posicionamiento global (GPS). Se determinó la población sobre la base de los registros que mantienen la Universidad de Panamá y un recorrido de actualización previo a la aplicación del instrumento.

Descripción del Área de estudio

La Ciudad Universitaria Octavio Méndez es el campus de la Universidad de Panamá, y es el mas grande y con mayor afluencia de personas. Ubicada en la Capital del país, en la Urbanización el Cangrejo Vía Simón Bolívar (Transístmica) con la intersección de la Vía Manuel Espinoza Batista y José De Fábrega. Conocido popularmente como el Campus Central de la Universidad de Panamá, está compuesto por más de 83 edificios en el corregimiento de Bella Vista, Distrito de Panamá, Ciudad de Panamá (Figura 2). Por su localización geográfica y la población que acude diariamente a sus instalaciones, las actividades desarrolladas en el campus tienen efectos considerables sobre las dinámicas de la ciudad. Es denominada internamente como “La Ciudad de la Luz”, alberga a las principales autoridades universitarias, a la mayoría de las facultades, institutos y oficinas administrativas. Para este estudio se consideró los negocios generadores de residuos sólidos de los predios del campus de la Universidad de Panamá.

Para las técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad. Para la obtención de los datos a partir de la muestra seleccionada se consideró el cuestionario, que de acuerdo a Hurtado (2000), es un instrumento que agrupa una serie de

preguntas relativas a un evento, situación o temática particular, sobre el cual el investigador desea obtener información. Es uno de los instrumentos que más se usa para recolectar los datos y se aplicó a los propietarios de los negocios generadores de residuos sólidos de los predios del Campus Octavio Méndez Pereira de la Universidad de Panamá. El cuestionario abarcó 3 dimensiones de estudio: cultura de reciclaje, actividad generadora de residuos y tipología de los residuos; sumando un total de 20 ítems, vinculados a cada uno de los indicadores. Fue sometido a pilotaje para eliminar defectos (Cozby, 2005; Sijtsma, 2009) validado por un Alfa Cronbach, dándole un alto nivel de confiabilidad al estudio.

La población objeto de estudio fueron los negocios generadores de residuos sólidos (cafeterías, kioscos y fotocopiadoras). Se determinó la población sobre la base de los registros que mantienen la Universidad de Panamá y un recorrido de actualización previo al desarrollo de las encuestas. La muestra fue de tipo probabilística (Kerlinger & Lee, 2002; Hernández, *et. al*, 2014). El procedimiento de selección de los negocios fue a través de un croquis de ubicación de la Universidad de Panamá. A efectos de precisar la información, se identificó al propietario o encargado de cada comercio. El tamaño de la muestra considera un nivel de confianza de 95% y un error estimado de 5% con varianza máxima. El análisis de datos se realizó con el programa computacional SPSS 10.0.

Aspectos éticos

En esta investigación se protegió la identidad de los participantes en el estudio, teniendo en consideración los aspectos éticos correspondientes:

- Información: A los participantes, se les informó sobre la investigación y para qué se necesitan los datos que ellos brindaron.
- Libre participación: Los personas que participaron en la investigación, lo hicieron de forma voluntaria, sin ningún condicionamiento y tipos de compensación para su participación.

Anonimato: Los datos personales de cada uno de ellos están protegidos y en ninguno de los casos fue publicado.

Resultados

Se identificaron 68 comercios como puntos de generación de residuos sólidos en los predios del campus de la Universidad de Panamá, en un croquis

actualizado donde se señalan los comercios que operan en los predios de la Sede Octavio Méndez Pereira y que son fuentes generadoras de residuos sólidos. Por observación directa, se revisaron aquellos sitios con mayor concurrencia de personas, considerando el volumen de residuos acumulados por períodos establecidos. Se clasificaron los diferentes residuos sólidos por origen y composición, considerando aquellos que evidencian mayor cantidad en su disposición.

De las 68 entrevistas realizadas a los generadores de residuos comercial en el campus de la Universidad de Panamá, el 50% resultaron ser Kioskos, y el resto esta distribuidos entre cafeterías, fotocopias y otros. (Figura 1).

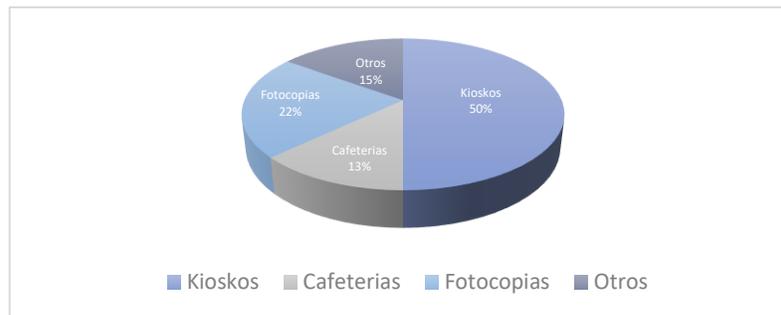


Figura 1. Tipo de negocio. Elaboración propia a partir de los datos

El 92% de los entrevistados (Figura 2) indican que no hay contenedores para disposición diferenciada de residuos sólidos cerca de su local, todo se coloca en el mismo dispensador. Por su parte; el 61% sostiene que el camión recolector pasa a diario por su sector (Figura 3) lo que supone, mantiene su frecuencia de colecta.

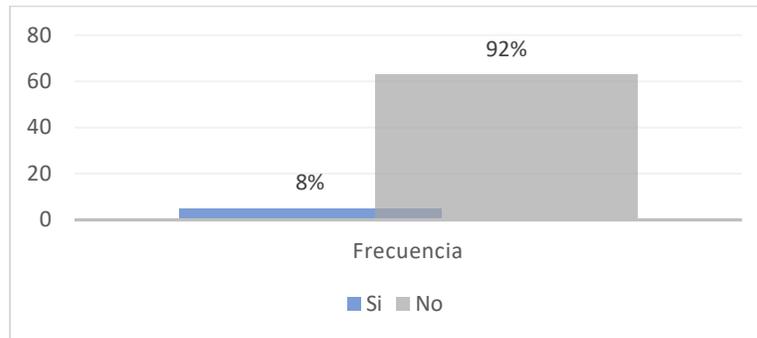


Figura 2. ¿Cerca de su local o en su local hay basureros específicos para colocar vidrios, papel, cartón o plástico? Elaboración propia a partir de los datos

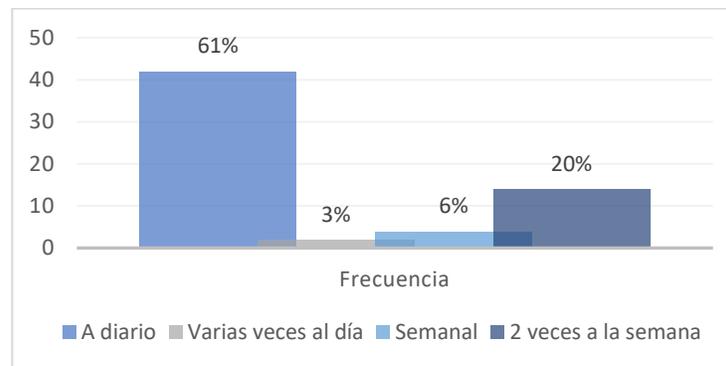


Figura 3. ¿Con qué frecuencia pasa el camión recolector de basura por su sector? Elaboración propia a partir de los datos.

Se observa que más del 48% dice botar entre 2 y 5 bolsas de residuos, lo que supone un buen movimiento comercial relacionado con la cantidad de residuos generados. Realizan esta tarea una vez al día, lo que muestra una actitud de mantener el espacio de trabajo libre de acumulación de residuos (Figura 4). Por su parte, el 67% realiza esta tarea una vez al día, lo que muestra una actitud de mantener el espacio de trabajo libre de acumulación de residuos (Figura 5).

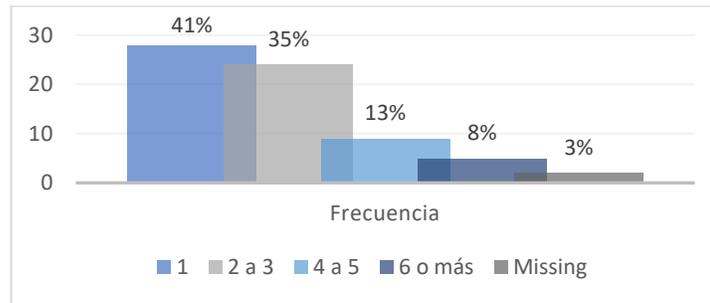


Figura 4. ¿Cuántas bolsas de residuos bota usted? Elaboración propia a partir de los datos

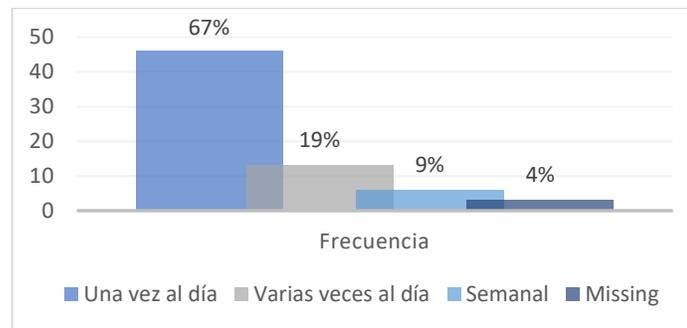


Figura 5. ¿Con qué frecuencia bota los residuos? Elaboración propia a partir de los datos

En cuanto al tipo de residuos que mas bota (Figura 6), el 31% indica que lo que mas bota son restos de comida lo que supone el desconocimiento sobre las utilidades en actividades en el ámbito de la agricultura, y el 40% del material que botan corresponden a papel y cartón. Es importante señalar que, aunque ha disminuido el uso del papel, hay gestiones académicas que requieren este recurso lo que supone que se seguirá generando este residuo. Sin embargo, solo el 16% reconoce que todo el residuo generado se puede reciclar (Figura7). Esto supone la necesidad de instruir al personal de los beneficios que pueden lograr reciclando sus residuos sólidos generados.

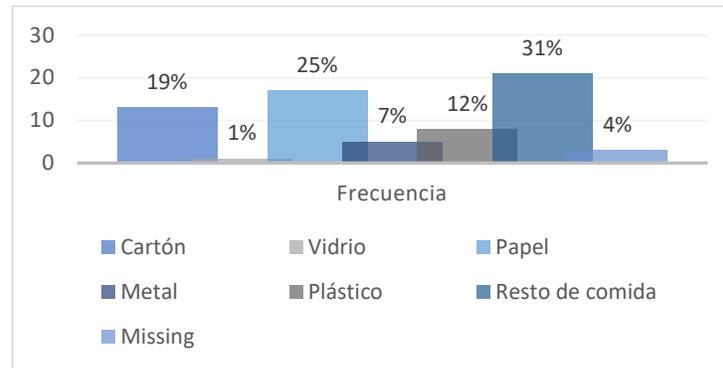


Figura 6 ¿Cuál es el residuo que mas botas? Elaboración propia a partir de los datos

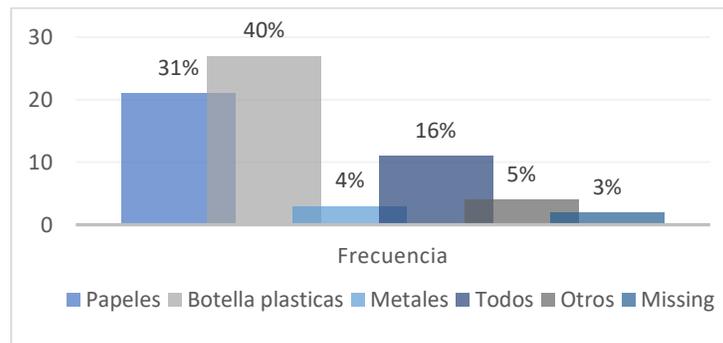


Figura 7 ¿Qué residuos sólidos puede reciclar? Elaboración propia a partir de los datos

De igual manera, el 37% (Figura 8) comprende que el reciclaje es un conjunto de procesos. Mientras tanto, el 76% sostiene que los residuos generados en la sede del campus de la Universidad de Panamá van a parar al vertedero (Figura 9).

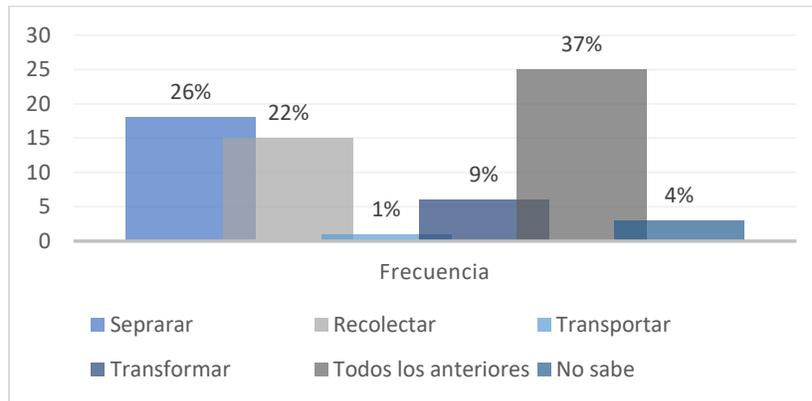


Figura 8. ¿Qué entiende por reciclaje? Elaboración propia a partir de los datos

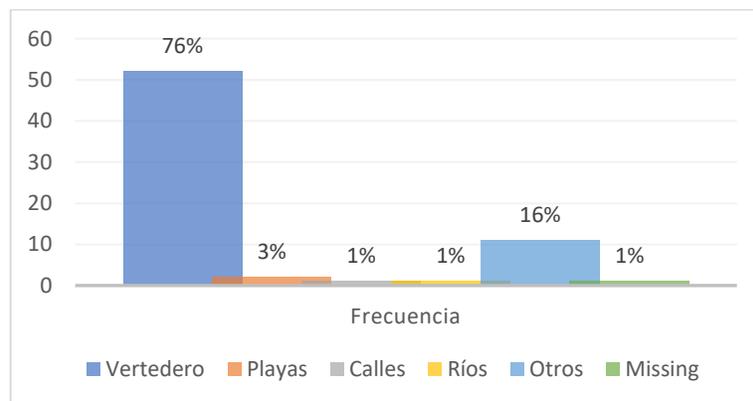


Figura 9 ¿Sabe usted a donde van los residuos sólidos de la UP? Elaboración propia a partir de los datos.

El 62% afirmó tener poco conocimiento de los beneficios del reciclaje (Figura 10). Sobre el interés de participar en programas de reciclaje por parte de la Universidad de Panamá, la mayoría mostró interés (91%) (Figura 11), lo que supone están dadas las condiciones para desarrollar estrategias que contribuyan a minimizar la acumulación de los residuos sólidos generados en el entorno.

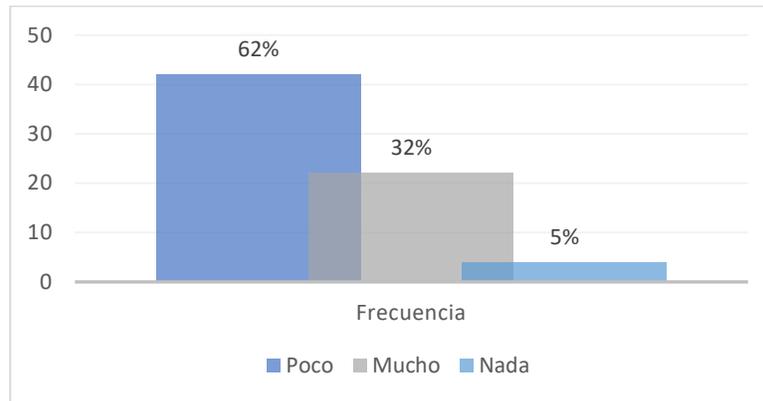


Figura 10. ¿Tiene conocimiento de los beneficios de reciclar los residuos sólidos? Elaboración propia a partir de los datos.

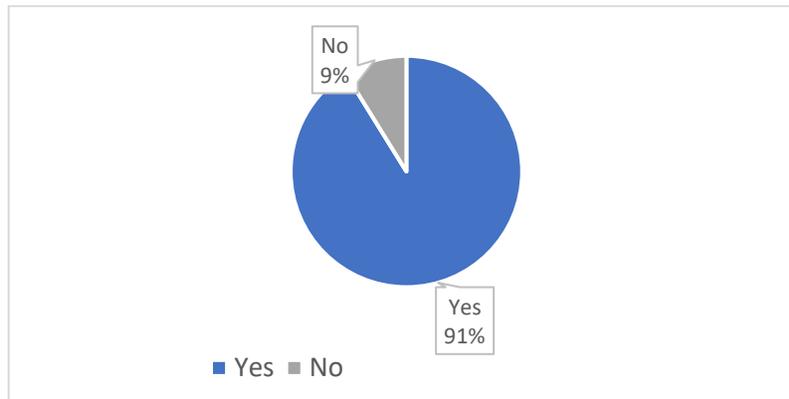


Figura 11 ¿Si la Universidad de Panamá desarrolla un programa de reciclaje Ud. Participaría? Elaboración propia a partir de los datos

Discusión

Los resultados obtenidos muestran la necesidad presentar un plan de manejo o gestión integral de desechos que involucre la sensibilización de la comunidad universitaria sobre la segregación de los residuos sólidos lo que puede dar la posibilidad de implementar estrategias de reciclaje y la posibilidad de aprovechar los beneficios. La mayoría de los actores sociales consideran que los aspectos que dificultan la separación de los residuos sólidos son el desconocimiento de métodos de separación y la falta de espacio para disponer las bolsas. Esta situación obliga a revisar las estrategias de modo que se pueda

proponer aquellas que contribuyan a minimizar su acumulación. Mediante la segregación es posible recuperar aquellos residuos que se pueden aprovechar.

Se evidencia la posibilidad de establecer alianzas con la Universidad de Panamá para una gestión de residuos a través de acciones que tomen en cuenta desde la generación, segregación, acondicionamiento, colecta y disposición final para la protección de la salud ambiental y la salud pública. Para ello se pueden establecer líneas de responsabilidad. En ese sentido, se abre el espacio para proponer actividades de aprovechamiento económico de los residuos sólidos generados contribuyendo a minimizar el volumen que va dirigido al vertedero, además de la posibilidad de crear nuevos puestos de trabajo e involucrar a la comunidad universitaria a la participación activa implementando el desarrollo de proyectos que permita fortalecer la cultura ambiental en el campus, que pueda permear a los centros regionales que involucre la participación de estudiantes, profesores y administrativos, promoviendo el empoderamiento de la comunidad sobre los temas ambientales y la participación ciudadana sobre la base de lo que establece la Ley 38 de 2014 de Educación ambiental y la gestión integral de riesgos por desastres.

Conclusión

Según el estudio, se identificaron 68 negocios como generadores de residuos sólidos en la Universidad de Panamá, mismos que fueron ubicados en un croquis actualizado, consideran aquellos de mayor concurrencia de personas y su relación con residuos sólidos acumulados, mismos que fueron clasificados por origen y tipo. De la cantidad de negocios ubicados, la mitad resultaron ser Kioskos y el resto se distribuyó entre cafeterías, fotocopis y otros.

De acuerdo a los resultados, se determinó que la mayoría está en disposición de establecer alianzas con la universidad y las autoridades locales, además de ser sensibilizados sobre los aspectos que contribuyan a una mejor gestión de los residuos sólidos generados y minimizar los impactos al medioambiente.

Agradecimiento

Agradecemos a todos los dueños y administradores de los diferentes negocios ubicados en los predios de la Universidad de Panamá quienes con su participación aportaron información pertinente y útil para presentar ante las autoridades una propuesta que contribuya a un mejor manejo de los residuos sólidos y la participación ciudadana para una mejor calidad ambiental en el lugar.

Referencias

- Astorga, Y. (s.f.). Instructivo. Manejo de Desechos Sólidos Biodegradables. Obtenido de <https://www.vra.ucr.ac.cr/sites/default/files/adjuntos/Manejo%20de%20desechos%20s%C3%B3lidos%20biodegradables.pdf>
- Bonmatí, A & Gabarrell, G. (2008). Evaluación y prevención de riesgos Ambientales en Centroamérica ISBN: 978-84-96742-37-6. Documenta Universitaria. Girona (España)
- Banco Mundial. (2012). What a waste. A global review of solid waste management. Washington: World Bank
- Campos Rodríguez, R., Quirós-Bustos, N., & Navarro-Garro, A. (2012). Alternativas y acciones en el tema de residuos sólidos plateaos por las municipalidades de Jiménez y Oreamuno y su relación con el desarrollo y la sostenibilidad. Tecnología en Marcha - Dialnet, 26 (2), 104-111.
- Cathalifaud, M. A., & Osorio, F. (2006). *Introducción a los conceptos Básicos de la Teoría General de Sistemas. Red Cinta de Moebio*, 1-13.
- Cozby, Paul C. (2005). *Métodos de Investigación del Comportamiento*. McGraw Hill. México.
- Del Valle Rengifo, E. (2009). Modelo de aprovechamiento Sostenible de los residuos sólidos para instituciones educativas. Santiago de Cali: UNIVERSIDAD DE SAN BUENAVENTURA
- Duran, H. (1997). *Gestión Ambientalmente Adecuada de los Residuos Sólidos*.
- Elieser Escalona Guerra (2014). Revista Cubana de Higiene y Epidemiología. Daños a la salud por mala disposición de residuales sólidos y líquidos en Dili, Timor Leste.
- Esquer, R. (2009). Reciclaje y tratamiento de los Residuos Sólidos urbanos. Instituto

Politécnico Nacional, México, D.F.

Galway. L, Seckar. K, Church. R. (2006). manejo de desechos, Universidad de McGill y Madres Maestras.

García Melián, M., *et al* Comparación de datos de la vigilancia ambiental y de grupos vecinales para prevenir el dengue. Rev cubana Hig Epidemiol [Internet]. 2007 [citado 11 junio 2012];45(1). Disponible en:
http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1561-30032007000100007

Guerra, E. E. (2014). Revista Cubana de Higiene y Epidemiología. Daños a la salud por mala disposición de residuales sólidos y líquidos en Dili Timor Leste. Habana.

Hernández, M. (2014). Plan de Manejo Integral de Residuos sólidos para la Escuela Primaria de Nueva Zelandia. México : Ciudad Universitaria Mexico D.F

Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2014). Metodología de la investigación: (6a. ed. --.). México D.F.: McGraw-Hill.

Hurtado, J. (2000). Metodología de la Investigación Holística. Caracas: (3 Ed.). Sytal.

Ibarra, D. Y Redondo (2011), Modelo Sistémico para el manejo de residuos sólidos en Instituciones educativas en Colombia. 9º encuentro Colombiano de Dinámica de Sistemas. 14 al 16 de septiembre. Bogotá, Colombia

IDEAM. (2012). Informe Nacional Generación y manejo de residuos o desechos peligrosos en Colombia - Año 2011. Bogotá

INECO. (2017). *Plan nacional gestion integral de residuos de Panama Tomo II*. Panama.

INECO. (11 de Septiembre de 2017). *Plan Nacional de gestion inegral de Resiudos de Panamá Tomo I*. Panama

Jaramillo, J. (2002), *Guía de diseño, construcción y operación de rellenos sanitarios manales. Una solución para la disposición final de residuos sólidos municipales en pequeñas poblaciones*. Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente, Organización Panamericana de la salud (OPS/CEPIS), Lima, Perú.

Junco, R.; Rodríguez, D. (2000) *Residuos Hospitalarios: Aspectos Educativos en la Implementación de su manejo*. Rev. Cubana HigEpidemiol v.38 Ciudad de la Habana.

Kerlinger, F. & Lee, H. (2002). Investigación del comportamiento. Métodos de investigación en ciencias sociales (4ª ed.). México, McGraw-Hill.

Kinnear, T. & Taylor, J. (1998). *Investigación de Mercados: Un enfoque aplicado*. McGraw-Hill. V edición

Ley 6 del 6 de febrero 2018, Que establece la gestion integrada de residuos solidos en la instituciones publicas (2018).

Ley 33 del 30 de mayo del 2018 Basura Cero.

Ley 51 del 29 de septiembre del 2010, que crea, La Autoridad de Aseo Urbano y Domiciliario.

Ley 38 del 2 de diciembre de 2014 que establece la enseñanza obligatoria de la Educación Ambiental y gestión integral de riesgo de desastres

Mazzeo, N. E. (2012) *Manual para la sensibilización comunitaria y educación ambiental: gestión integral de residuos sólidos urbanos*. - 1a ed. - San Martín: Inst. Nacional de Tecnología Industrial - INTI, 2012. E-Book.

Organización Mundial de la salud . (s/f). *Organización Panamericana de la salud*. Obtenido de Nota Técnica sobre Agua, Saneamiento e Higiene Emergencias https://www.paho.org/disasters/index.php?option=com_docman&view=download&category_slug=technical-notes-on-disasters&alias=2027-12-manejo-de-residuoss-solidos&itemid=1179&lang=en

Ponte De Chacín, Carmen. (2008). Manejo integrado de residuos sólidos: Programa de reciclaje. Instituto Pedagógico de Caracas. *Revista de Investigación*, 32(63), 173-200. Recuperado en 31 de enero de 2016, de http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S101029142008000100010&lng=es&tlng=es.

Röben, E. (2003). *El Reciclaje, Oportunidades Para Reducir La Generación de Los Desechos Sólidos Y Reintegrar Materiales Recuperables En El Círculo Económico*. DED Ecuador, Ilustres Municipalidad de Loja. Loja: Municipio de Loja – Servicio Alemán de Cooperación social – técnica.

Rodríguez, G. A., B. L. Toro, and G. J. H. (2008). Ciudades ambientalmente sostenibles. Universidad del Rosario.

Rosales Flores, M., Saldaña Duran, C., V., T. R., & Maldonado, L. (2013). Caracterización y Potencial del reciclado de los Residuos Sólidos Urbanos generados en el Instituto Tecnológico de TEPIIC, Una Institución de Educación.

Superior. REVISTA BIO CIENCIAS, 2 (3), 216-223.

Scodelaro, F., Gaytán, N., Terraza, H., Banfield, R., Alessandra, T., & Trute, M. (2015). *Panamá Metropolitana Sostenible Humana y Global*. Panamá.

Sijtsma, K. (2009). On the Use, the Misuse, and the Very Limited Usefulness of Cronbach's Alpha. *Psychometrika*, 74(1), 107–120.

Valencia O., V.M. (2009), Tesis Ingeniería Ambiental *Diseño e Implementación Del Plan De Manejo Integral De Residuos Sólidos De La Corporación Club Campestre - Medellín – Llanogrande*. Corporación universitaria la sallista. Facultad de ingeniería. Caldas, Medellín, Colombia.

UNAL (2007) La U.N. diseña primer vehículo reglamentario de residuos peligrosos, De Agencia de Noticias UN:
<http://agenciadenoticias.unal.edu.co/detalle/article/la-un-disena-primer-vehiculo-reglamentario-de-residuos-peligrosos.html>

UNICEF, Participación ciudadana y Gestión Integral de residuos. (n.d.). 1st ed. Ecoclubes, Buenos Aires.

DIVERSIDAD Y ESTADO DE CONSERVACIÓN DE ANFIBIOS Y REPTILES EN PAISAJE PROTEGIDO ISLA GALETA, COLÓN-PANAMÁ

DIVERSITY AND CONSERVATION STATUS OF AMPHIBIANS AND REPTILES IN PROTECTED LANDSCAPE GALETA ISLAND, COLON-PANAMA

Recepción
23-02-2022

Aprobación
02-04-2022

Publicación
15-07-2022

Manuel Walter-Conrado^{1*}, Lianneth Ulloa², Nemesio Melo³, Ángel Sosa-Bartuano⁴ y Mónica Contreras⁵

¹Asociación Biológica de Panamá ABIOPA. Colón-Panamá. <https://orcid.org/0000-0002-7766-1793>
manuelwalter2022@gmail.com

²Universidad de Panamá, Escuela de Biología. Colón-Panamá. <https://orcid.org/0000-0002-1350-895X>
lializethuf@outlook.com

³Asociación Biológica de Panamá ABIOPA. Colón-Panamá. <https://orcid.org/0000-0002-8905-4755>
nemesiomelo13@gmail.com

⁴Universidad de Panamá. Museo de Vertebrados, Campus Octavio Méndez Pereira. Panamá-Panamá. <https://orcid.org/0000-0002-7179-4915>
asosa2983@gmail.com

⁵Universidad de Panamá, Grupo de Investigación Carlos Linneo BIOXPA, Panamá-Panamá. <https://orcid.org/0000-0003-0972-6951>
monica.contreras@up.ac.pa

Resumen

El Paisaje Protegido Isla Galeta PPIG, localizado en la provincia de Colón, Panamá, alberga una alta diversidad de plantas y animales de interés para la conservación, sin embargo, está recibiendo presiones antropogénicas como la presencia de puertos de contenedores y la expansión de proyectos residenciales en la zona de amortiguamiento. La herpetofauna en esta área Protegida ha sido estudiada parcialmente y no existe un inventario actualizado de las especies de anfibios y reptiles. Con el objetivo de actualizar los listados de anfibios y reptiles en esta área, se determinó la riqueza, abundancia y el estado de conservación de estos grupos. Se realizaron 9 giras entre los meses de octubre y diciembre del 2020. Para el registro de especies se utilizó el método de búsqueda por transectos, cercanos a cuerpos de agua, removiendo hojarasca, trocos caídos y hojas de las plantas. Se utilizó la curva de acumulación de especies para evaluar el grado de confianza del inventario. Se registro 696 individuos y una riqueza de 36 especies, pertenecientes a 12 especies de anfibios y 24 especies de reptiles. El estudio contribuye con el conocimiento de la diversidad herpetofaunística de la provincia de Colón que puede ser útil para la actualización de Planes de Manejo de Áreas Protegidas y la gestión de fragmentos de bosques en zonas urbanas.

Palabras clave: Áreas Protegidas de Panamá, Herpetofauna, Lista de especies

Abstract

The Isla Galeta PPIG Protected Landscape, located in the province of Colón, Panama, houses a high diversity of plants and animals of interest for conservation. However, it is receiving anthropogenic pressures such as the presence of container ports and the expansion of residential projects in the buffer zone. Herpetofauna in this Protected Area has been partially studied and there is no updated inventory of amphibian species. In order to update the lists of amphibians and reptiles in this area, the richness, abundance and conservation status of these groups was determined. For the recording of species, we used the method of searching for transects, close to bodies of water, removing litter, fallen pieces and leaves of the plants. The species accumulation curve was used to assess the degree of confidence in the inventory. It registered 696 individuals and a wealth of 36 species, belonging to 12 species of amphibians and 24 species of reptiles. The study contributes with the knowledge of herpetofaunistic diversity of the province of Colón that can be useful in the Protected Areas Management Plans and the management of forest fragments in urban areas.

Keywords: Panama Protected Areas, Herpetofauna, List of species

Introducción

El Paisaje Protegido Isla Galeta PPIG forma parte de las Áreas Protegidas de la provincia de Colón, Panamá (Ortiz, et al., 2020). Fue creada a través de la Ley 21 del 2 julio de 1997 que establece el Uso de Suelo, Conservación y Desarrollo del Área del Canal de Panamá, los bienes revertidos a Panamá, la Zonificación de la Región Interoceánica, la conservación de los recursos hídricos de la Cuenca del Canal y la biodiversidad del área a través de un Plan de Desarrollo Regional y Plan de Desarrollo General (Ley 21 de julio de 1997, Art. 2-8; Anexo 1).

El PPIG tiene una extensión de 688 ha, que incluye bosques tropicales, manglares y una plataforma coralina contigua a la costa atlántica. Es la segunda área protegida de la provincia de Colón, con menos investigaciones científicas reportadas en los últimos 20 años (Ortiz et al 2020., Contreras, Marín y Herrera, 2017., González y González, 2016) a pesar que esta área protegida conserva muchos de sus elementos estructurales originales (Biota Panamá, 2007), el área ha sido afectada por presiones antrópicas, entre estas: la expansión de áreas residenciales próximas a sus límites, el derramamiento accidental de hidrocarburos en la zona costera y el funcionamiento de puertos de contenedores.

Los reportes de riqueza de vertebrados, en particular de anfibios y reptiles en el PPIG presentan pocos datos del esfuerzo de muestreo, de las técnicas de monitoreo y el análisis de la diversidad que puedan ser útiles en Plan de Manejo del Área. Por lo que consideramos esta área protegida un sitio de interés para estudios de diversidad herpetofaunística en la provincia de Colón.

La revisión de la bibliografía y de las publicaciones del PPIG, deja al descubierto la escasez de estudios sobre las comunidades de anfibios y reptiles, por lo que el presente estudio tiene como objetivo dar a conocer la composición de anfibios y reptiles del PPIG, como una contribución al conocimiento de las taxa que habitan en área protegida, que puede servir en la toma de decisiones en la actualización del Plan de Manejo de esta área protegida.

Materiales y métodos

Área de Estudio. El estudio se realizó en el PPIG, ubicado en el sector caribe de la República de Panamá entre las coordenadas (9°24'08 "N 79°52'20"O), al este de la Ciudad de Colón (Figura 1.). El PPIG posee una extensión aproximada de 688 hectáreas, con Bosque Tropical Húmedo, Clima Tropical Húmedo, precipitación anual promedio mayor de 2.500 mm, temperatura promedio anual entre 24 C y 26 C y humedad relativa 60% (ETESA, 2020).



Figura 1. Vista satelital del Paisaje Protegido Isla Galeta



Figura. 2 Vista del Sendero Largo Remo y borde de calle.

Foto por: Manuel Walter y Juan León, 2020

Recolecta de datos. Se realizaron 9 giras entre los meses de octubre 2020 y diciembre 2020, aplicando el método de búsqueda visual de individuos de manera generalizada durante el día y la noche, con un esfuerzo total de 144h/persona.

Para el registro de especies de anfibios y reptiles se efectuaron búsquedas generalizadas en los alrededores de la estación de guardabosque, en bordes de calle y sendero Largo Remo (Fig. 2), en lugares principalmente húmedos con la presencia de cuerpos de aguas temporales, arroyos, troncos caídos en descomposición, hojarasca, entre otros (Tessaro y González, 2011). Los recorridos se realizaron en horarios de 7: 00 p.m. a 10:30 pm y de 6:00 a.m. a 10: 30 a.m. tomando en cuenta los hábitos diurnos y nocturnos de las taxa a estudiar. Para la

manipulación de los especímenes, en especial de serpientes, se utilizaron ganchos herpetológicos y pinza herpetológicas, mientras que para los sapos, ranas, lagartijas y anolis la captura fue manual o con el apoyo de una red tipo entomológica. Para la identificación de grupos taxonómicos se utilizó las claves de identificación de Leenders, 2016 y Köhler, 2011, además de fotografiar los individuos capturados en vista panorámica y características particulares para su confirmación en el Museo de Vertebrados de la Universidad de Panamá, utilizando como referencia taxonómica el listado de la página web www.mesoamericanherpetology.com.

Estado de Conservación. Para conocer el estado de conservación de las especies registradas en este estudio, se utilizó como referencia el listado de especies amenazadas de fauna y flora de Panamá (Miambiente, 2016), el listado de la UICN (2020) y CITES (2020).

Análisis estadísticos. Se utilizaron los programas Past y EstimateS Versión 9.1.0 para el análisis de datos. La riqueza específica de anfibios y reptiles se estimó basándose en la abundancia de individuos de cada especie a través de los estimadores no paramétricos Ace Means y Chao1 (Halffter et al., 2001; Moreno y Halffter, 2000). Para determinar la representatividad del inventario de reptiles se realizó a partir de los datos obtenidos en campo una curva de acumulación de especies (Halffter et al., 2001, Moreno, 2001, Moreno y Halffter, 2000).

Resultados

Riqueza y abundancia relativa. Con un esfuerzo de muestreo de 144 horas/personas, incluyendo monitoreos diurnos y nocturnos, se obtuvo un total de 696 registros y una riqueza de 36 especies, pertenecientes a 12 especies de anfibios y 24 especies de reptiles (tabla 1.)

Los anfibios reportados en este estudio pertenecen al orden Anura, distribuidos en 5 familias y 12 especies (Tabla 1, Figura. 5), representando el 5,31% de las reportadas para Panamá (185 spp) (Amphibia Web, 2021) y el 40% de especies

reportadas en la Cuenca del Canal de Panamá lado Caribe (30spp) (CEREB-UP, 2005).

Las especies más abundantes fueron: *Leptodactylus fragilis* (Brocchi, 1877) (70 individuos), *Engystomops pustulosus* (Cope, 1864) (43 individuos) y *Agalychnis callidryas* (Cope, 1862) (41 individuos), representando el 60% del inventario de anfibios. Las familias mejor representadas fueron: Hylidae (5 especies) y Leptodactylidae (4 especies), mientras que las familias Bufonidae, Craugastoridae y Microhylidae fueron representadas por una especie.

Durante los recorridos realizados no se observaron salamandras y cecilias, probablemente por la dificultad que presenta observar estos grupos debido a sus hábitos fosoriales (Savage, 2002).

Tabla 1. Riqueza de anfibios del PPIG, 2020

Orden	Familia	Especie	Abundancia	Abud. relativa	
Anura	Bufonidae	<i>Rhinella horribilis</i> (Wiegmann, 1833)	6	0.024	
		<i>Engystomops pustulosus</i> (Cope, 1864)	43	0.169	
		<i>Leptodactylus insularum</i> Barbour, 1906	34	0.134	
	Leptodactylidae	<i>Leptodactylus savagei</i> Heyer, 2005	2	0.007	
		<i>Leptodactylus fragilis</i> (Brocchi, 1877)	70	0.277	
		<i>Craugastor fitzingeri</i> (Schmidt, 1857)	33	0.130	
	Hylidae	<i>Agalychnis callidryas</i> (Cope, 1862)	41	0.162	
		<i>Diasporus diastema</i> (Cope, 1875)	4	0.016	
	1orden	Dendropsophidae	<i>Dendropsophus ebraccatus</i> (Cope, 1874)	16	0.063
			<i>Dendropsophus microcephalus</i> (Cope 1886)	2	0.007
		Microhylidae	<i>Scinax ruber</i> (Laurenti, 1768)	1	0.003
			<i>Elachistocleis panamensis</i> (Dunn, Trapido, and Evans, 1948)	1	0.003
5 familias			12 especies	253 individuos	

De reptiles, se registró 443 individuos en dos órdenes, 13 familias y 24 especies (Tabla 2, Figura. 6 y Figura 7). La riqueza de especies de reptiles reportadas en este

estudio representa el 8.93% de las reportadas para Panamá (280 spp) (Reptile Database, 2021) y el 80.64% de especies reportadas en la Cuenca del Canal, lado Caribe (31spp) CEREB-UP, 2005.

Las especies más abundantes fueron: *Norops limifrons* Cope, 1862 (235 individuos), *Hemidactylus frenatus* Schlegel, 1836 (61 individuos) y *Loxopholis rugiceps* Cope, 1869 (48 individuos), representando el 28% del inventario (Tabla 2.). El patrón de abundancia del grupo de los saurios es similar a los reportados en otros estudios en áreas protegidas y no protegidas del país, donde es notable la mayor abundancia de saurios respecto a otros grupos de reptiles (Ibáñez et al., 1994, Elizondo et al., 2007, Lotzkat y Hertz, 2010, Flores et al., 2013, Sosa-Bartuano, 2017).

Las familias con mayor riqueza de especies fueron: Colubridae (5 especies), Dipsadidae (4 especies) y Dactyloidae (4 especies), seguido de Gekkonidae (2 especies), mientras que las familias Boidae, Teiidae, Alligatoridae, Crocodylidae, Iguanidae, Corytophanidae, Gymnophthalmidae, Sphaerodactylidae y Mabuyidae fueron representadas por una especie.

Durante este estudio no hubo registro de tortugas, sin embargo, de acuerdo a observaciones posteriores realizadas en el PPIG por el primer y tercer autor, se registró la presencia de *Trachemys scripta* (Thunberg in Schoepff, 1792), especie de tortuga exótica y común de agua dulce. Este último registro no fue tomado en cuenta para los análisis estadísticos por estar fuera del tiempo de muestreo estipulado en el diseño de estudio.

Orden	Familia	Especie	Abundancia	Abundancia relativa
Crocodylia	Alligatoridae	<i>Caiman crocodilus</i> (Linnaeus, 1758)	11	0.025
	Crocodylia	<i>Crocodylus acutus</i> (Cuvier, 1807)	1	0.002
Squamata	Corytophanidae	<i>Basiliscus basiliscus</i> (Linnaeus, 1758)	5	0.011
	Dactyloidae	<i>Norops auratus</i> Daudin, 1802	23	0.052
		<i>Norops biporcatus</i>	2	0.004

	(Wiegmann, 1834)		
	<i>Norops limifrons</i> Cope, 1862	235	0.530
	<i>Norops pentaprion</i> Cope, 1863	3	0.007
Gekkonidae	<i>Hemidactylus frenatus</i> Schlegel, 1836	61	0.138
	<i>Lepidodactylus lugubris</i> (Duméril & Bibron, 1836)	2	0.004
Gymnophthalmidae	<i>Loxopholis rugiceps</i> Cope, 1869	48	0.108
Iguanidae	<i>Iguana rhinolopha</i> (Linnaeus, 1758)	1	0.002
Mabuyidae	<i>Marisora unimarginata</i> Cope, 1862	5	0.011
Sphaerodactylidae	<i>Gonatodes albogularis</i> (Duméril & Bibron, 1836)	28	0.063
Teiidae	<i>Ameiva praesignis</i> (Baird & Girard, 1852)	2	0.004
Boidae	<i>Boa imperator</i> Daudin, 1803	1	0.002
Colubridae	<i>Dendrophidion percarinatum</i> Cope, 1893	1	0.002
	<i>Leptophis ahaetulla</i> (Linnaeus, 1758)	1	0.002
	<i>Oxybelis brevirostris</i> (Cope, 1861)	1	0.002
	<i>Oxybelis vittatus</i> (Girard, 1854)	2	0.002
	<i>Stenorhina degenhardtii</i> (Berthold, 1846)	1	0.002
Dipsadidae	<i>Dipsas articulata</i> (Cope, 1868)	1	0.002
	<i>Erythrolamprus epinephelus</i> (Cope, 1862)	2	0.004
	<i>Imantodes cenchoa</i> (Linnaeus, 1758)	2	0.004
	<i>Leptodeira rhombifera</i> Günther, 1872	4	0.009
2 ordenes	13 familias	24 especies	443 individuos

Tabla 2. Riqueza y Abundancia Relativa de Reptiles del PPIG, 2020

Tendencia de la riqueza. A través de los muestreos realizados en los meses de octubre a diciembre del 2020, la tendencia de la riqueza de especies de anfibios y reptiles en el área de estudio fue en aumento. Desde 14 especies registradas el mes de octubre 2020 hasta alcanzar un total de 36 especies en diciembre 2020.

La curva de acumulación de especies de anfibios (Figura 3) mostró que el número de las mismas aumento en función del esfuerzo de muestreo; la curva comenzó una fase asintótica aproximadamente cuando se alcanzan las 9 especies. Con los datos

obtenidos en campo, los estimadores no paramétricos Chao 1 y Ace means mostraron una completitud del 88% y 97% del inventario, indicando el registro de la mayoría de las especies para el sitio (12 spp).

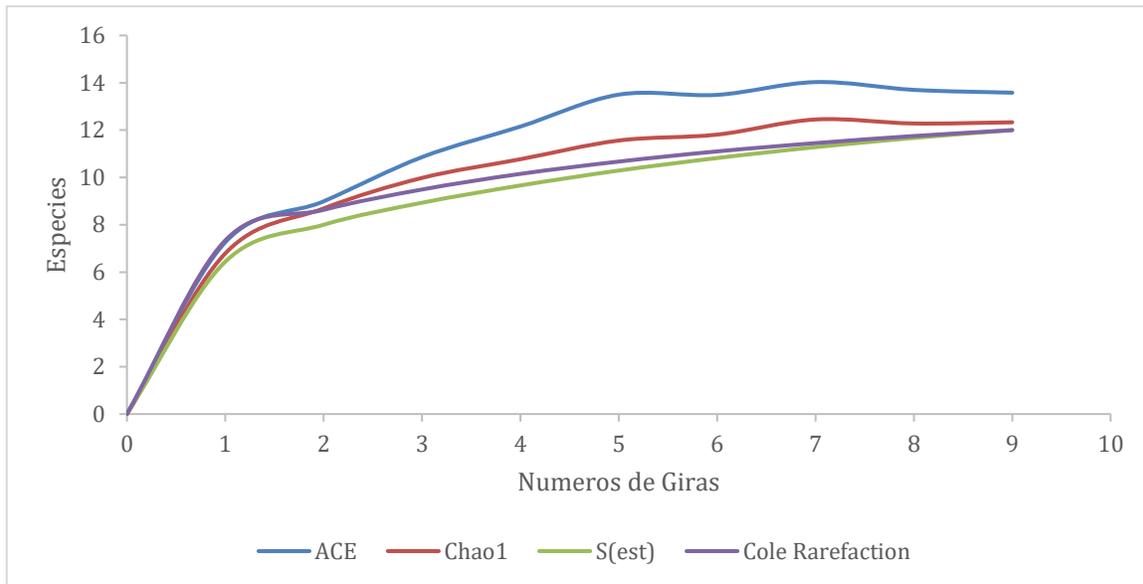


Figura. 3. Curva de acumulación de especies de anfibios observadas y esperadas en el PPIG, 2020

La curva de acumulación de especies de reptiles también mostró un aumento del número de especies en fusión al esfuerzo de muestreo (Figura 4), sin embargo, la curva no alcanza completamente la fase asintótica, tal como lo demuestran los estimadores no paramétricos Chao 1 y Ace means, con una completitud del 73.23% y 87.75% del inventario de reptiles, siendo un indicativo de la necesidad de hacer un mayor esfuerzo de muestro para el área.

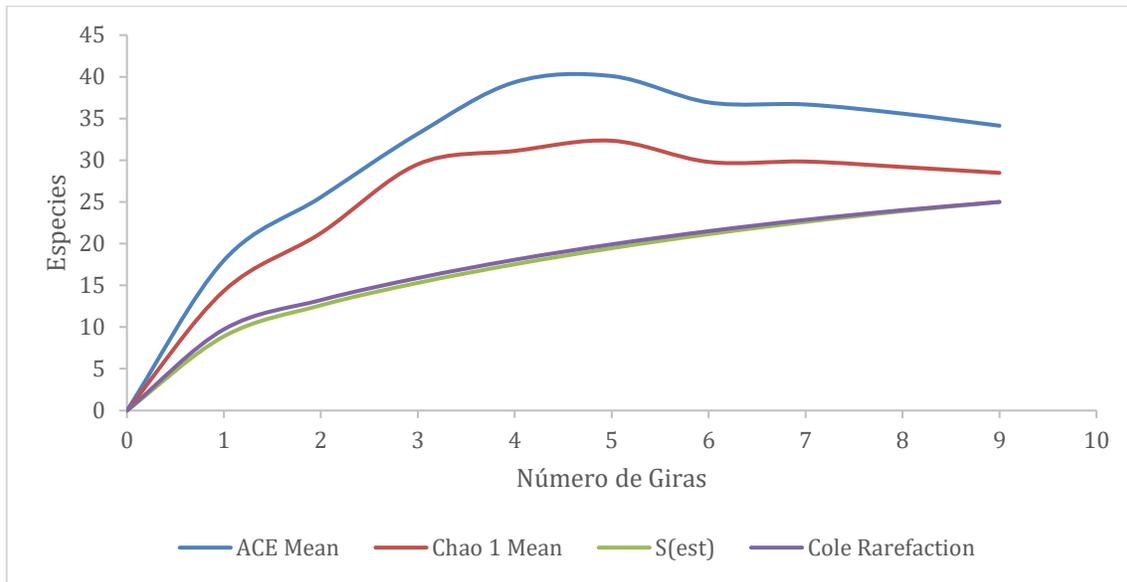


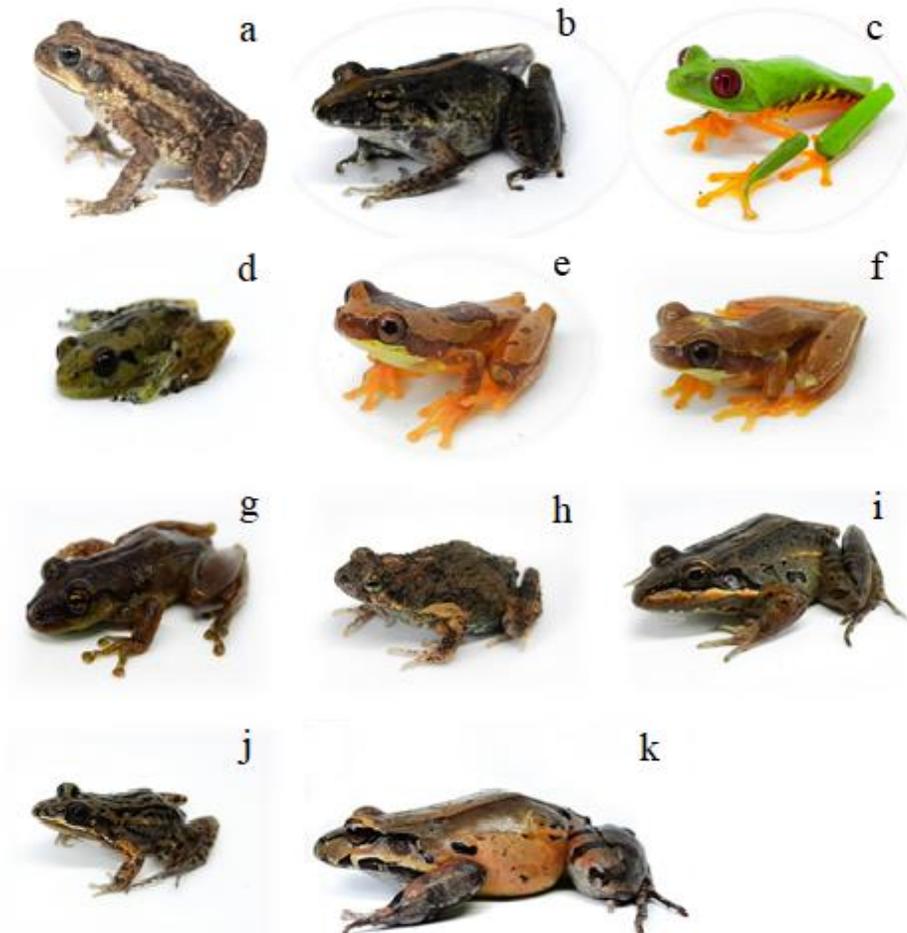
Figura 4. Curva de acumulación de especies de reptiles observadas y esperadas en PPIG, 2020

Estado de conservación

Del total de especies registradas en este estudio, de acuerdo a los criterios de la UICN solo el *C. acutus* se encuentra en estado vulnerable (VU) y según el Listado de las Especies de Fauna y Flora Amenazadas de Panamá el 14 % de las especies reportadas en este estudio se encuentran en estado vulnerable (VU), siendo 1 especie de anfibio: *A. callidryas* y 4 especies de reptiles: *Boa imperator*, *C. cocodrilus*, *C. acutus* e *I. rhinolopha*, esta última protegida por la Ley 24 del 7 de junio de 1995 de Vida Silvestre la cual establece un periodo de veda durante la época reproductiva del animal. Cabe mencionar, que estas especies se encuentran catalogadas en apéndice I o II de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Flora y Fauna Silvestre (CITES, 2021).

El Paisaje Protegido Isla Galeta en toda su extensión y variedad de ecosistemas representa un santuario para la conservación in situ de especies de la herpetofauna y vida silvestre, sin embargo, en esta área se destacan problemáticas como la falta de un plan de manejo actualizado que data del 2002 (Ortiz et al, 2020) y presiones

antrópicas producto de actividades portuarias, expansión de proyectos residenciales, la tala ilegal y otros.



Figuras 5. Especies de anfibios del Paisaje Protegido Isla Galeta: a. *Rhinella horribilis*, b. *Craugastor fitzingeri*, c. *Agalychnis callidryas*, d. *Diasporus diastema*, e. *Dendropsophus ebraccatus*, f. *Dendropsophus microcephalus*, g. *Scinax ruber*, h. *Engystomops pustulosus*, i. *Leptodactylus insularum*, j. *Leptodactylus fragilis*, k. *Leptodactylus savagei*. Fotos por: Manuel Walter y Nemesio Melo, 2020

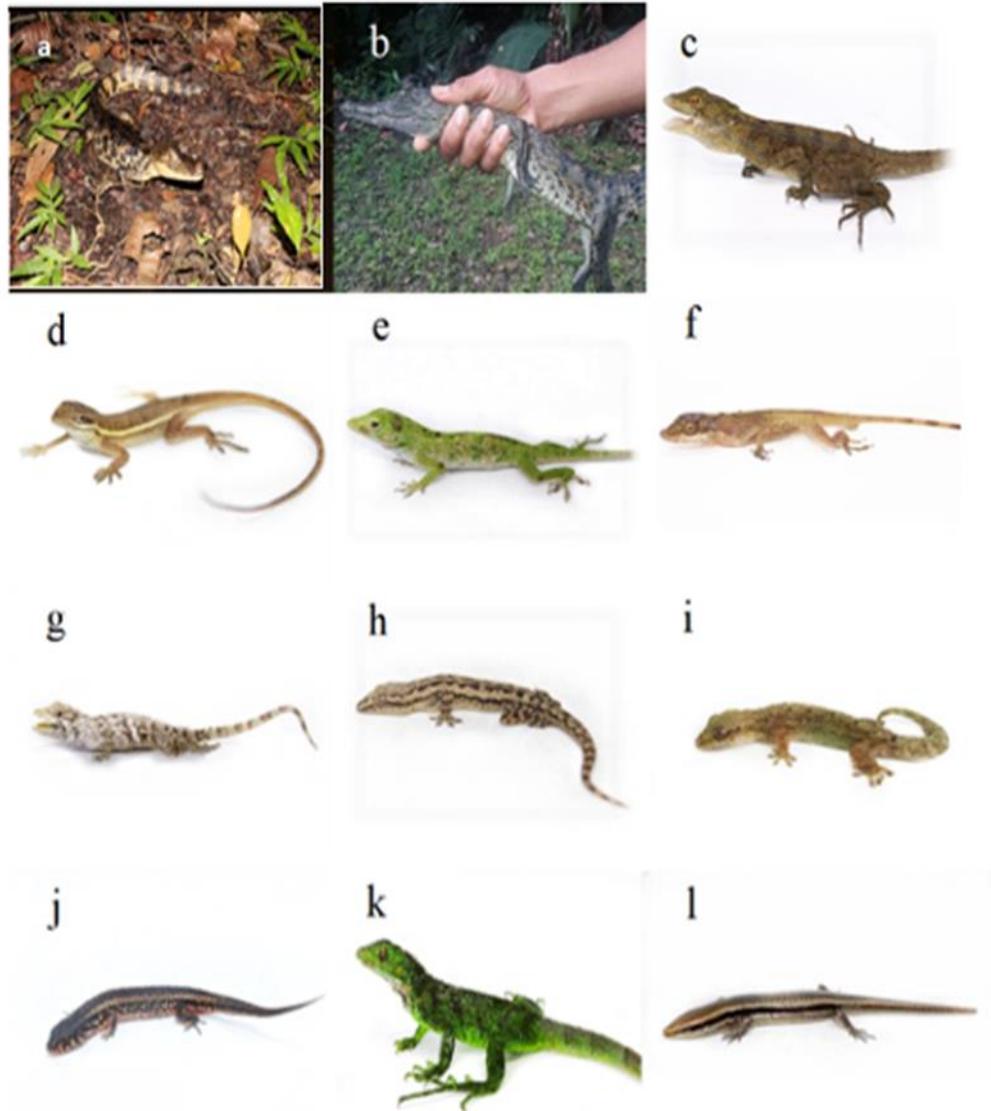


Figura 6. Especies de reptiles del Paisaje Protegido Punta Isla Galeta: a. *Caiman crocodilus*, b. *Crocodylus acutus*, c. *Basiliscus basiliscus*, d. *Norops auratus* e. *Norops biporcatus*, f. *Norops limifrons*, g. *Norops pentaprion*, h. *Hemidactylus frenatus* i. *Lepidodactylus lugubris*, j. *Loxopholis rugiceps*, k. *Iguana rhinolopha*, l. *Marisora unimarginata*. Fotos: Manuel Walter y Nemesio Melo, 2020.



Figura 7. Especies de reptiles del Paisaje Protegido Isla Galeta: m. *Gonatodes albogularis*, n. *Ameiva praesignis*, ñ. *Boa imperator*, o. *Dendrophidion percarinatum*, p. *Leptophis ahaetulla*, q. *Oxybelis vittatus*, r. *Stenorrhina degenhardtii*, s. *Dipsas articulata*, t. *Erythrolamprus epinephelus*, u. *Imantodes cenchoa*, v. *Leptodeira rhombifera*. Fotos por: Manuel Walter y Nemesio Melo, 2020

Conclusión

Actualizamos el listado de la diversidad de anfibios y reptiles del Paisaje Protegido Isla Galeta con un reporte de 36 especies. Las especies de anuros más abundantes fueron *Leptodactylus fragilis*, seguido de *Engystomops pustulosus* y *Agalychnis callidryas*; mientras que las especies más abundantes de reptiles fueron *Norops limifrons*, seguido de *Hemidactylus frenatus* y *Loxopholis rugiceps*. El 14% de las especies reportadas se encuentran en algún grado de amenaza de acuerdo con el listado de las especies de fauna y flora amenazadas de Panamá. Es el primer estudio que documenta el esfuerzo de muestreo para estimar la diversidad de anfibios y reptiles en PPIG. Consideramos que este sitio y los datos presentados debe ser incluido en las actividades de investigación del próximo Plan de Manejo del PPIG.

Agradecimiento

A Alfredo Lanuza-Garay (CRUC-UP) y Vielka Murillo (BIOXPA) por su contribución y comentarios para la realización de este manuscrito. A Juan León por la contribución fotográfica de paisajes; a los asistentes de campo Jericó Clement (ABIOPA), Ángel Garay (ABIOPA), y Sheril Castro. Al personal del Ministerio de Ambiente de Panamá, Sede Regional de la provincia de Colón: Haydee Segura jefa de la Sección de Áreas Protegidas y Biodiversidad, Regional de Colón, por concedernos permiso de ingreso al Paisaje Protegido Isla Galeta PPIG; Randino Medina (jefe forestal) y los guardaparques: Pablo Fong, Inving Ballesteros, José Villareta y Randino Medina Jr., por brindarnos apoyo durante los días de monitoreo.

Referencias Bibliográficas

AmphibiaWeb. (2021). < <https://amphibiaweb.org> > Universidad de California, Berkeley, CA, EE. UU. Consultado el 18 de diciembre de 2021.

- Autoridad Nacional de Ambiente ANAM (2007). Informe sobre el Estado del Conocimiento y Conservación de la Biodiversidad y de las Especies de Vertebrados de Panamá.
- Autoridad Nacional de Ambiente ANAM (2011). Plan de acción para la conservación de los anfibios en Panamá (1st ed., p 9). Panamá: Sibauste, sa Disponible en el sitio web: [http://www.amphibians.org/wp-content/uploads/2013/07/Plan de Acción de Conservación de Anfibios de Panamá ANAMpdf.p](http://www.amphibians.org/wp-content/uploads/2013/07/Plan-de-Acción-de-Conservación-de-Anfibios-de-Panamá-ANAMpdf.p)
- Biota Panamá Fauna terrestre del Área Protegida de Galeta. (2007). Recuperado de <https://biota.wordpress.com/2007/07/24/fauna-terrestre-del-area-protegida-de-galeta/>
- Centro de Estudios de Recursos Bióticos CEREB, UP. (2005). Informe final recopilación y presentación del Inventario Biótico de vegetación, flora y fauna en las áreas dentro y aledañas al Proyecto de Ampliación del III Juego de Esclusas del Canal de Panamá. <http://www.cich.org/publicaciones/09/UnivPMA2005.pdf>
- CITES. 2021. Lista de control de especies CITES. <https://checklist.cites.org/#/en>. Accedido el 21-12-2020.
- Contreras, M. (2018). Distribución y abundancia del cocodrilo aguja (*Crocodylus acutus*) en un fragmento del paisaje protegido de Punta Galeta, Colón (Panamá). *Centros: Revista Científica Universitaria*, 7(1), 39-54.
- Elizondo L., L., Martínez-Cortes, V. y Yágüez, B. F. (2007). Primera contribución sobre la riqueza de especies y estado de conservación para saurios y serpientes en la Reserva Forestal La Tronosa, provincia de Los Santos, República de Panamá. *Tecnociencia*, 9 (1), 51-64
- Empresa de Transmisión eléctrica S. A. (ETESA), departamento de hidrometeorológica, mapa hidrogeológico de Panamá. <https://www.hidromet.com.pa/es/redestaciones>
- González, D., y González, L. (2016). Reporte de *Tretanorhinus nigroluteus* (COPE, 1861), (SQUAMATA: DIPSADIDAE) en el Paisaje Protegido de Isla Galeta, República De Panamá. *Colón Ciencias, Tecnología y Negocios*, 3(2), 36-39.
- Ibáñez, R, F Solís, C Jaramillo y AS Rand. 2000. Una visión general de la herpetología de Panamá. En: Johnson, JD, RG Webb y OA Flores-Villela. Eds. *Herpetología Mesoamericana: Sistemática, Zoogeografía y Conservación*, pp. 159-170.
- Ibáñez, R., Arosemena, F. A., Solís, F. A., y Jaramillo, C. A. (1994). Anfibios y reptiles de la Serranía Piedras-Pacora, Parque Nacional Chagres. *Scientia (Panamá)* 9, 17-31.

- Köhler, G. (2011). *Amphibians of Central America*. Herpeton, Verlag. Offenbach, Germany.
- Leenders, T. (2016). *Amphibians of Costa Rica: A field guide*. Cornell University Press. USA.
- Ley N° 21. Gaceta Oficial de la República de Panamá, 21 de julio de 1997. <https://docs.panama.justia.com/federales/leyes/21-de-1997-jul-3-1997.pdf>
- Lotskat, S., y Hertz, A. (2010). La herpetofauna (Amphibia: Anura, Caudata; Reptilia: Crocodylia, Squamata, Testunides) de Los Algarrobos, Chiriquí, occidente de Panamá. *Puente Biológico*, 3, 89-99.
- Ministerio de Ambiente de Panamá - Mi Ambiente. (2016). Resolución N° DM 0657 Por la cual se establece el proceso para la elaboración y revisión periódica del Listado de las especies de fauna y flora amenazada de Panamá y se dictan otras disposiciones
- Ortiz, O., de Niño, Y. M., Cusatti, U. V., Cabrera, V. D. L. C., & Lanuza-Garay, A. (2020). Situación Actual de las Áreas Protegidas en la Provincia de Colón, Panamá: Marco Descriptivo para una Mejor Gestión y Manejo. *Tecnociencia*, 22(2), 151-174.
- Savage, J. M. (2002). *The Amphibians and Reptiles of Costa Rica: a herpetofauna between two continents, between two seas*. University of Chicago Press.
- Sosa-Bartuano, Á. (2017). Herpetofauna de la reserva hídrica Cerro Turega, Cordillera Central de Panamá. *Centros: Revista Científica Universitaria*, 6(2), 99-113.
- Tessaro S. y González C., 2011. Manual de Técnicas para el Estudio de la Fauna: Métodos de estimación, Captura y Contención de anfibios y reptiles. pp. 61- 85
- UICN. 2021. La Lista Roja de Especies Amenazadas de la UICN. Versión 2021-3. <https://www.iucnredlist.org>. Accedido el 21-12-2020.

NUEVOS REGISTROS DE *Phimophis guianensis* TROSCHEL, 1848 (SQUAMATA: DIPSADIDAE) PARA PANAMÁ

NEW RECORDS OF *Phimophis guianensis* TROSCHEL, 1848 (SQUAMATA: DIPSADIDAE) FOR PANAMA

Recepción
18-01-2022

Aprobación
10-03-2022

Publicación
15-07-2022

Eduardo Zambrano¹, Gumercindo Pimentel-Peralta², Ángel Sosa-Bartuano^{3*}

¹Universidad de Panamá, Centro Regional Universitario de Veraguas. Panamá-Panamá
<https://orcid.org/0000-0002-4339-8114> Correo: eduardo.zambrano@up.ac.pa

²Universidad de Panamá, Centro Regional Universitario de Azuero. Panamá-Panamá.
<https://orcid.org/0000-0002-5896-3171> Correo: gumercindopimentel@gmail.com

³Universidad de Panamá, Red Mesoamericana y del Caribe para la Conservación de Anfibios y Reptiles. Panamá-Panamá
<https://orcid.org/0000-0002-7179-4915> *Correo: asosa@gorgas.gob.pa

Resumen

En este trabajo se amplía la distribución altitudinal de la serpiente Excavadora (*Phimophis guianensis*) y se presenta un mapa actualizado de distribución en la República de Panamá. Se revisaron cuatro ejemplares de *P. guianensis* depositados en la Colección Zoológica Dr. Eustorgio Méndez, obteniendo información adicional en bases de datos disponibles en Internet, literatura y observaciones personales, presentándose una lista de 28 localidades. Se obtuvo cinco especímenes de museo y cuatro fotografías, no registradas en la literatura previamente, de las cuales ocho pertenecen a nuevos registros para *P. guianensis* en el país. Esta lista incluye las dos primeras localidades para la provincia de Veraguas. También se adiciona nuevos registros para las provincias de Coclé, Los Santos, Panamá Oeste y Panamá.

Palabras claves: Bosque Seco, Rango Altitudinal, Distribución, Conservación.

Abstract

In this work, the elevational distribution of the Burrowing Snake (*Phimophis guianensis*) is expanded and an updated distribution map in the Republic of Panama is presented. Four specimens of *P. guianensis* deposited in the Colección Zoológica Dr. Eustorgio Méndez were reviewed, obtaining additional information in databases available on the Internet, literature and personal observations, showing a list of 28 localities. Five museum specimens and four photographs were obtained, not previously recorded in the literature, of which eight belong to new records for *P. guianensis* in the country. This list includes the first two localities for the province of Veraguas. New records are also added for the provinces of Coclé, Los Santos, Panamá Oeste and Panamá.

Key words: Dry Forest, Elevation Range, Distribution, Conservation.

Introducción

La biología de la serpiente Excavadora *Phimophis guianensis* (Troschel, 1848) es poco conocida. Se caracteriza por ser una especie terrestre, de tamaño mediano y con hábitos predominantemente crepusculares y nocturnos, aunque puede tener actividad diurna (Köhler, 2008; Báez y Trujillo, 2014; Ray, 2017; Vargas–Salinas et al., 2019). La característica morfológica más distintiva es su hocico aplanado y afilado, que le permite enterrarse en el suelo (Roze, 1966; Köhler, 2008).

Esta serpiente prefiere las áreas abiertas con vegetación herbácea, pero también se le puede encontrar en bosques húmedos y semihúmedos (Vargas–Salinas et al., 2019). En América del Sur se le encuentra principalmente en la sabana Amazónica y en Panamá se puede encontrar en tierras bajas del Pacífico, generalmente asociada a bosques secos, en una elevación máxima de 250 metros sobre el nivel del mar (Jaramillo et al., 2010; Entiauspe–Neto et al., 2018).

Esta especie se distribuye desde Panamá hasta Brasil (Wallach et al., 2014; Entiauspe–Neto, 2018), desde el nivel del mar hasta los 1200 m de elevación. En Panamá tiene registros en las provincias de Chiriquí, Coclé, Herrera, Los Santos, Panamá Oeste y Panamá (Peters et al., 1970; Pérez, 1999; Köhler, 2008; Jaramillo et al., 2010; Wallach et al., 2014; Ray y Ruback, 2015; Ray, 2017). Lotzkat (2014) considera posible la presencia de esta especie en la comarca Ngöbe-Buglé y la provincia de Veraguas, pudiendo incluso tener presencia en Costa Rica. La falta de información sobre *P. guianensis* para la provincia de Veraguas puede deberse a muestreos insuficientes y que existe material sin identificar depositados en museos nacionales y extranjeros.

Debido a la falta de revisión de especímenes de museo, en este trabajo se revisó colecciones nacionales y bases de datos de museos de historia natural en línea con información de *P. guianensis* en Panamá para actualizar los registros de distribución geográfica y altitudinal. Estos datos se complementaron con información de observaciones fortuitas realizadas por Eduardo Zambrano y Gumercindo Pimentel-Peralta. También se incluye comentarios sobre su estado de conservación.

Materiales y Métodos

Se examinó los especímenes de *P. guianensis* depositados en la Colección Zoológica Dr. Eustorgio Méndez (COZEM) del Instituto Conmemorativo Gorgas de Estudios de la Salud. Se incluyó localidades de colecta de las siguientes bases de datos en Internet: VertNet, Global Biodiversity Information Facility y de la colección de anfibios y reptiles del Museo de Historia Natural de la Universidad de Illinois. Se revisó literatura con reportes de la especie en Panamá y utilizamos registros fotográficos de observaciones realizadas por los autores entre los años 2018 y 2020. Las fotografías fueron depositadas en la colección digital de anfibios y reptiles del Museo de Historia Natural del Condado de Los Ángeles para la asignación del número de catálogo (LACM PC). Las coordenadas geográficas se obtuvieron con el programa Google Earth Pro, en grados decimales utilizando el sistema WGS 84.

Resultados

Se obtuvo nuevos registros de *P. guianensis* para las provincias de Coclé, Los Santos, Panamá, Panamá Oeste y Veraguas, todos en la vertiente Pacífica (Figura 1, Tabla 1). La única provincia de la vertiente Pacífica en la que no se obtuvo registros fue Darién, siendo la más grande y con mayor cobertura boscosa (Navarro, 2001). Esto puede explicarse por el poco muestreo en esta provincia debido a la inseguridad y dificultad de acceso, que obstaculiza tener un mayor conocimiento de su herpetofauna y biodiversidad.

En este trabajo se aporta el cuarto espécimen conocido para la provincia de Coclé, distrito de Penonomé, localidad registrada previamente (Pérez-Santos, 1999; Ray, 2017). En la provincia de Los Santos se reporta el tercer espécimen LACM PC 2735-2737 (Fig. 2A) y localidad, corregimiento El Manantial, distrito de Las Tablas (Busack, 1966; Elizondo et al., 2007), correspondiente a un ejemplar adulto fotografiado por el segundo autor el 13 de junio de 2020. Para la provincia de Panamá se registró el octavo, noveno y décimo espécimen, así como la séptima y octava localidad: ubicados en las comunidades de Cerro Azul y Pacora, distrito de Pacora. Se incluye el segundo espécimen para el distrito de Chepo en la provincia de Panamá. En la provincia de Panamá Oeste se reporta el cuarto espécimen y localidad, corregimiento de Nueva Gorgona, distrito de Chame.

Para la provincia de Veraguas se reporta la especie por primera vez. Se obtuvo tres especímenes fotográficos y dos localidades. En la primera localidad del corregimiento de la Peña, distrito de Santiago, se fotografiaron dos individuos: el primer espécimen fotográfico LACM PC 2733 (Fig. 2B), un ejemplar adulto fotografiado por Edison Bernal el 24 de febrero de 2021 y el segundo espécimen fotográfico LACM PC 2732 (Fig. 2C), un juvenil fotografiado por el primer autor el 3 de marzo de 2021. La segunda localidad del corregimiento de La Mesa, distrito de La Mesa corresponde al tercer espécimen fotográfico LACM PC 2734, ejemplar adulto preservado en alcohol, el cual fue descartado posteriormente. (Fig. 2D), fotografiado por Ginela Pérez el 14 de mayo de 2018.

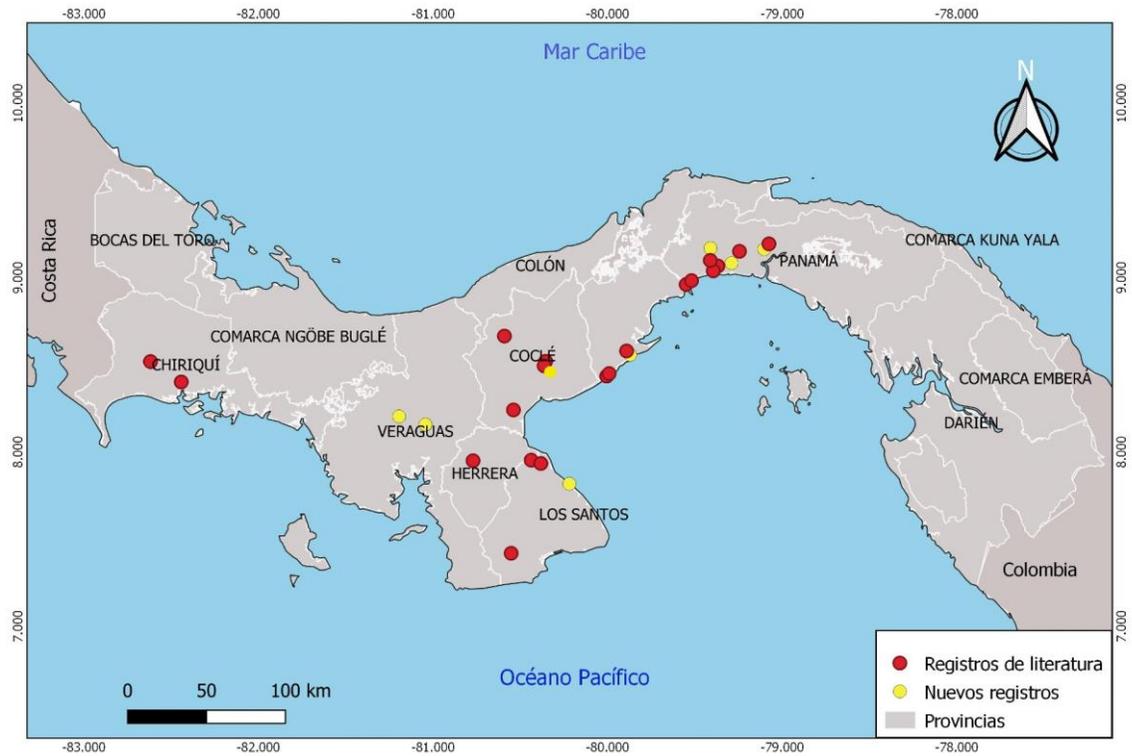


Figura 1. Mapa de distribución de *Phimophis guianensis* en Panamá. Los círculos rojos indican registros de la literatura y los círculos amarillos indican los nuevos registros.



Figura 2. Especímenes fotográficos de *Phimophis guianensis*. A- adulto. Corregimiento El Manantial, Distrito de La Tablas, Provincia de Los Santos. B y C- adulto y juvenil. Corregimiento La Peña, Distrito de Santiago, Provincia de Veraguas. C- adulto. Corregimiento La Mesa, Distrito La Mesa, Provincia de Veraguas.

Tabla 1. Localidades nuevas e históricas de *Phimophis guianensis* en Panamá.

Provincia	Localidad	Latitud	Longitud	Eleva m	N° Catálogo	Referencia
Chiriquí	1/4 km WNW La Concepción	8.5175	-82.6189	230	KU-107801	Pérez-Santos 1999
Chiriquí	David	8.4005	-82.4427	25	no disponible	Ray 2017
Coclé	Penonomé	8.5190	-80.3555	87	COZEM-REP 0312	Este trabajo
Coclé	Aguadulce	8.2401	-80.5399	25	KU-107802	Pérez-Santos 1999
Coclé	3 km SSW Penonomé	8.4931	-80.3643	65	KU-107803	Pérez-Santos 1999
Coclé	Parque Nacional G. D. Omar Torrijos	8.6638	-80.5917	772	no disponible	Ray 2017
Herrera	Ocú	7.9489	-80.7713	124	no disponible	Ray 2017
Herrera	Chitré	7.9522	-80.4382	11	no disponible	Ray 2017
Los Santos	próximo a Los Santos	7.9332	-80.3833	16	UIMNH-61176	Busack 1966
Los Santos	Reserva Forestal La Tronosa	7.4181	-80.5531	630	no disponible	Elizondo et al. 2007
Los Santos	El Manantial, Las Tablas	7.8165	-80.2194	13	LACM PC 2735-2737	Este trabajo
Panamá	Cerro Azul	9.1678	-79.4113	645	COZEM-REP 0311	Este trabajo
Panamá	Pacora	9.0824	-79.2907	15	COZEM-REP 0313	Este trabajo
Panamá	Ancón	8.9597	-79.5505	125	KU-112420	Pérez-Santos 1999
Panamá	Ciudad de Panamá	8.9819	-79.5198	8	MCZ-31550	Pérez-Santos 1999
Panamá	Tocumen	9.0655	-79.3693	5	KU-107805	Pérez-Santos 1999
Panamá	Aerop.Tocumén	9.0377	-79.3956	6	KU-112419	Pérez-Santos 1999
Panamá	La Joya, Chepo	9.1499	-79.2452	53	ANSP-25088	Pérez-Santos 1999
Panamá	Río Mamoní	9.1926	-79.0765	20	ANSP-25088	Pérez-Santos 1999
Panamá	Tapia	9.0979	-79.4126	39	MCZ-45407	Pérez-Santos 1999
Panamá	Chepo	9.1620	-79.1040	24	COZEM-REP 0310	Este trabajo
Pma. Oeste	Playa Corona	8.4341	-80.0056	17	UMMZ-155719	Pérez-Santos 1999
Pma. Oeste	Nueva Gorgona	8.5562	-79.8718	23	COZEM-REP 0309	Este trabajo
Pma. Oeste	1 km W Chame	8.5785	-79.8919	30	KU-107804	Pérez-Santos 1999
Pma. Oeste	Playa Grande, San Carlos	8.4488	-79.9918	44	FMNH-153991	Pérez-Santos 1999
Veraguas	La Peña, Santiago	8.1555	-81.0428	94	LACM PC 2732	Este trabajo
Veraguas	La Peña, Santiago	8.1562	-81.0439	78	LACM PC 2733	Este trabajo
Veraguas	La Mesa, La Mesa	8.2029	-81.1951	174	LACM PC 2734	Este trabajo

Respecto a la presencia en el Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SINAP), la Reserva Forestal La Tronosa es la única área protegida de Panamá con registro en la literatura (Elizondo et al., 2007). Ray (2017) incluye *P. guianensis* en un punto próximo al Parque Nacional General de División Omar Torrijos Herrera con una elevación estimada de 772 msnm. Otra localidad, obtenida en este trabajo, está próxima a los límites del Parque Nacional Chagres en Cerro Azul, con una elevación promedio de 645 msnm. Debido a la cercanía de estos sitios de colecta a las dos áreas protegidas, se considera potencial la presencia dentro de ellas. Con esta información se aumenta a tres las localidades que están entre los 600 y 772 msnm, incrementando el límite altitudinal panameño conocido en 522 m (Jaramillo et al., 2010; Lotzkat, 2014).

Conclusión

Las nuevas localidades obtenidas en este trabajo a través de especímenes de museo y observaciones fortuitas, se ubican dentro de los límites de distribución conocidos para la especie en Panamá y aportan ocho nuevos registros en las provincias de Coclé, Los Santos, Panamá Oeste, Panamá y Veraguas. Los registros dentro del Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SINAP) en Panamá se limitan a la Reserva Forestal La Tronosa, pero se considera potencial su presencia dentro del Parque Nacional General de División Omar Torrijos Herrera y el Parque Nacional Chagres. El límite altitudinal máximo registrado en Panamá es de 772 msnm, sin embargo, se sugiere más muestreos de campo que permitan tener una idea más clara de los límites altitudinales y de distribución para esta especie en Panamá.

Agradecimiento

A Néstor Sosa, Anayansi Valderrama y Aydeé Cornejo por permitir el acceso para revisar los especímenes de la Colección Zoológica Dr. Eustorgio Méndez. A Neftalí Camacho del Museo de Historia Natural del Condado de Los Ángeles por proporcionar los números de catálogo de las fotografías.

Referencias

- Baéz, L. y F. Trujillo. (Eds). (2014). Biodiversidad en Cerrejón. Carbones de Cerrejón, Fundación Omacha, Fondo para la Acción Ambiental y la Niñez.
- Busack, S. D. (1966). Notes on a herpetological collection from the Azuero Peninsula, Panama. *Copeia*, 1966(2): 371.
- Elizondo, L., Martínez-Cortés, V., y Yángüez, F. (2007). Primera contribución sobre la riqueza de especies y estado de conservación para saurios y serpientes en La Reserva Forestal La Tronosa, provincia de Los Santos, República De Panamá. *Tecnociencia*, 9(1): 51-64.
- Entiauspe-Neto, O. M., Azevedo, W. S., Pereira, V. O., Abegg, A. D., Rocha, A. M., y Loebmann, D. (2018). New records of the rare Troschel's Pampas Snake, *Phimophis guianensis* (Serpentes: Dipsadidae) in Brazil. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 90(3): 3023–3029.
- Jaramillo, C., Wilson, L., Ibáñez, R. y Jaramillo, F. (2010). The Herpetofauna of Panama: Distribution and Conservation Status. En: L. Wilson, J. Townsend y J. Johnson, (eds.), *Conservation of Mesoamerican Amphibians and Reptiles* (pp. 605-671). Eagle Mountain Publications.
- Köhler, G. (2008). *Reptiles of Central America*. Herpeton.
- Lotzkat, S. (2014). Diversity, taxonomy, and biogeography of the reptiles inhabiting the highlands of the Cordillera Central (Serranía de Talamanca and Serranía de Tabasará) in western Panama. Unpublished Ph.D. dissertation, Goethe-Universität, Frankfurt am Main, Germany.
- Navarro, J. C. (2001). *Parques Nacionales - Panamá*. Ediciones Balboa S. A.
- Pérez Santos, C. (1999). *Serpientes de Panamá*. UNESCO.
- Peters, J. A. y Donoso-Barros, R. (1970). Catálogo de Neotropical Squamata pt. II: lagartijas y anfisbianas. *Boletín del Museo Nacional de Estados Unidos*.
- Ray, J. M. (2017). *Snakes of Panama: A Field Guide to All Species*. Team Snake Panama.

Ray, J. M., y Ruback, P. (2015). Updated checklists of snakes for the provinces of Panamá and Panamá Oeste, Republic of Panama. *Mesoamerican Herpetology*, 2(2): 168–188.

Vargas-Salinas, F., Muñoz-Ávila, J. A., y Morales-Puentes, M. E. (2019). *Biología de los Anfibios y Reptiles en el Bosque Seco Tropical del Norte de Colombia*. Editorial UPTC. <https://doi.org/10.19053/978-958-660-341-6.3>

Wallach, V., Williams, K. L., y Boundy, J. (2014). *Snakes of the World: A Catalogue of Living and Extinct Species*. CRC Press.

ESPECIES DE SCOLYTINAE (COLEOPTERA: CURCULIONIDAE) ASOCIADOS A PUERTOS Y RECINTOS ADUANEROS EN LAS PROVINCIAS DE PANAMÁ Y COLÓN (REPÚBLICA DE PANAMÁ)

SPECIES OF SCOLYTINAE (COLEOPTERA: CURCULIONIDAE) ASOCIATED TO PORTS AND WAREHOUSES IN THE PANAMA AND COLON PROVINCES (PANAMA REPUBLIC)

Recepción
23-02-2022

Aprobación
03-05-2022

Publicación
15-07-2022

Carlos A. Salgado Lizardo

Universidad Nacional Autónoma de Honduras (UNAH), Centro Universitario Regional del Litoral Atlántico (CURLA), Honduras. <https://orcid.org/0000-0002-2552-448X>. car1los2hn@yahoo.com.

Resumen

Los Scolytinae son una de las plagas forestales más importantes. El comercio ha tenido una gran importancia en su distribución y establecimiento en el mundo. Las especies exóticas representan un riesgo potencial para los patrimonios forestales de Panamá y Centroamérica. El Canal de Panamá es un punto de interés en la vigilancia fitosanitaria debido al arribo de gran cantidad de mercadería de origen agrícola o forestal con potencial de acarrear plagas de todo el mundo. Haciendo énfasis en el interés de determinar las especies de Scolytinae asociadas a puertos y recintos aduaneros, este estudio plantea como objetivos establecer qué especies de Scolytinae se encuentran en las ciudades de Colón y Panamá, cuáles de estas remarcan importancia agrícola o forestal y cuáles no habían sido reportadas para el país. Se instalaron 36 trampas tipo Lindgren de ocho conos dentro de la Zona de Vigilancia Fitozoosanitaria del Canal de Panamá, 18 en cada ciudad, dividiendo la mitad en puertos y recintos aduaneros. Estas fueron cebadas con dos tipos de semioquímicos: etanol y α -pineno como kairomonas y la feromona de *Ips typographus*. En cada una de las localidades se colocó cada semioquímico. Se completó un año de colecta, comenzando la toma de datos en noviembre 2006 hasta octubre 2007. Este estudio reporta *Ambrosiodmus obliquus* (LeConte), *Coptoborus ricini* (Eggers), *Xyleborus bispinatus* Eichhoff, *Xylosandrus compactus* (Eichhoff), *Cryptocarenum seriatus* Eggers, *Coccotrypes advena* Blandford, *C. vulgaris* (Eggers), *Dendrocranulus tardulus* Wood, *D. tardus* Schedl y *Scolytopsis puncticollis* Blandford como nuevos reportes para Panamá.

Palabras clave: Nuevos registros, Scolytinae, semioquímicos, Zona del Canal de Panamá.

Abstract

The Scolytinae are one of the most important forest pests. Trade has had a great importance in its distribution and establishment in the world. Exotic species represent a potential risk for the forest assets of Panama and Central America. The Panama Canal is a point of interest in phytosanitary surveillance due to the arrival of a large quantity of merchandise of agricultural or forestry origin with the potential to carry pests from all over the world. Emphasizing the interest in determining the species of Scolytinae associated with ports and warehouses, this study aims to establish which species of Scolytinae are found in the cities of Colón and Panama, which of these highlights agricultural or forestry importance and which have not been reported for the country. Thirty-six eight-cone Lindgren-type traps were installed within the Phytozoosanitary Surveillance Zone of the Panama Canal, 18 in each city, dividing half into ports and customs facilities. These were primed with two types of semiochemicals: ethanol and α -pinene as kairomones and the *Ips typographus* pheromone. Each semiochemical was placed in each location. One year of collection was completed, data collection began in November 2006 through October 2007. This study reports *Ambrosiodmus obliquus* (LeConte), *Coptoborus ricini* (Eggers), *Xyleborus bispinatus* Eichhoff, *Xylosandrus compactus* (Eichhoff), *Cryptocarenum seriatus* Eggers, *Coccotrypes advena* Blandford, *C. vulgaris* (Eggers), *Dendrocranulus tardulus* Wood, *D. tardus* Schedl, and *Scolytopsis puncticollis* Blandford as new records for Panama.

Keywords: New records, Panama Canal Zone, Scolytinae, semiochemicals.

Introducción

Los Scolytinae están considerados dentro de las plagas forestales más importantes, así también como de ciertos cultivos. Algunos autores colocan este grupo de insectos como el más importante, en número de plagas forestales, dentro de los Coleoptera (Coulson y Witter, 1990; Wood, 1986). Pueden ser una plaga importante dentro de los bosques, pudiendo representar hasta el 60% de las pérdidas por mortalidad de árboles (Wood, 1982; 2007). Debido a que los hospederos atacados pueden ser de tamaño comercial y alto valor económico son un factor importante de pérdidas en bosques comerciales, aunque la función ecológica de este grupo en los ecosistemas naturales es muy valiosa (Coulson y Witter, 1990; Wood, 1982).

El comercio ha tenido una gran importancia en la distribución y establecimiento de los Scolytinae en América (Wood, 1982) y el mundo (ej, Brockerhoff et al., 2006), siendo el determinante principal, su hábito reproductivo (Jordal et al., 2001; Knizek y Beaver, 2007; Wood, 1982). Wood (2007) reporta que de una a tres poblaciones de especies exóticas de Scolytinae son introducidas cada año en Estados Unidos.

La principal vía de entrada asociada a los Coleoptera barrenadores de madera, es el material para empaque y entre estos los Scolytinae representan el mayor porcentaje de las intercepciones en Chile, Estados Unidos y Nueva Zelanda (Haack, 2006), denotando la importancia de establecer controles en los puertos de entrada del comercio.

Dada esa tendencia en los Scolytinae, esas especies exóticas representan un riesgo potencial para los patrimonios forestales de Panamá y de la región centroamericana. Entre las plagas más importantes introducida a Centro y Suramérica desde África se encuentra *Hypothenemus hampei* (Wood, 1982), afectando las plantaciones de café y produciendo importantes pérdidas económicas. Muchas de las especies que extienden su rango geográfico más exitosamente a través del comercio, son aquellas que poseen arrenotoquia facultativa (Wood, 1982) y teniendo en cuenta que en bosques tropicales puede haber, como mínimo, un 70% de los Scolytinae utilizando esta estrategia reproductiva (Jordal et al., 2000) se puede justificar la preocupación planteada.

El Canal de Panamá es un punto de tránsito de barcos de todo el mundo, por esta razón, es punto de interés en la vigilancia, debido a que la gran cantidad de mercadería que arriba es de origen agrícola o forestal con gran potencial de acarrear plagas. En los últimos años se ha incrementado en un 3.66% (2018 - 2019) el uso de los puertos panameños para movimiento de mercadería (AMP, 2020), por esto, Panamá representa tanto un punto de entrada como de posterior dispersión de plagas. Antes de este estudio, la Zona de Vigilancia Fitosanitaria monitoreaba otras plagas cuarentenarias, pero ninguna especie de Scolytinae en el Canal de Panamá, mostrando el interés del gobierno por disminuir o controlar los riesgos relacionados con plagas exóticas al incluirlos.

Tomando en cuenta estos aspectos y que actualmente no hay información sobre especies de Scolytinae reportadas como plagas importantes en Panamá, a excepción de *Hypothenemus hampei*, es de incalculable valor realizar inventarios

de la fauna existente actualmente junto con programas formales de detección temprana de especies de Scolytinae claves para su economía. Los programas de vigilancia fitosanitaria orientados a este grupo han mostrado ser muy exitosos y de mucha utilidad para tomar decisiones cuarentenarias (ej. Haack (2006), 8 de 25 especies exóticas reportadas de Coleoptera eran Scolytinae). Actualmente se están reportando especies exóticas introduciéndose (Kirkendall y Odegaard, 2007) o nuevos registros de especies nunca antes reportadas (Rodríguez-Flores y Barrios, 2020) a los bosques panameños.

Haciendo énfasis en el interés actual de determinar las especies de Scolytinae que están asociados a puertos y recintos aduaneros, este estudio plantea como objetivos establecer qué especies de Scolytinae se encuentran en las ciudades de Colón y Panamá, cuáles de estas remarcen importancia agrícola o forestal y cuáles no habían sido reportadas para el país.

Materiales y métodos

Se instalaron 36 trampas tipo Lindgren (Lindgren, 1983) de ocho conos a un metro del nivel del suelo en las ciudades de Colón y Panamá, dentro de la Zona de Vigilancia Fitozoosanitaria del Canal de Panamá. En cada ciudad se eligieron tres puertos y tres recintos aduaneros. En Colón se instalaron 18 trampas el 20 de octubre de 2006; la mitad en puertos y la otra en recintos aduaneros. En la ciudad de Panamá se instalaron la otra mitad de trampas el 25 de octubre del mismo año, nueve dentro del único puerto que cumplía las condiciones similares a los de Colón, Puerto Balboa, y las restantes en tres recintos aduaneros. Cada una de las trampas fue codificada y georeferenciada (Tabla 1).

Tabla 1. Ubicación de las trampas Lindgren en las ciudades de Colón y Panamá expresada en unidades UTM (zona 17).

Colón				Panamá			
Nombre Sitio	Código Trampa	Coordenadas UTM		Nombre Sitio	Código Trampa	Coordenadas UTM	
		Norte	Oeste			Norte	Oeste
PC*	I1PC†	620493	103351	PB	I1PP	657925	989879
PC	P1PC	620584	103344	PB	P1PP	657771	989621
PC	E1PC	620640	103351	PB	E1PP	657829	989702
PM	I2PC	622913	103495	PB	I2PP	658039	990778
PM	P2PC	622800	103505	PB	P2PP	658038	990681
PM	E2PC	622922	103418	PB	E2PP	658076	990730
CCT	I3PC	622667	103633	PB	I3PP	658369	990737
CCT	P3PC	622645	103638	PB	P3PP	658291	990881
CCT	E3PC	622292	103606	PB	E3PP	658330	990822
ENISA	I1WC	623068	103450	PCT	I1WP	659867	992535
ENISA	P1WC	623128	103451	PCT	P1WP	659821	992458
ENISA	E1WC	623186	103452	PCT	E1WP	659841	992536
CFS	I2WC	623126	103463	FEDURO	I2WP	663483	1002220
CFS	P2WC	622948	103476	FEDURO	P2WP	662898	1002323
CFS	E2WC	623011	103474	FEDURO	E2WP	662927	1002172
ZLC	I3WC	623024	103319	KINTE	I3WP	660612	992693
ZLC	P3WC	623082	103315	KINTE	P3WP	660709	992617
ZLC	E3WC	622902	103362	KINTE	E3WP	660618	992660

PM: Puerto de Manzanillo, PC: Puerto de Cristóbal, CCT: "Colon Container Terminal", ZLC: Zona Libre de Colón, CFS: "Colon Freight Station", ENISA: Envases del Istmo, S. A., PB: Puerto Balboa y PCT: "Panama Central Terminal".

† Código alfanumérico dividiendo en cuatro secciones: (1) atrayente: E (etanol), P (α -pineno), I (feromona de *Ips typographus*); (2): repetición: 1, 2, 3; (3): localidad: P (puerto), W (recinto aduanero) y (4) correspondiente a la ciudad: P (Panamá), C (Colón).

Para seleccionar el sitio donde se colocaría la trampa se tomó en cuenta la actividad de apertura de contenedores de carga y el movimiento o almacenamiento de embalaje o tarimas de madera. Debido al entorno antropogénico de los sitios de muestreo y los objetivos del estudio, las trampas fueron instaladas en entornos de poca vegetación (predominancia de planchas de cemento), vegetación arbustiva,

maleza de lotes baldíos, enredaderas, pinos (*Pinus* spp.) en áreas verdes y una combinación de uno o varios de estos entornos.

Las trampas fueron cebadas con dos tipos de semioquímicos manufacturados por ChemTica Internacional, S. A. (Costa Rica): etanol (dispensores de 100 g con 400 mg/día de liberación a 20 °C) y α -pineno (2 botes conteniendo cada uno 17 ml con 140 mg/día a 20 °C) como kairomonas y una mezcla de ipsdienol (3 mg/día a 20 °C), cis-verbenol (1 mg/día a 20 °C) y 2-metil-3-buten-2-ol (27 mg/día a 20 °C) como feromona de *Ips typographus*. En cada una de las localidades, ya sea puerto o recinto, de las dos ciudades analizadas se colocó cada uno de los semioquímicos (Cuadro 1).

Las trampas fueron atendidas cada 15 días y sus capturas llevadas a las instalaciones del Programa Centroamericano de Maestría en Entomología (PCMENT) para ser procesadas e identificados. La toma de datos comenzó a partir del mes de noviembre de 2006 hasta octubre 2007, completando un año de colecta. La identificación de las especies fue realizada por el autor y especialistas del grupo, hasta el nivel específico. Los especímenes que no lograron ser identificados a nivel específico se clasificaron en “morfoespecies” dentro del taxón que se alcanzó a identificar. La colección de referencia se depositó en la colección entomológica del PCMENT.

Se utilizó la clasificación de Scolytinae según el catálogo de Alonso-Zarazaga y Lyal (2009) para tribus y géneros y Johnson et al. (2020) para la clasificación actual *Cryphalini sensu lato*. Se estableció el nivel de identificación al que se llegó en este estudio y cuales fueron proporcionalmente las tribus, géneros o especies más abundantes en las capturas. Se determinaron las especies relevantes, tales como, plagas y se detallan los nuevos reportes para el país de la siguiente forma: país, provincia, coordenadas UTM, fecha(as) de colecta, cantidad de especímenes por fecha de colecta en paréntesis, tipo de trampa y semioquímico utilizado y nomenclatura de trampa en paréntesis. Se consolidó el género *Hypothenemus*, a

excepción de las especies reportadas en el cuadro 2. La morfoespecie citada como *Xyleborus* sp. 1 representa en realidad un grupo de especies difícil de separar entre ellas al momento del estudio (*X. volvulus* y *X. affinis*). *X. bispinatus* se presenta como una entidad separada de *X. ferrugineus* (Kirkendall y Jordal, 2006). Se proporciona una lista de las especies para las tribus capturadas durante el periodo de estudio.

Resultados

Se colectaron un total de 6,460 especímenes en el periodo estudiado. El 98.62% del material colectado se identificó a nivel de género y 28.11% a nivel de especie. Las capturas comprendieron 11 tribus, 22 géneros, 49 especies y 26 morfoespecies, sin tomar en cuenta que *Hypothenemus* spp. puede estar representada por al menos 19 morfoespecies (Tabla 2).

La tribu con mayor proporción de capturas fue Trypophloeini (50.77%), seguida por Xyleborini (38.58%) y Cryphalini (7.19%); las restantes ocho tribus con porcentajes cerca del 3% o inferior. El género más abundante fue *Hypothenemus* (3,267 especímenes), seguido por *Xyleborus* (1752) y *Xyleborinus* (646). Los restantes géneros representan menos del 3% individualmente.

De las especies identificadas la más abundante fue *Xyleborinus exiguus* (525), seguida por *Xyleborus ferrugineus* (491). Considerablemente menos abundantes fueron *Hypocryphalus mangiferae* (143), *Xyleborinus gracilis* (107), *Xyleborus spinulosus* (104) y *Cryptocarenum seriatus* (99). Encontrándose la mayoría considerablemente por debajo de este último. No se pudo determinar si alguna "morfoespecie" dentro del género *Hypothenemus* fue predominante en las capturas.

Xyleborini fue la tribu mejor representada con ocho géneros identificados, de estos, *Xyleborus*. fue el mejor representado, tanto en abundancia, como en diversidad (6 especies identificadas y una morfoespecie). Trypophloeini, a pesar de haberse podido identificar dentro de este sólo *Hypothenemus*, este género tuvo casi el doble de capturas en el período muestreado que la tribu anterior. No se encontró *H.*

hampei en las áreas y período estudiados. Dryocoetini estuvo representada por dos géneros, de los cuales, *Coccotrypes* fue el más abundante. La especie más abundante de este género fue *C. carpophagus*. Entre las tribus con menor número de representantes, Ipini, con *Ips apache* fue la más abundante. La mayor cantidad de individuos de esta especie se capturaron en trampas cebadas con la feromona de *Ips typographus* (98%), siendo obtenida también en una trampa con etanol.

Tabla 2. Lista de especies de Scolytinae capturadas con trampas tipo Lindgren en las ciudades de Colón y Panamá.

Xyleborini

Ambrosiodmus hagedorni (Iglesias)
Ambrosiodmus obliquus (LeConte)
Coptoborus pseudotenuis (Schedl)
Coptoborus tolimanus (Eggers)
Coptoborus ricini (Eggers)

Dryocoetoides capucinus (Eichhoff)
Dryocoetoides sp. 1
Euwallacea perbrevis (Schedl)
Xyleborinus exiguus (Walker)
Xyleborinus gracilis (Eichhoff)
Xyleborinus intersetosus (Blandford)
Xyleborinus reconditus (Schedl)
Xyleborinus sp. 1
Xyleborinus sp. 2

Xyleborus bispinatus Eichhoff
Xyleborus ferox Blandford
Xyleborus ferrugineus (Fabricius)
Xyleborus gaeyi Hagerdorn
Xyleborus horridus Eichhoff
Xyleborus spinulosus Blandford
Xyleborus sp. 1
Xylosandrus compactus (Eichhoff)
Xylosandrus crassiusculus (Motschulsky)
Xylosandrus morigerus (Blandford)

Cryphalini

Cryphalus mangiferae Stebbing
Cryphalini sp. 1
Cryphalini sp. 2
Cryphalini sp. 3
Cryphalini sp. 4

Trypophloeini

Hypothenemus birmanus (Eichhoff)
Hypothenemus crudiae (Panzer)
Hypothenemus eruditus Westwood
Hypothenemus javanus (Eggers)
Hypothenemus obscurus (Fabricius)
Hypothenemus opacus (Eichhoff)
Hypothenemus seriatus (Eichhoff)
Hypothenemus spp.

Dryocoetini

Coccotrypes advena Blandford
Coccotrypes carpophagus (Hornung)
Coccotrypes cyperi (Beeson)
Coccotrypes dactyliperda (Fabricius)
Coccotrypes vulgaris (Eggers)
Dendrocranulus tardulus Wood
Dendrocranulus tardus Schedl

Dryocoetini sp. 1

Corthylini

Gnatholeptus shannoni (Blackman)
Cryptocarenus diadematus Eggers

Ipini

Acanthotomicus fortis (Wood)
Acanthotomicus mimicus (Schedl)

Cryptocarenum havae (Hagedorn)
Cryptocarenum seriatus Eggers

Corthylini sp. 4
Corthylini sp. 5
Corthylini sp. 6
Corthylini sp. 7

Corthylini sp. 8
Corthylini sp. 9
Corthylini sp. 10
Corthylini sp. 11

Corthylini sp. 12
Corthylini sp. 13
Corthylini sp. 14
Corthylini sp. 15

Corthylini sp. 16
Corthylini sp. 17

Corthylini sp. 18

Ips apache Lanier
Premnobius cavipennis Eichhoff

Bothrosternini

Bothrosternus foveatus (Blackman)
Cnesinus gracilis Blandford
Cnesinus squamosus Wood

Hexacolini

Pycnarthrum hispidum (Ferrari)
Pycnarthrum pallidum (Chapuis)
Pseudothysanoes sp. 1

Phloeotribini

Phloeotribus setulosus Eichhoff

Scolytini

Scolytopsis puncticollis Blandford

Hypoborini

Chaetophloeus sp. 1

En este estudio se reportan a *Ambrosiodmus obliquus* (LeConte), *Coptoborus ricini* (Eggers), *Xyleborus bispinatus* Eichhoff, *Xylosandrus compactus* (Eichhoff), *Cryptocarenum seriatus* Eggers, *Coccotrypes advena* Blandford, *C. vulgaris* (Eggers), *Dendrocranulus tardulus* Wood, *D. tardus* Schedl y *Scolytopsis puncticollis* Blandford como nuevos reportes para Panamá (Bright y Skidmore 1997; 2002; Wood, 1982; 2007; Wood y Bright, 1992) Con los siguientes especímenes:

***Ambrosiodmus obliquus*:**

Panamá, Panamá; UTM (17) 657925 N, 989879 O; 12-ii-2007; Trampa Lindgren cebada con fermona de *Ips typographus* (I1PP)

Panamá, Panamá; UTM (17) 660618 N, 992660 O; 26-ix-2007; Trampa Lindgren cebada con etanol (E3WP)

***Coptoborus ricini*:**

Panamá, Panamá; UTM (17) 658330 N, 990822 O; 21-xii-2006 (2) / 25-i-2007 / 13-ix-2007 / 24-x-2007; Trampa Lindgren cebada con etanol (E3PP)

Panamá, Panamá; UTM (17) 658291 N, 990881 O; 10-i-2007 / 25-i-2007 (4) / 11-x-2007; Trampa Lindgren cebada con α -pineno (P3PP)

Panamá, Panamá; UTM (17) 660618 N, 992660 O; 12-ii-2007 / 7-iii-2007; Trampa Lindgren cebada con etanol (E3WP)

Panamá, Panamá; UTM (17) 660709 N, 992617 O; 10-i-2007; Trampa Lindgren cebada con α -pineno (P3WP)

Panamá, Colón; UTM (17) 620584 N, 1033440 O; 11-x-2007; Trampa Lindgren cebada con α -pineno (P1PC)

Xyleborus bispinatus:

Panamá, Panamá; UTM (17) 658330 N, 990822 O; 13-vi-2007 / 13-vi-2007 / 11-vii-2007 (4) / 25-vii-2007 / 17viii-2007 (2) / 29-viii-2007 (2) / 13-ix-2007 / 11-x-2007 / 24-x-2007 (2); Trampa Lindgren cebada con etanol (E3PP)

Panamá, Panamá; UTM (17) 658291 N, 990881 O; 13-vi-2007 / 11-vii-2007 (3) / 25-vii-2007 / 13-ix-2007 / 26-ix-2007; Trampa Lindgren cebada con α -pineno (P3PP)

Panamá, Panamá; UTM (17) 658076 N, 990730 O; 22-xi-2006 / 11-vii-2007; Trampa Lindgren cebada con etanol (E2PP)

Panamá, Panamá; UTM (17) 657925 N, 989879 O; 21-xii-2006; Trampa Lindgren cebada con fermona de *Ips typographus* (I1PP)

Panamá, Panamá; UTM (17) 658039 N, 990778 O; 11-vii-2007; Trampa Lindgren cebada con fermona de *Ips typographus* (I2PP)

Panamá, Panamá; UTM (17) 658038 N, 990681 O; 11-vii-2007; Trampa Lindgren cebada con α -pineno (P2PP)

Panamá, Panamá; UTM (17) 659867 N, 992535 O; 11-x-2007; Trampa Lindgren cebada con fermona de *Ips typographus* (I1WP)

Xylosandrus compactus:

Panamá, Panamá; UTM (17) 663483 N, 1002220 O; 11-vii-2007; Trampa Lindgren cebada con fermona de *Ips typographus* (I2WP)

Panamá, Panamá; UTM (17) 662898 N, 1002323 O; 17-viii-2007; Trampa Lindgren cebada con α -pineno (P2WP)

Panamá, Panamá; UTM (17) 657771 N, 989621 O; 24-x-2007; Trampa Lindgren cebada con α -pineno (P1PP)

Panamá, Panamá; UTM (17) 660709 N, 992617 O; 24-x-2007; Trampa Lindgren cebada con α -pineno (P3WP)

***Cryptocarenum seriatus*:**

Panamá, Panamá; UTM (17) 658330 N, 990822 O; 9-xi-2006 (2) / 21-xii-2006 / 10-i-2007 / 18-iv-2007 / 16-v-2007 / 30-v-2007 / 27-vi-2007 / 11-vii-2007 / 17-viii-2007 (2) / 29-viii-2007 (3) / 13-ix-2007 / 24-x-2007 (2); Trampa Lindgren cebada con etanol (E3PP)

Panamá, Panamá; UTM (17) 657771 N, 989621 O; 9-xi-2006 (2) / 18-iv-2007 (2) / 25-vii-2007 / 29-viii-2007 (3) / 13-ix-2007 (2) / 11-x-2007 (6); Trampa Lindgren cebada con α -pineno (P1PP)

Panamá, Panamá; UTM (17) 659841 N, 992536 O; 22-xi-2006 / 12-ii-2007 / 18-iv-2007 (2) / 3-v-2007 / 17-viii-2007 / 24-x-2007; Trampa Lindgren cebada con etanol (E1WP)

Panamá, Panamá; UTM (17) 657829 N, 989702 O; 21-xii-2006 / 17-viii-2007 / 13-ix-2007 / 26-ix-2007 / 10-xi-2006; Trampa Lindgren cebada con etanol (E1PP)

Panamá, Panamá; UTM (17) 662927 N, 1002172 O (4); 9-xi-2006 / 22-xi-2006 (2) / 17-viii-2007 (2) / 13-ix-2007; Trampa Lindgren cebada con etanol (E2WP)

Panamá, Panamá; UTM (17) 657925 N, 989879 O; 10-i-2007 / 29-viii-2007 / 13-ix-2007 / 26-ix-2007 (3); Trampa Lindgren cebada con fermona de *Ips typographus* (I1PP)

Panamá, Panamá; UTM (17) 659867 N, 992535 O; 11-vii-2007 (2) / 29-viii-2007 (2) / 13-ix-2007 (3) / 26-ix-2007 (2); Trampa Lindgren cebada con fermona de *Ips typographus* (I1WP)

Panamá, Panamá; UTM (17) 662898 N, 1002323 O; 30-v-2007 / 17-viii-2007 / 26-ix-2007 (4); Trampa Lindgren cebada con α -pineno (P2WP)

Panamá, Panamá; UTM (17) 660709 N, 992617 O; 16-v-2007 / 11-x-2007; Trampa Lindgren cebada con α -pineno (P3WP)

Panamá, Panamá; UTM (17) 659821 N, 992458 O; 17-viii-2007 / 24-x-2007; Trampa Lindgren cebada con α -pineno (P1WP)

Panamá, Panamá; UTM (17) 660618 N, 992660 O; 24-x-2007; Trampa Lindgren cebada con etanol (E3WP)

Panamá, Panamá; UTM (17) 658038 N, 990681 O; 24-x-2007; Trampa Lindgren cebada con α -pineno (P2PP)

Panamá, Panamá; UTM (17) 658291 N, 990881 O; 18-iv-2007; Trampa Lindgren cebada con α -pineno (P3PP)

Panamá, Panamá; UTM (17) 660612 N, 992693 O; 24-x-2007; Trampa Lindgren cebada con fermona de *Ips typographus* (I3WP)

Panamá, Colón; UTM (17) 622645 N, 1036381 O; 12-vii-2007 / 30-viii-2007 / 12-ix-2007 (2); Trampa Lindgren cebada con α -pineno (P3PC)

Panamá, Colón; UTM (17) 623186 N, 1034523 O; 28-vi-2007 / 25-x-2007; Trampa Lindgren cebada con etanol (E1WC)

Panamá, Colón; UTM (17) 622948 N, 1034769 O; 12-ix-2007 / 25-x-2007; Trampa Lindgren cebada con α -pineno (P2WC)

Panamá, Colón; UTM (17) 623128 N, 1034519 O; 27-ix-2007; Trampa Lindgren cebada con α -pineno (P1WC)

Panamá, Colón; UTM (17) 623011 N, 1034748 O; 30-viii-2007; Trampa Lindgren cebada con etanol (E2WC)

Panamá, Colón; UTM (17) 622800 N, 1035052 O; 25-x-2007; Trampa Lindgren cebada con α -pineno (P2PC)

Panamá, Colón; UTM (17) 623082 N, 1033158 O; 4-v-2007; Trampa Lindgren cebada con α -pineno (P3WC)

Panamá, Colón; UTM (17) 622913 N, 1034956 O; 27-ix-2007; Trampa Lindgren cebada con fermona de *Ips typographus* (I2PC)

Panamá, Colón; UTM (17) 622667 N, 1036338 O; 30-viii-2007; Trampa Lindgren cebada con fermona de *Ips typographus* (I3PC)

Panamá, Colón; UTM (17) 623126 N, 1034633 O; 25-x-2007; Trampa Lindgren cebada con fermona de *Ips typographus* (I2WC)

Panamá, Colón; UTM (17) 623024 N, 1033196 O; 17-i-2007; Trampa Lindgren cebada con fermona de *Ips typographus* (I3WC)

***Coccotrypes advena*:**

Panamá, Panamá; UTM (17) 659821 N, 992458 O; 22-xi-2006; Trampa Lindgren cebada con α -pineno (P1WP)

Panamá, Panamá; UTM (17) 660612 N, 992693 O; 25-vii-2007; Trampa Lindgren cebada con fermona de *Ips typographus* (I3WP)

Panamá, Panamá; UTM (17) 663483 N, 1002220 O; 29-viii-2007; Trampa Lindgren cebada con fermona de *Ips typographus* (I2WP)

Panamá, Colón; UTM (17) 620640 N, 1033510 O; 25-x-2007; Trampa Lindgren cebada con etanol (E1PC).

Coccotrypes vulgaris:

Panamá, Panamá; UTM (17) 658291 N, 990881 O; 25-i-2007; Trampa Lindgren cebada con α -pineno (P3PP)

Dendrocranulus tardulus:

Panamá, Panamá; UTM (17) 659867 N, 992535 O; 25-i-2007 / 13-vi-2007 / 11-vii-2007; Trampa Lindgren cebada con fermona de *Ips typographus* (I1WP)

Panamá, Panamá; UTM (17) 660612 N, 992693 O; 9-xi-2006 / 18-iv-2007; Trampa Lindgren cebada con fermona de *Ips typographus* (I3WP)

Panamá, Panamá; UTM (17) 663483 N, 1002220 O; 13-vi-2007; Trampa Lindgren cebada con fermona de *Ips typographus* (I2WP)

Panamá, Panamá; UTM (17) 658330 N, 990822 O; 17-viii-2007; Trampa Lindgren cebada con etanol (E3PP)

Panamá, Colón; UTM (17) 620493 N, 103351033516 O; 15-xi-2006 / 31-v-2007; Trampa Lindgren cebada con fermona de *Ips typographus* (I1PC)

Panamá, Colón; UTM (17) 623126 N, 1034633 O; 4-v-2007; Trampa Lindgren cebada con fermona de *Ips typographus* (I2WC)

Panamá, Colón; UTM (17) 623024 N, 1033196 O; 4-v-2007; Trampa Lindgren cebada con fermona de *Ips typographus* (I3WC)

Panamá, Colón; UTM (17) 623068 N, 1034506 O; 17-v-2007; Trampa Lindgren cebada con fermona de *Ips typographus* (I1WC)

Panamá, Colón; UTM (17) 622645 N, 1036381 O; 4-v-2007; Trampa Lindgren cebada con α -pineno (P3PC)

Dendrocranulus tardus:

Panamá, Panamá; UTM (17) 659867 N, 992535 O; 30-v-2007 (2) / 13-vi-2007; Trampa Lindgren cebada con fermona de *Ips typographus* (I1WP)

Panamá, Panamá; UTM (17) 657925 N, 989879 O; 21-xii-2006; Trampa Lindgren cebada con fermona de *Ips typographus* (I1PP)

Panamá, Panamá; UTM (17) 660709 N, 992617 O; 21-xii-2006; Trampa Lindgren cebada con α -pineno (P3WP)

Panamá, Panamá; UTM (17) 660612 N, 992693 O; 25-i-2007; Trampa Lindgren cebada con fermona de *Ips typographus* (I3WP)

Panamá, Panamá; UTM (17) 660618 N, 992660 O; 4-iv-2007; Trampa Lindgren cebada con etanol (E3WP)

Scolytopsis puncticollis:

Panamá, Panamá; UTM (17) 622913 N, 1034956 O; 18-iv-2007; Trampa Lindgren cebada con fermona de *Ips typographus* (I2PC)

Discusión

Xyleborinus exiguus es una especie invasora reportada para Panamá en 2007 (Kirkendall y Odegaard, 2007) representando el 81.27% de todos los *Xyleborinus* capturados, por ende, podemos decir que es una especie dominante en los medios estudiados, aunque Flechtmann et al. (2000) encontró que la especie capturada en mayor cantidad depende de la trampa utilizada, pudiendo, este sistema de captura utilizado, tener un efecto detrimental en la captura de otras especies, aunque en

este caso particular no se cree haya variación en la predominancia de especies agregando otros métodos de captura.

De acuerdo con la literatura (Bright y Skidmore 1997; 2002; Rabaglia et al., 2006; Wood, 1982; 2007; Wood y Bright, 1992), *Ambrosiodmus obliquus* (Gomez, et al., 2018) reporta su distribución para Panamá y Atkinson (2021) registra un espécimen sin publicar para Chiriquí) y *Xylosandrus compactus* son nuevos reportes para Panamá, denotando la necesidad de mayor investigación para determinar si fueron establecidas naturalmente o introducidas por el comercio. *Premnobius cavipennis* y *Xyleborus horridus* fueron colectados anteriormente por Guerra (2011) en muestreos realizados en parches de pino. *Euwallacea perbrevis* es una especie introducida reportada inicialmente para América en la zona del Canal de Panamá (Wood, 1982; Kirkendall y Odegaard, 2007).

Stouthamer et al. (2017) y Smith et al. (2019) establecen a *E. fornicatus* como un complejo de cuatro especies de difícil separación por vía morfológica y de mucha importancia agrícola, por su relación con ataques en plantaciones comerciales (ej. aguacate) y forestal. Esa ambigüedad en la identificación de este complejo de especies conlleva mayores riesgos sanitarios ya que puede haber fácilmente errores en identificación y ya que dependiendo de la especie que se trate el rango de hospederos varía (ej. Stouthamer et al., 2017) y pueden afectar varios cultivos en diferentes grados debido a su asociación con hongos fitopatógenos (García-Avila et al., 2016).

Todas las especies de *Xylosandrus* capturadas en este trabajo representan plagas de importancia económica en cultivos comerciales (Rabaglia et al., 2006; Wood, 1982). *X. compactus* ha sido reportada por Couturier y Tanchiva (1991) como plaga de *Myrciaria dubia*, un arbusto frutal amazónico con potencial de exportación, y Delgado y Couturier (2010) como una plaga en vivero para *Swietenia macophylla*.

Dentro de *Xyleborus* la única especie identificada de importancia económica fue *X. ferrugineus* (Wood, 1982).

Martinez y Atkinson (1986) reportan a *Hypothenemus* como el más abundante en las áreas tropicales del mundo. Es un género que está asociado a lugares de mucha intervención antropogénica y en general presentan un período de incubación y desarrollo larval corto, implicando que las poblaciones rápidamente alcancen niveles elevados (Wood, 1982). Wood (2007) reporta 47 especies de *Hypothenemus* para América, dentro de las cuales 11 han sido introducidas desde África, donde, las especies que se alimentan y reproducen en frutos, presentan alguna importancia económica. Algunas de las especies de este género podrían ser la más abundantes, debido a la gran cantidad de “morfoespecies” y especímenes encontrados en todo el período de muestreo. *H. hampei*, aunque ya está presente en Panamá y no fue capturada en el área y período de estudio, es de importancia en el cultivo del café (Wood, 1982; 2007) y su dispersión está asociada al comercio y otras actividades humanas (Wood, 2007), se aconseja seguir monitoreando su llegada a la Zona del Canal ya que nunca ha sido reportada anteriormente.

Las especies de *Coccotrypes* infestan diversas semillas grandes, principalmente de palmáceas, siendo transportadas de esta manera a través del comercio a todo el mundo (Wood, 1982). Wood (2007) reporta 10 especies introducidas a Sudamérica a través del comercio.

La especie más abundante de este género fue *C. carpophagus* y junto con *C. dactyliperda* (solo un ejemplar colectado), son plagas importantes de palmáceas.

Debido a la cercanía de las trampas a plantas de *Pinus*, hospedero de *Ips apache* (Lanier, et al. 1991), y el uso de semioquímicos como etanol y la feromona de *Ips typographus* se asumen como las principales razones de la captura de dicha especie. La mayoría de las especies de este género son de riesgo potencial para plantaciones de *Pinus* spp. (Wood, 2007). Este reporte es el más antiguo reportado,

debido a que se tienen capturas desde diciembre 2006 hasta agosto 2007 con un pico de abundancia en abril de 2007. Smith y Cognato (2009) reportaron capturas posteriores, en agosto 2008, más al sur de lo reportado aquí. Este movimiento aparente se da principalmente debido a la introducción de plantas de pino a los entornos urbanos y periurbanos donde el pino no es endémico.

Con el establecimiento de las especies de Scolytinae que se capturaron con esta metodología, este estudio puede ser utilizado como base para darle continuidad a los planes de vigilancia fitosanitaria de Panamá y como ejemplo para otras regiones en su establecimiento.

Debido a la limitada área de estudio se podría esperar que muchas especies no hayan sido reportadas por falta de estudios similares de mayor espectro tanto en área como en trampas y semioquímicos. La colección de referencia será una fuente de referencia para investigadores que trabajen este grupo de insectos pudiendo extender la lista de especies y mejorar nuestro entendimiento de los Scolytinae tanto en Panamá como en Centroamérica y evitar las tendencias de dejar a un lado los Scolytinae de estudios ecológicos debido a sus dificultades de identificación y cambios taxonómicos constantes (Simon et al., 2003). También este estudio nos pone en alerta debido a la falta de los recursos necesarios para trabajar con grupos de especies muy relacionadas tales como *Hypothenemus* spp. y *Xyleborus* sp1 y de difícil taxonomía como Corthylini *sensu lato*.

Conclusiones

Con los resultados obtenidos y la discusión realizada podemos concluir que, en los puertos y recintos aduaneros de las ciudades de Colón y Panamá se pudieron encontrar 49 especies + 26 morfoespecies; De esta diversidad, diez spp son nuevos registros para Panamá. Ninguna de las especies capturadas representa un riesgo inmediato para la agricultura o sector forestal, sin embargo, no debe dejarse de

monitorear puertos y recintos aduaneros ya que el riesgo es constante. El género *Hypothenemus*, requiere de más esfuerzo taxonómico para identificación.

Agradecimientos

Este trabajo no pudo haberse realizado sin la ayuda desinteresada de cada una de las personas involucradas en este proyecto. Ricardo Canto y Ciro Zurita (MIDA) colaboraron enormemente en la parte de campo. Al DAAD y la VIP de la UP por el aporte de la beca de C.S. A Amy Roda (USDA-APHIS) por el apoyo logístico (trampas, feromona, contacto con especialistas). A Fanny Domínguez, por parte del MIDA, proporcionó transporte y parte del material para colecta. Se le agradece a R. Rabaglia y T. Atkinson por ayuda en la confirmación e identificación de especies.

Referencias

- Alonso-Zarazaga, M. A. y Lyal, C. H. C. (2009). A catalogue of family and genus group names in Scolytinae and Platypodinae with nomenclatural remarks (Coleoptera: Curculionidae). *Zootaxa*. 2258: 1-134.
- AMP. (2020). Autoridad Marítima de Panamá, Oficina de planificación, Área de estadísticas generales. Indicadores marítimos portuarios, enero-diciembre. Años: 2017-2019(p). F-191 (AEG) V.01. 1 p
- Atkinson, T. H. (2021). Bark and Ambrosia Beetles. Consultado el 19 de diciembre 2021. <https://www.barkbeetles.info>
- Bright, D. E. Y Skidmore, R. E. (1997). A Catalog of Scolytidae and Platypodidae (Coleoptera), Supplement 1 (1990-1994). NRC Research Press.
- Bright, D. E. Y Skidmore, R. E. (2002). A Catalog of Scolytidae and Platypodidae (Coleoptera), Supplement 2 (1995-1999). NRC Research Press.
- Brockerhoff, E. G., Bain, J., Kimberley, M. y Knizek, M. (2006). Interception frequency of exotic bark and ambrosia beetles (Coleoptera: Scolytinae) and relationship with establishment in New Zealand and worldwide. *Can. J. For. Res.* 36: 289-298.

- Coulson, R. N. Y Witter, J. A. (1990). Entomología forestal. Ecología y control. Trad. Jiménez, J. Edit. Cibrián, D. 1ª ed. Ed. Limusa.
- Couturier, G. Y Tanchiva, E. (1991). *Xylosandrus compactus* (Coleoptera: Scolytidae) nueva plaga del "camu camu" (*Myrciaria dubia*, Myrtaceae), en la Amazonía peruana. *Rev. Per. Ent.* 34: 31-32.
- Delgado, C. Y Couturier, G. (2010). *Xylosandrus compactus* (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae), a new pest of *Swietenia macrophylla* in the Peruvian Amazonia. *Boletín de la Sociedad Entomológica Aragonesa.* 47: 441-443.
- Flechtmann, C. A. H., Ottati, A. L. T. y Berisford, C. W. (2000). Comparison of four trap types for ambrosia beetles (Coleoptera, Scolytidae) in Brazilian eucalyptus stands. *J. Econ. Entomol.* 93(6): 1701-1707.
- García-Ávila, C. De J., Trujillo-Arriaga, F. J., López-Buenfil, J. A., Gonzáles-Gómez, R., Carrillo, D., Cruz, L. F., Ruiz-Galván, I., Quezada-Salinas, A. y Acevedo-Reyes, N. (2016). First report of *Euwallacea* nr. *fornicatus* (Coleoptera: Curculionidae) in Mexico. *Fla. Entomol.* 99(3): 555-556.
- Gómez, D. F., Rabaglia, R. J., Fairbanks, K. E. O. y Hulcr, J. (2018). North American *Xyleborini* north of Mexico: a review and key to genera and species (Coleoptera, Curculionidae, Scolytinae). *ZooKeys.* 768: 19–68.
- Guerra, L. (2011). Las comunidades de Scolytinae (Coleoptera: Curculionidae) asociadas a cinco sitios con predominio de pino en la República de Panamá. *Scientia.* 21(2): 85-94.
- Haack, R. A. (2006). Exotic bark- and wood-boring Coleoptera in the United States: recent establishments and interceptions. *Can. J. For. Res.* 36: 269–288.
- Johnson, A. J., Hulcr, J., Knizek, M. Atkinson, T. H., Mandelshtam, M. y., Smith, S. M., Cognato, A. I., Park, S., Li, Y. Y Jordal, B. H. (2020). Revision of the bark

- beetle genera within the former Cryphalini (Curculionidae: Scolytinae). *Insect Systematics and Diversity*. 4(3): 1–81.
- Jordal, B. H., Beaver, R. A. y Kirkendall, L. R. (2001). Breaking taboos in the tropics: incest promotes colonization by wood-boring beetles. *Global Ecol. Biogeogr.* 10: 345-357.
- Jordal, B. H., Normark, B. B. y Farrell, B. D. (2000). Evolutionary radiation of an inbreeding haplodiploid beetle lineage (Curculionidae, Scolytinae). *Biol. J. Linn. Soc.* 71: 483–499.
- Kirkendall, L. R. y Jordal, B. H. (2006). The Bark and Ambrosia Beetles (Curculionidae, Scolytinae) Of Cocos Island, Costa Rica And The Role Of Mating Systems In Island Zoogeography. *Biol. J. Linn. Soc.* 89: 729–743.
- Kirkendall, L. y Odegaard, F. (2007). Ongoing Invasions Of Old-Growth Tropical Forests: Establishment Of Three Incestuous Beetle Species In Southern Central America (Curculionidae: Scolytinae). *Zootaxa*. 1588: 53–62.
- Knizek, M. Y Beaver, R. (2007). Taxonomy And Systematic Of Bark And Ambrosia Beetles. Cap. 6. 41-54 P. *In*: Lieutier, F., Day, K. R., Battisti, A., Grégoire, J-C. Y Evans, H. F. (Eds). *Bark And Wood Boring Insects In Living Trees In Europe*, A Synthesis. Springer.
- Lanier, G. N., Teale, S. A. y Pajares, J, A. (1991). Biosystematics Of the Genus *Ips* (Coleoptera: Scolytidae) In North America: Review Of The *Ips Calligraphus* Group. *Can. Entomol.* 123(05): 1103–1124.
- Lindgren, B. S. (1983). A Multiple Funnel Trap for Scolytid Beetles (Coleoptera). *Can. Entomol.* 115: 299-302.
- Martínez, A. E. y Atkinson, T. H. (1986). Annotated Checklist of Bark and Ambrosia Beetles (Coleoptera: Scolytidae and Platypodidae) Associated with A Tropical Deciduous Forest At Chamela, Jalisco, Mexico. *Fla. Entomol.* 69(4): 619-635.

- Rabaglia, R. J., Dole, S. A. y Cognato, A. I. (2006). Review Of American Xyleborina (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae) Occurring North of Mexico, With an Illustrated Key. *Ann. Entomol. Soc. Am.* 99(6): 1034-1056.
- Rodríguez-Flores, O. y Barrios, H. (2020). Scolytinae y Platypodinae (Coleoptera: Curculionidae) De La Isla Barro Colorado, Panamá. *Scientia.* 30(1): 15-52.
- Simon, U., Gossner, M. y Linsenmair, K. E. (2003). Distribution Of Ants And Bark-Beetles In Crowns Of Tropical Oaks. Capítulo 6. 59-68 Pp. *In:* Basset Y., Novotny, V., Miller, S. E. Y Kitching, R. L. (Eds.). *Arthropods Of Tropical Forest. Spatio-Temporal Dynamics And Resource Use In The Canopy.* Cambridge University Press.
- Smith, S. M. Y Cognato, A. I. (2009). Occurrence of *Ips apache* Lanier (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae) in Panama. *Coleop. Bull.* 63(4):452-453.
- Smith, S. M., Gomez, D. F., Beaver, R. A., Hulcr, J. Y Cognato A. I. (2019). Reassessment Of the Species in The *Euwallacea Fornicatus* (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae) Complex After The Rediscovery Of The “Lost” Type Specimen. *Insects.* 10(9): 261.
- Stouthamer, R., Rugman-Jones, P., Thu, P. Q., Eskalen, A., Thibault, T., Hulcr, J., Wang, L., Jordal, B. H., Chen, C., Cooperband, M., Lin, C., Kamata, N., Lu, S., Masuya, H., Mendel, Z., Rabaglia, R., Sanguansub, S., Shih, H., Sittichaya, W. Y Zong, S. (2017). Tracing The Origin of A Cryptic Invader: Phylogeography Of The *Euwallacea Fornicatus* (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae) Species Complex. *Agric. For. Entomol.* 19(4): 366-375.
- Wood, S. L. (1982). The Bark and Ambrosia Beetles of North and Central America (Coleoptera: Scolytidae), A Taxonomic Monograph. *Great Basin Nat. Mem.* 6: 1-1359.
- Wood, S. L. (1986). A Reclassification of The Genera of Scolytidae (Coleoptera). *Great Basin Nat. Mem.* 10: 1-126.

Wood, S. L. (2007). The Bark and Ambrosia Beetles of South America (Coleoptera, Scolytidae). Brigham Young University.

Wood, S. L. y Bright, D. E. (1992). A Catalog of Scolytidae and Platypodidae (Coleoptera), Part 2: Taxonomic Index. Volumen A. Great Basin Nat. Mem. 13: 1-834.

PRIMER REGISTRO DE *Hemikyptha marginata* FABRICIUS (HETEROPTERA: MEMBRACIDAE) EN BOCAS DEL TORO, PANAMÁ

FIRST RECORD OF *Hemikyptha marginata* FABRICIUS (HETEROPTERA: MEMBRACIDAE) IN BOCAS DEL TORO, PANAMÁ

Recepción
04-03-2022

Aprobación
18-05-2022

Publicación
15-06-2022

Alonso Santos Murgas^{*1}, Julio Gutiérrez Lanzas² y Jean Carlos Abrego L.³

¹Universidad de Panamá, Facultad de Ciencias Naturales, Exactas y Tecnología, Departamento de Zoología, Museo de Invertebrados G.B. Fairchild. Panamá-Panamá. orcid.org/0000-0001-9339-486X
alonso.santos@up.ac.pa

²Universidad de Panamá, Facultad de Ciencias Naturales Exactas y Tecnología, Escuela de Biología. Panamá-Panamá. orcid.org/0000-0002-9460-1717 julio.gutierrezl.@up.ac.pa

³ Universidad de Panamá, Sistema Nacional de Investigadores de Panamá (SNI). Panamá-Panamá. orcid.org/0000-0002-9576-9175 jeanscarlos1705@gmail.com,

Resumen

Se registra por primera vez la especie *Hemikyptha marginata* (Heteroptera: Membracidae) para Panamá, específicamente para la vertiente caribe de la provincia de Bocas del Toro, presumimos la asociación de este insecto a una especie de planta, *Clibadium grandifolium* S. F. Blake, 1924 (Heliantheae: Asteraceae); los dos especímenes se encontraban posados sobre hojas y tallo de esta planta que se encuentra bien distribuida y de manera abundantemente en el área de recolecta.

Palabras clave: Cigarritas, plantas hospedera, *Clibadium grandifolium*, bosque tropical.

Abstract

The species *Hemikyptha marginata* (Heteroptera: Membracidae) is registered for the first time for Panama, specifically for the Caribbean slope of the province of Bocas Del Toro, we presume the association of this insect with a plant species, *Clibadium grandifolium* SF Blake, 1924 (Heliantheae: Asteraceae); the two specimens were perched on leaves and stem of this plant that is well distributed and abundantly in the collection area.

Keywords: treehopper, host plants, *Clibadium grandifolium*, tropical forest

Introducción

Los membrácidos conforman un grupo que está muy relacionado con las cigarras (Dietrich, 2001) esta familia se originó en los bosques tropicales del Nuevo Mundo y comprende cerca de 3 300 especies descritas (Dietrich y Dietz, 1991).

Este grupo de insectos tiene como característica principal su pronotum agrandado que los separa de otras familias de insectos (Evans, 1963; Funkhouser, 1951; Wood, 1993) dicha estructura posee proyecciones que cubren el dorso y pueden ser en forma de puntas o protuberancia y su coloración es distintiva para cada especie (Funkhouser, 1951).

Todas las especies de membrácidos son fitófagas y su alimentación está basada exclusivamente en la savia de las plantas (Triplehorn y Jonson, 2005) Algunas especies presentan cierto grado de especificidad sobre una o varias plantas hospederas de las cuales se alimentan y depositan sus huevos (Godoy et al., 2006). Por el grado de especificidad que presentan sobre sus plantas hospederas y sus relaciones mutualistas con otros insectos son considerados como un grupo indicador para el monitoreo de la diversidad y el uso sostenible de los ecosistemas (Brown Jr, 1997).

Las interacciones de los membrácidos, a lo largo de su ciclo de vida representan adaptaciones que los han llevado al éxito en los ambientes tropicales (Chung-Pin, 2006). También, muestran diversas formas de comportamiento social que suelen ser categorizadas por el rol de los padres con el desarrollo de sus crías (Wood, 1979). Los membrácidos poseen diversas tácticas para evadir enemigos como lo son asociarse con hormigas, disfrazarse como espinas de plantas, así como también diversos colores, formas y tamaños (Richter, 2017).

El género *Hemikyptha* representa las especies más grandes de la familia Membracidae; son de cuerpos robustos, miden al menos más de 25 mm, su

coloración puede ser marrón con tonos oscuros y a veces combinados con negro; alas anteriores anchas casi transparentes, el pronoto es robusto, fuerte y elevado; sus patas son simples, los tarsos posteriores son ligeramente más largos que los otros, se sabe que son de vida libre (Godoy et al.,2006).

En este trabajo tiene la finalidad de reportar por primera vez para Panamá la presencia de *Hemikyptha marginata* Fabricius (Heteroptera: Membracidae).

Materiales y métodos

Se colectaron dos especímenes de membrácidos en la provincia de Bocas Del Toro, Bosque Protector Palo Seco a 1 173 m.s.n.m.; en las coordenadas 08°47'07.0" N, 082° 12'51.2" W; en expedición realizada el 10.VII.2021 y 07.IX.2021. Los especímenes fueron colectados en alcohol al 70% y transportados al Laboratorio de Artrópodos Venenosos, fueron identificados utilizando el libro de Godoy et al., (2006) para género, para nivel de especie se hicieron comparaciones con muestras de la colección del Museo de Invertebrados G.B. Fairchild de la Universidad de Panamá.

Resultados y discusión

Damos a conocer la presencia de la especie *Hemikyptha marginata* Fabricius (Heteroptera: Membracidae). Esta especie de membrácido, *Hemikyptha marginata* a pesar de ser una especie grande no se tenía registro de su presencia en el país; además, no se conocía de la asociación con la planta *Clibadium grandifolium* S. F. Blake, 1924 (Heliantheae: Asteraceae). Flinn (2012) realizó muestreos en Panamá donde no hacen alusión de esta especie.

Clibadium L. (Asteracea, es un género de planta que cuenta con 29 especies descritas, que se encuentran distribuidas desde México hasta Perú y en las Indias Occidentales, con un alto número de especies en Costa Rica, Colombia y Ecuador. *Clibadium* incluye arbustos y árboles pequeños (Arriagada, 2003). *C. grandifolium*

se encuentra distribuido en Colombia, Panamá, Costa Rica y Nicaragua; a elevaciones desde los 0- 2 000 m. s. n. m. (Arriagada, 1995).



Figura. 1. Habitus de *Hemikyptha marginata* (Heteroptera: Membracidae).



Figura 2. *Clibadium grandifolium* S. F. Blake, 1924 (Asteraceae, Heliantheae).

Conclusión

Panamá es un país con una alta diversidad de insectos donde hay grupos que han sido poco estudiados; además, en las áreas lejanas al centro del país, lugares boscosos e inaccesibles, no se han realizado muestreos profundos, hay una diversidad importante que se debe conocer y describir; en este trabajo documentamos una especie que no se observa con facilidad y presenta características morfológicas muy bizarras.

Agradecimiento

Le agradecemos a la Magister Vielka Murillo del Herbario de la Universidad de Panamá por la identificación de la planta hospedera.

Referencias

- Arriagada, J. E. (1995). Key to the species of *Clibadium* (Compositae, Heliantheae) with notes on Synonymy and morphological variation. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias*, Vol. XIX (74): 453-461.
- Arriagada, J. E. (2003). Revisión del género *Clibadium* (Asteraceae, Heliantheae). *Brittonia*, 55, 245-301
[https://doi.org/10.1663/0007-196X\(2003\)055\[0245:ROTGCA\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1663/0007-196X(2003)055[0245:ROTGCA]2.0.CO;2)
- Brown Jr, K. (1997). Diversity, disturbance, and sustainable use of neotropical forests: Insects as indicators for conservation monitoring. *Journal of Insect Conservation*, Vol 1: 25-42.
- Chung-Pin, L. (2006). Social behavior and Life History of Membracidae trehoppers. *Journal of Natural History*, 40: 32-34. 1887-1907.
- Dietrich, C. H. (2001). Phylogeny of the major lineages of Membracoidea (Insecta: Hemiptera: Cicadomorpha) based on 28S rDNA sequences. *Molecular Phylogenetic Evolution*, 18(2): 293-305.
- Dietrich, C., & Dietz, L. (1991). Revision of the Neotropical treehopper tribe Acomophorini (Homoptera Membracidae). *North Carolina Agricultural Research Service Technical Bulletin*, 293: 1-134.
- Evans, J. (1963). The phylogeny of the Homoptera . *Annual Review of Entomology*, 8: 77-94.
- Funkhouser, W. (1951). Homoptera Fam Membracidae. *Genera Insectorum*. Fascicle. 208. Brussels, Belgica, 383 pp.
- Godoy, C., Miranda, X., & Nishida, K. (2006). Membracidos de la America Tropical, Treehoppers of tropical America. Santo Domingo de Heredia: INBio. ISBN: 9968927104 9789968927109. 352 pp.
- Richter, L. (2017). Membracidae colombianae. Revision de las especies colombianas del genero Membracis. *Revista Academica, Colombiana*, 8 (27): 382-403.
- Stefani, V., Sebaio, F., & Del-Claro, K. (2000). Desenvolvimento de *En brasillensis* Strumpel (Homoptera, Membracidae) en plantas de *Solanum lycocarpun* St. Hill (Solanaceae) . *Revista Brasileira de Zoociencias Juiz de Fora*, 2(1) 21-30.
- Triplehorn, C., & Jonson, N. (2005). Borror and Delongs Introduction to the Study of Insects. 7th Edition Thomson Ed. pag 22.
- Wood, T. (1979). Sociability in the Memracidae (Homoptera). *Entomology Society*, 11: 15-22.
- Wood, T. (1993). Diversity in the New World Membracidae. *Annual Review of Entomology*, 38: 409-435.

MEDICINA Y COMERCIO: CONFUSIÓN SIMBOLICA ENTRE LA VARA DE ESCULAPIO Y EL CADUCEO DE MERCURIO

MEDICINE AND TRADE: SYMBOLIC CONFUSION BETWEEN THE ROD OF SCULAPIUS AND THE CADUCEUS OF MERCURY

Recepción
07-03-2022

Aprobación
12-05-2022

Publicación
15-07-2022

Jackson Jiménez C. 1

Universidad de Guayaquil, Facultad de Ciencias Sociales, Económicas y [Administrativas. Guayaquil-Ecuador.](#)
jackson5jimenez30@gmail.com. Código ORCID 0000-0001-5634-9664.

Resumen

En las diferentes ramas de las ciencias existen símbolos o signos que las distinguen; y los profesionales de las diferentes ramas deben conocer su historia y significado. A nivel mundial, y a través de los años aún existen diferencias entre los símbolos que tradicionalmente han representado la medicina el caduceo de Mercurio por la vara de Esculapio. El presente trabajo académico plantea como objetivo analizar históricamente la importancia de los símbolos de las ciencias médicas y del comercio para su adecuado uso. La metodología investigativa desarrollada es teórica analítica - sintética y de tipo documental utilizando información literaria de diferentes fuentes oficiales, analizando referentes teóricos e históricos logrando diagnosticar y sintetizar las ideas de los diferentes referentes bibliográficos. Entre los resultados se destaca que la vara del dios griego Esculapio ha sido tradicionalmente el símbolo de la medicina científica, sin embargo, frecuentemente y erróneamente aún, se toma el caduceo del dios Mercurio como símbolo de la medicina, cuando este es el símbolo habitual del comercio en general. Se concluye que el símbolo correcto de las ciencias médicas está representado por la vara del dios Esculapio y el caduceo del dios Mercurio representa a las ciencias del comercio.

Palabras claves: Mitología, Historia oral, Leyenda

SUMMARY

In the different branches of science there are symbols or signs that distinguish them; and the professionals of the different branches must know their history and meaning. Worldwide, and throughout the years there are still differences between the symbols that have traditionally represented medicine the caduceus of Mercury by the rod of Aesculapius. The objective of this academic work is to analyze historically the importance of the symbols of the medical and commercial sciences for their proper use. The research methodology developed is analytical-synthetic theoretical and documentary-type using literary information from different official sources, analyzing theoretical and historical references, managing to diagnose and synthesize the ideas of the different bibliographic references. Among the results, it stands out that the rod of the Greek god Aesculapius has traditionally been the symbol of scientific medicine, however, frequently and erroneously still, the caduceus of the god Mercury is taken as a symbol of medicine when this is the usual symbol of the general trade. It is concluded that the correct symbol of the medical sciences is represented by the rod of the god Aesculapius and the caduceus of the god Mercury represents the science of commerce.

Keywords: Mythology, Oral history, Legend

Introducción

Los mitos surgen y se desarrollan en el mundo de la imagen, la emoción y el símbolo, más que en el mundo de la racionalidad conceptual y crítica. La simbolización se basa en un principio de complementariedad. En su empleo es preciso diferenciar una serie de categorías, relaciones y funciones. Entre la variedad de formas están las personificaciones, alegorías, metáforas, analogías, parábolas e imágenes. (Yampey, 1998)

Esta investigación relata una breve historia sobre el origen y la razón del uso inadecuado de dos grandes símbolos, el de medicina y el de comercio.

El símbolo de la medicina es un elemento de indispensable conocimiento para los profesionales de la salud; sin embargo, muchos desconocen su significado o no lo identifican adecuadamente. Este símbolo, llamado también el bastón de Esculapio,

representa la profesión médica como relación desinteresada con los pacientes. Sin embargo, frecuentemente se toma el caduceo de Hermes (mercurio entre los Romanos), siendo este el símbolo habitual del comercio en general (Nieto, 2011).

La presente investigación se inicia con un análisis sobre la filosofía del simbolismo y el mito sus significados, composiciones y las esferas culturales que le abarcan. Luego se describen el origen del nacimiento, semblanza y características de los dioses Esculapio y Mercurio. Además, se analizan las principales características de la composición de la vara de Esculapio como símbolo de la medicina y el caduceo de Mercurio como símbolo del comercio; y el origen de la confusión en la utilización de los respectivos símbolos.

Por último, se llega a la conclusión que debe ser utilizado correctamente el símbolo de la profesión médica que le corresponde a la vara de Esculapio y no al caduceo de Mercurio.

Materiales y Método

El presente artículo está desarrollado bajo una metodología teórica analítica-sintética y literatura de fuentes secundarias a diferentes revistas digitales y artículos científicos de reconocidas instituciones. Así mismo, para información histórica de filosofía del simbolismo y del mito de los dioses griegos Mercurio y Esculapio se realizó investigación de revisión documental, y sitios web.

El alcance de la investigación se encuentra asociado en analizar la importancia del adecuado uso de los respectivos símbolos de las ciencias médicas y del comercio.

Resultados y Discusión

Filosofía del simbolismo y del mito

La expresión “significado simbólico” es ampliamente utilizada como sinónimo sencillo de lo signico. Se define como aquel signo cuyo significado representa cierto signo de otro plano o de otra lengua. A esta definición se opone la tradición de

interpretación del símbolo como expresión signíca de una suprema y absoluta esencia no signíca. En el primer caso, el significado simbólico adquiere un marcado carácter racional y se interpreta como el medio de una traducción adecuada del plano de la expresión al plano del contenido. En el segundo caso, el contenido de manera irracional irradia a través de la expresión y cumple el papel como de puente del mundo racional al mundo místico (Lotman, 2002). El simbolismo es estudiado desde el punto de vista de lo psicológico y artístico, antropológico y filosófico. El estudio de los símbolos abarca diversas esferas culturales: por un lado, la estructura de lo imaginario y la función simbolizante de la imaginación y, por otro, se indaga en el mito simbólico, raíz del símbolo gráfico (Young, 2013).

Para Barbeta (2015) el simbolismo ha sido referido a determinados objetos materiales, a las relaciones de intercambio entre personas y/o grupos, a esquemas cognitivos o representaciones mentales clasificadoras de la realidad, e incluso al lenguaje.

Po otro lado, los mitos son leyendas tradicionales que se remontan a tiempos inmemorables, por tanto están fuera del tiempo, pero muchos de los espacios en los que acontecen nos resultan sobradamente conocidos por la geografía, pues son lugares reales; unas veces narran hechos históricos y otras relatos ficticios en las que participan dioses, héroes, monstruos, gigantes...En Grecia los mitos eran relatos serios sobre dioses y héroes; nos exponen la relación que había entre ellos y la que éstos establecían con los mortales, la convivencia armoniosa de dioses y hombres y las hazañas que antaño llevaron a cabo, etc.(Urrea, 2005).

Por consiguiente, el relato mítico se compone esencialmente de símbolos o signos que, excepto los más obvios, muestran y ocultan. Su plan expresivo designa hechos y cosas sin hechos ni cosas. Está formado por una mitad física y otra oculta, inesperable de la primera el significado de "symbolom" reposa en cualquier caso en presencia, y solo gana su función representadora por la actualidad de ser mostrado o dicho. Su estructura de presencia /ausencia comunica un pensamiento implícito o

latente mediante su analogización. Abarca, además, una cadena sincrónica y diacrónica de potenciales intenciones significativas (Palazón & Balcárcel, 2014). Así mismo, los autores Valverde & Garcia (2015) afirman que los mitos son entendidos como relatos tradicionales que evocan “la actuación memorable y paradigmática de unos personajes excepcionales (dioses y héroes) en un tiempo prestigioso y lejano”, pero son también instrumentos de mediación entre el mundo de las deidades y el de los hombres, como únicos mecanismos de comunicación de una realidad polisémica y variante.

Muchas de las ramas de la ciencia tienen un emblema (o símbolo, o signo, o logotipo, o sello) que las distingue y que es orgullo de sus miembros ya que significa toda una serie de valores tanto históricos como éticos; sin embargo, suele suceder, que muchos de los profesionales de dichas ramas, no conocen su propio emblema o, si lo conocen, no saben el significado ni el porqué del mismo y esto, no excluye a los médicos (Murillo, 2010).

Esculapio y Mercurio

Asclepios (Esculapio para los romanos), dios de la medicina en la mitología griega (Figura 1), fue honrado en sus diversos santuarios: Epidauru, Delfos, Piero, Atenas, Pergamo, Oropo, Corinto, entre otros, como ningún otro dios. Durante cientos de años se le entregaron los enfermos en espera de curación, lisiados que esperan la restitución de sus movimientos y los ciegos que vinieron para recuperar la luz. Asclepios es uno de los pocos dioses de la mitología griega que muestra gran piedad y preocupación por el bienestar de los hombres (González & Cornejo, 2015).

Esculapio, de acuerdo con la tradición, fue hijo natural de la virgen Coronis y nació de manera muy violenta, viviendo en el siglo XIII a JC. Fue el dios de la medicina, protector de la salud, al que adoraron los griegos con el nombre de Asclepio o Asclepios. Su culto no es anterior a la expansión de los eolios por el norte de Grecia y no se sabe de cierto si en tiempo de Homero se le consideraba ya como dios o

sólo era un médico. Sus atribuciones son la copa, en la que contiene la bebida salurifera, el bastón del viajero en el que se enrosca la serpiente, signo de adivinación entre los griegos y que figura al lado de todas las divinidades médicas (Rillo, 2008)

El nombre de Asclepio proviene del griego áspala, que significa topo, animal al que se le atribuirán fuerzas curativas mágicas. Asclepio no solo curaba enfermos, sino que además Atenea le dio dos redomas de la sangre de la gorgona Medusa, con la extraída de su lado derecho podía resucitar a los muertos, esto último irritó a Hades (Plutón) porque venía a menguar la población de su reino, quejándose con Zeus, éste fulminó al médico- dios con un rayo, convirtiéndolo en la constelación llamada Serpentario (Murillo, 2010)



Figura 1 - 2 Esculapio y Mercurio

Nota 1. (Izquierda) Esculapio con su bastón. [Fotografía] Obtenida de: <http://3hgps.blogspot.com.ar/2009/05/el-justo-reconocimiento-al-baston-de.html>

Nota 2. (Derecha) Mercurio con su caduceo. [Fotografía] Obtenida de : <https://www.ebay.it/itm/Hermes-Alabaster-Statue-The-Messenger-of-Gods-Mercury-God-of-Luck-/323958251012>

Por otro lado, Mercurio es el dios romano asimilado al Hermes griego (Figura 2). Es hijo de Zeus/Júpiter y de Maya; sus cualidades más destacadas son la inteligencia, la astucia y la movilidad. Es el dios del comercio, su nombre – Mercurius- presenta la misma raíz que la palabra merx – mercancía, mercado-; del dios griego Hermes ha heredado la faceta de protector de viajeros, y es mensajero de Zeus ante los dioses y los hombres (Urrea, 2005).

La escultura, nos presenta que en la mano derecha sostiene el marsupium o bolsa de dinero que Mercurio solía llevar para las transacciones comerciales (normalmente va atada a la cintura); la izquierda, es de suponer el hueco que queda entre el dedo pulgar y los demás, sostendría el caduceo, bastón al que se abrazan dos serpientes (se trataba del cayado de oro que Apolo utilizaba para cuidar sus rebaños y que entregó a Hermes a cambio de la siringa que éste había enviado. Un día el dios separó con el cayado a dos serpientes que luchaban entre sí y los animales se abrazaron al bastón, coronaban el caduceo dos pequeñas alas símbolo de embajadores y heraldos, distinto del símbolo de los médicos, que también es un caduceo formado por un haz de junquillos al que se enrosca la serpiente de Asclepio, dios de la medicina, y va coronado por el espejo de la Prudencia. Sobre el hombro y brazo izquierdo se suspende la chlamys o tela caída, enrollada al brazo y suspendida hasta tocarle la rodilla. No hay pétalos que proteja su cabeza sino dos pequeñas alas que nacen entre los mechones (normalmente alas se unen a las sandalias que visten los pies del dios) (Urrea, 2005).

El dios griego Hermes, del Mercurio romano. Son los atributos del dios del comercio, que desde bien infante supo lo que era el trueque, que muy pronto inventó los pesos y las medidas. Por lo tanto, el comercio aparece claramente simbolizado por los atributos esenciales de Hermes: caduceo con serpiente y petaso con alas; alas que bien pueden simbolizar aquí la rapidez, la velocidad de las transacciones comerciales, la eficacia, en suma. Por otra parte, el caduceo, era también símbolo

asociado a la paz, así no es desdeñable vincular la paz a los flujos comerciales – al comercio-, vínculo de concordia entre las civilizaciones (González, 2015).

Medicina, comercio y la confusión en la utilización de símbolos



Figura 3 - 4 Vara de Esculapio y Caduceo de Mercurio

Nota 3. (Izquierda) Vara de Asclepios o Esculapio. [Fotografía] Obtenida de: <https://www.alamy.es/el-personal-de-oro-de-esculapio-simbolo-medico-3d-rendering-image184450549.html>

Nota 4. (Derecha) Caduceo de Hermes o Mercurio [Fotografía] Obtenida de: <https://sites.google.com/site/medicinaonceatehortua/el-caduceo-de-mercurio>

La vara o bastón de Esculapio o Asclepio o vara de Aarón (Figura3) tienen un doble simbolismo, de apoyo y como instrumento de castigo. La vara es un tronco, de cabeza nudosa, donde se enrosca una serpiente que exterioriza la cabeza, quedando separada y erguida. Este símbolo con el paso del tiempo sufrió cambios al recibir la influencia de las costumbres y creencias del hombre, según el momento histórico; entre ellas, la magia y el sortilegio que usaron los primeros médicos que,

al separarse del estado sacerdotal, tuvieron que tener su propio símbolo que los identificara, por lo que finalmente quedó como ha llegado a la actualidad: una vara fina con un nudo en el extremo superior, rematado por un pseudo espejo formado por un ramo de uvas utilizado; la serpiente está enroscada en la vara y queda su cabeza frente al pseudo espejo (Young et al., 2013). El símbolo de la medicina consta de una vara larga o caduceo de la que salen pequeñas ramas y una serpiente enrollada alrededor. Ambos atributos de Asclepio, la serpiente simboliza la fuerza subterránea sanadora, la vara (heredada de Apolo) representa la sabiduría y cada una de las ramas, ramas del saber (Morales et al., 2015).

El autor Murillo (2010) indica: según la leyenda, al estar Esculapio en casa de Glauco (pescador, hijo de Neptuno y de la ninfa Nais), quien estaba mortalmente herido por un rayo de los Centauros, apareció en ese momento en la habitación una serpiente y Esculapio la mató con su bastón; se presentó entonces una segunda víbora con unas hierbas en el hocico, las cuales introdujo en el de la serpiente muerta, reviviéndola. Esculapio dio las mismas hierbas a Glauco y lo curó. Es así como Esculapio salva a su paciente de la muerte y lo cura de la enfermedad, manifestando sus poderes taumátúrgicos. En la mitología griega, esculapio enviaba sus poderes sanadores a través de la serpiente, la cual lamia la parte enferma y lo hacía en sus sueños, por lo que lo que la costumbre de los pacientes de dormir en sus templos era común.

La vara de Esculapio ha sido tradicionalmente el símbolo de la medicina científica, sin embargo, frecuentemente y erróneamente aún, se toma el caduceo de Hermes (Mercurio entre los romanos) como símbolo de la medicina, cuando este es el símbolo habitual del comercio en general; el bastón de Esculapio, con una sola serpiente enroscada, representa la profesión médica como una relación desinteresada con los pacientes, se enarbola como exponente de valores altruista y puros; mientras que el símbolo de Mercurio, con los dos reptiles, se identifica con el comercio, con las relaciones interpersonales en las que media el interés, el

beneficio, el enriquecimiento, es decir, estos símbolos enfatizan conceptos diametralmente opuestos (Pérez & Sánchez, 2014).

Se comete un gazapo al apuntar que existe el caduceo de Esculapio, varias veces mencionado. De igual manera, puede hallarse en otras referencias “el caduceo de la medicina”, cuando se pretende referir el símbolo decorado con el bastón de Asclepios o Esculapio. Como bien se señala, el caduceo es un símbolo de los heraldos y embajadores, atributo del dios romano Mercurio y empleado hoy como símbolo del comercio, nada tiene que ver con la medicina (Pérez & Sánchez, 2014).

Por otro lado, el caduceo de Mercurio o Hermes (Figura 4) es una vara entrelazada con dos serpientes que, en la parte posterior tiene dos pequeñas alas o un yelmo alado. Según se dice, Mercurio encontró en el Monte Citerón a dos serpientes que se peleaban, el arrojó en medio de ellas su varilla para separarlas y vio cómo, sin hacerles daño, se enroscaron y se entrelazaron alrededor de la vara, de forma tal que con la parte más alta de sus cuerpos formaron un arco, quedando sus cabezas frente a frente sin señal de enemistad. Probablemente, de este mito que muestra el complemento de los opuestos nació el símbolo. Los romanos utilizaron el caduceo como símbolo del equilibrio moral y de la buena conducta; el bastón expresa el poder; las dos serpientes la sabiduría; las alas la diligencia; el yelmo es emblemático de levados pensamientos.

Desde el punto de vista de los elementos, el caduceo representa su integración, correspondiendo la vara a la tierra, las alas al aire, las serpientes al agua y al fuego (movimiento ondulante de la onda y de la llama) (Young et al., 2013).

La palabra caduceo deriva del griego kadux que significa heraldo o embajador. Originalmente el caduceo consistía en una rama de olivo con dos hebras de lana, las cuales se han ido substituyendo sucesivamente por dos cintas blancas y después por dos serpientes entrelazadas y mirándose cara a cara. La rama de olivo convirtió finalmente en una vara con puño y dos alas extendidas (Arias, 2005). Así

mismo , el autor Arias (2005) indica que adonde quiera que fuere Mercurio llevaba consigo el caduceo como vara mágica. Sus obligaciones incluían llevar mensajes a los dioses del olimpo y promulgar asambleas. Además de pacificador, Mercurio era dios de los mercados, patrón del comercio y del juego de dados. Con su fascinadora elocuencia convencía de que el mal era el bien.

Muchas veces el símbolo de la Medicina es confundido con uno muy parecido, el caduceo de Hermes o Mercurio, Dios del comercio para los griegos, que consta de una rama de olivo y dos hebras de lana las que sucesivamente fueron sustituidas por dos cintas blancas y luego por dos serpientes, que en la parte superior se miran y están enlazadas en un bastón que expresa el poder, además consta de dos alas que usaba Hermes para protegerse de la lluvia (Mendoza et al., 2017)

Una práctica anglosajona del siglo XVI, iniciada por el doctor William Butts, médico del rey Enrique VIII introdujo el caduceo de Mercurio – en lugar de la vara de Asclepio- como símbolo entre médicos británicos y de allí paso a galenos del cuerpo médico del ejército de Estados Unidos y de diversas otras comunidades médicas (Urbina, 2010). La costumbre e influencia de los norteamericanos ha hecho que se generalice el uso del caduceo; sin embargo, existen numerosos grupos que defienden la vara de Esculapio como símbolo de la profesión médica, ya que históricamente representa el poder y el misterio del arte de curar, así como la compasión y devoción del sanador (Young et al., 2013).

Conclusión

Existen dos símbolos, el uno inspirado en Esculapio, dios de la medicina que se dedicó a la curación de los seres humanos y el otro inspirado en Mercurio dios de los comerciantes, viajeros y otros.

Es importante conocer la verdadera historia del símbolo de Esculapio, que para nosotros es el que realmente representa a la medicina en todos sus campos, debido a que este es considerado uno de los dioses de la medicina, un héroe que, según cuenta la literatura, vivió y practicó esta ciencia con profundo sentido humanista, además de transmitir sus conocimientos a las futuras generaciones (Young, 2013). Así mismo, Mercurio es identificado como el dios del comercio en la cultura romana, y el caduceo, formado por una vara y un par de serpientes aladas, es uno de sus atributos. (Rillo, 1993).

Finalmente, se debe colocar a la vara de Esculapio en su lugar correspondiente, como el verdadero símbolo de la profesión médica, en lugar del caduceo de Mercurio, que no era precisamente el más correcto distintivo ya que no tiene ninguna relación con las ciencias médicas. Para las universidades, clínicas, hospitales y las diferentes instituciones que brindan salud a los seres humanos no sería apropiado la utilización del caduceo de Mercurio símbolo del mercantilismo comercial más aun cuando los profesionales de la salud juramentan que la vida debe estar antes que el dinero, no pensar con el bolsillo, sino con el corazón.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arias, J. (2005). *El caduceo: su significado*. *Revista Archivos de Medicina, Caldas Colombia*, 11. Recuperado de <https://revistasum.umanizales.edu.co/ojs/index.php/archivosmedicina/article/view/1533>
- Barbeta, M. (2015). *El símbolo da qué pensar: esbozo para una teoría psicología del símbolo*. Recuperado de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-01732015000200006.
- González, J. Cornejo, Z. (2015). *Esclepios (Esculapio) y su familia en la mitología y la medicina occidental*. Recuperado de http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1316-71382015000200006.

- Lotman, I. (2002). *El símbolo en el sistema de la cultura*. Recuperado de <https://www.redalyc.org/pdf/219/21901505.pdf>.
- Morales, J., Fernández, M., Doblas, A. (2015). *Asclepio. El dios griego de la medicina*. Recuperado de <http://www.medigraphic.com>.
- Mendoza, G., Montesinos, R., Mejía, C. (2017). *Inadecuado uso del símbolo de la medicina en el Perú: ¿Vara de Esculapio o Caduceo?* Recuperado de http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1018-130X2017000200014.
- Murillo, G. (2010). *El símbolo de la medicina: la vara de Esculapio (Asclepio) o el caduceo de Hermes (Mercurio)*. Recuperado de <https://www.medigraphic.com/pdfs/medintmex/mim-2010/mim106k.pdf>.
- Nieto, J. (2011). *Simbología*. Recuperado de <http://www.scielo.org.co/pdf/rcci/v26n3/v26n3a2.pdf>
- Palazón, M., Balcárcel, J. (2014). *El símbolo, la parte filosófica del mythos*. Recuperado de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S1870-879X2014000100111&lng=es&nrm=iso.
- Pérez, I., & Sánchez, R. (2014). *El bastón de esculapio su historia*. Revista Humanidades Médicas, 14 (1). Recuperado de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1727-81202014000100014.
- Rillo, A. (1993). *Análisis histórico del caduceo*. Recuperado de https://www.anmm.org.mx/bgmm/1864_2007/1993-129-3-257-261.pdf.
- Urrea, J. (2005). *Presencia de los mitos clásicos en el museo arqueológico municipal de Lorca*. Recuperado de <http://amigosdelmuseoarqueologicodelorca.com/alberca/pdf/alberca3/articulo5.pdf>.
- Valverde, M. & García, C. (2015). *Historia mexicana, historia mínima de la mitología*. Recuperado de <https://historiamexicana.colmex.mx/index.php/RHM/article/view/3460/3372>.
- Yampey, N. (1998). *Mito, simbolismo y creatividad* Recuperado de <http://www.fepal.org/images/REVISTA1998/yampey1998.pdf>.

Young, P. et al. (2013). *La vara de Esculapio, símbolo de la medicina*. Revista médica de Chile, 141(9). doi: 10.4067/ 98872013000900013. Recuperado de https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-98872013000900013

OPTICAL FIBER-BASED SENSORS AND THEIR RECENT APPLICATIONS IN SCIENCE AND ENGINEERING

SENSORES BASADOS EN FIBRA ÓPTICA Y SUS APLICACIONES RECIENTES EN LAS CIENCIAS E INGENIERÍA

Recepción
07-03-2022

Aprobación
12-05-2022

Publicación
15-07-2022

**Yarien Moreno^{1,2,4,5,*}, Zhijun Yan^{2,4}, Noriel Correa^{3,4,5}, Gustavo Díaz^{1,4},
Marciano Santamaría^{3,4,5}, Eduardo Castillo^{1,4}, Alvaro Guerra Him^{3,4,5}**

1- Universidad de Panamá, Departamento de Electrónica y Comunicación, Escuela de Informática, Electrónica y Comunicación, Panamá.

2- Escuela de Información Óptica y Electrónica, Universidad de Ciencia y Tecnología de Huazhong, Wuhan, República Popular de China.

3- Universidad de Panamá, Departamento de Física, Facultad de Ciencias Naturales, Exactas y Tecnológicas, Panamá.

4- Universidad de Panamá, Centro de Investigación en Tecnologías de la Información y Comunicación, Facultad de Informática, Electrónica y Comunicación, Panamá.

5- Universidad de Panamá, Centro de Investigación en Técnicas Nucleares, Panamá.

*Correspondiente Correo electrónico: yarien.moreno@up.ac.pa

Abstract

This paper presents a review of fiber optic-based sensors and their main characteristics and classification. In the same way, the paper includes a series of applications of sensors based on fiber optics with Bragg gratings in different fields of study in research such as medicine, civil engineering, communications engineering, chemistry, and biochemistry, among others. Such sensors are developed taking advantage of certain characteristics of optical fibers, such as photosensitivity and the variation of the refractive index of their core. Applications of fiber optics in the detection of telecommunications signals are also discussed, particularly as a filter device through the usage of Bragg gratings. Due to its versatility, these optical devices have provided promising results and have become a leading technology in next generation DWDM systems, as well as in optical sensing networks.

Resumen

Este artículo presenta una revisión de los sensores basados en fibra óptica y sus principales características y clasificación. Del mismo modo, el artículo incluye una serie de aplicaciones de sensores basados en fibra óptica con rejillas de Bragg en diferentes campos de estudio de la investigación como la medicina, la ingeniería civil, la ingeniería de comunicaciones, la química y la bioquímica, entre otros. Dichos sensores se desarrollan aprovechando ciertas características de las fibras ópticas, como la fotosensibilidad y la variación del índice de refracción de su núcleo. También se analizan las aplicaciones de la fibra óptica en la detección de señales de telecomunicaciones, en particular como dispositivo de filtrado mediante el uso de rejillas de Bragg. Debido a su versatilidad, estos dispositivos ópticos han proporcionado resultados prometedores y se han convertido en una tecnología líder en los sistemas DWDM de próxima generación, así como en las redes de detección óptica.

Key Words: Bragg Gratings, Optical Sensing, Optoelectronics, Optical Communications.

Palabras Clave: Rejillas de Bragg, Detección Óptica Ópticos, Optoelectrónica, Comunicaciones Ópticas.

Introduction

Technological progress has directly influenced the development of communications technologies, which include different devices such as the telegraph, telephone, radio, data networks, as well as fiber optics, which provide multiple characteristics such as increased bandwidth, reduced losses, low latency, immunity to electromagnetic interference, improved network security, multiplexing capacity, among others (Ho et al., 2021; Kareem et al., 2021; Kersey et al., 1997). Such characteristics, as well as the different advances in optoelectronics and photonics, have allowed the expansion of the use of fiber optics as a transmission media, generating an increase in the implementation and development of optical communication networks, which are progressively replacing existing coaxial networks and ethernet networks (Bonk, 2021; Horvath et al., 2020; Waldman, 2019).

Bragg gratings as a sensing instrument

In addition to the usage of fiber optics as a means of data transmission in communication networks, it can be used as a sensing instrument for different physical parameters such as temperature (B. Xu et al., 2021), pressure (Hong-kun et al., 2020), humidity (Zakaria et al., 2019), environment refractive index (Feng & Gu, 2019), among others, adding versatility to its functionalities and thus allowing it to be used for multiple applications in different fields of study.

That versatility is possible due to intrinsic characteristics of the optical fiber, such as photosensitivity, which is a nonlinear optical effect that affects the refractive index of the optical fiber core, once subjected to UV exposure (K. Hill et al., 2003), allowing the creation of periodic disturbances in the refractive index of the optical fiber core, also called Bragg gratings, which are the basis of multiple optical sensors, since they can filter the wavelengths of the incident light, while reacting to variations in the environment, depending on its configuration, (K. O. Hill et al., 1978).

The detection of the different parameters will depend on the configuration of the coupling mode of the grating structure which would depend on the angle of inclination and the period, so that the gratings can be classified according to their period as Short-Period Gratings (Fiber Bragg Gratings, FBGs), and Long-Period Gratings (LPGs), as shown in Figure 1 (Kashyap, 2010).

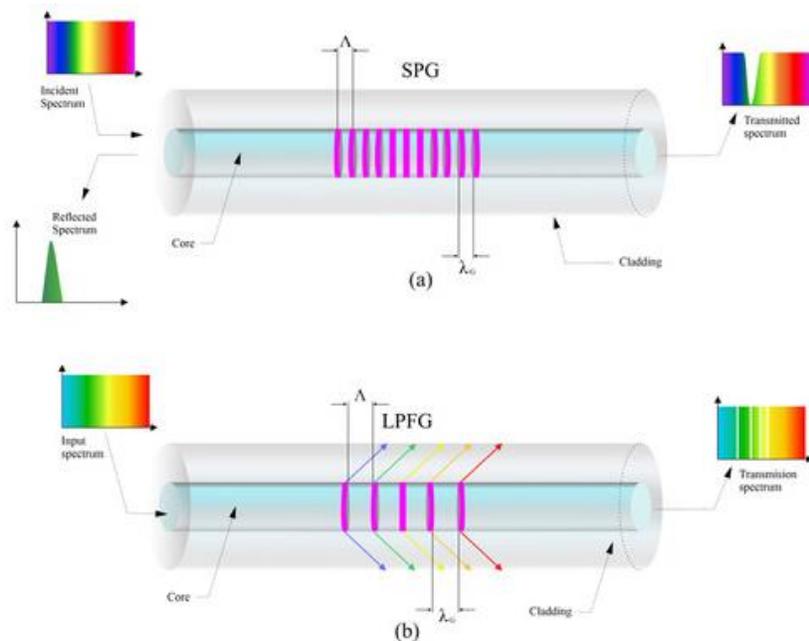


Fig.1 (a) Design structure of Short-Period Grating and (b) Long-Period Grating.

FBGs are formed by a periodic modulation of the refractive index of the fiber core due to high UV exposure, resulting in a strong resonance in the transmission spectrum, which response to parameters such as temperature (Duan et al., 2019), strain (Kim et al., 2020), pressure (Vorathin et al., 2020), among others. On the other hand, LPGs consist of multiple attenuation peaks due to the coupling of the core mode to the cladding modes in the forward direction, becoming a good candidate for the simultaneous measurement of parameters such as temperature, environment refractive index, relative humidity, among others (Hromadka et al., 2019; Pang et al., 2020; Zhou et al., 2020).

In addition to FBG and LPG, whose period is uniform, there are fibers with tilted gratings, whose gratings have an asymmetric structure. Such gratings could be classified according to the coupling mode as Tilted Fiber Bragg gratings (TFBGs), Radiation Tilted Fiber Gratings (RTFGs), and Excessively Tilted Fiber Gratings (Ex-TFGs), (Yuezhen et al., 2021). Tilted Fiber Bragg Gratings (TFBGs) are designed with a tilt angle of less than 23.1° in the period, during their manufacturing process.

Figure 2. describes the diagram of phase-matching condition of different structures of gratings.

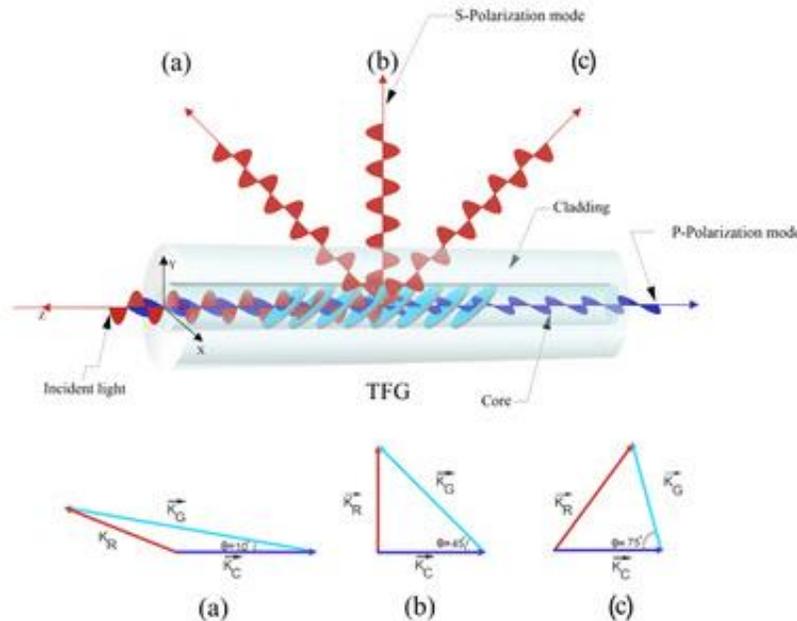


Fig 2. Diagram of the Phase Matching Condition of (a) TFBGs, (b) RTFGs and (c) Ex-TFG.

Also, its transmission light is coupled from the core mode (which propagates forward) to the cladding mode (which propagates backward), resulting in that, in addition to the primary resonance as in the FBG, they have a series of multiple resonances in the cladding mode (Albert et al., 2013), making them a good candidate for measuring parameters such as refractive index (Miao et al., 2009), Surface Plasmon Resonance (SPR) (Moreno et al., 2019), relative humidity (Yd et al., 2017), torsion (Sławomir et al., 2018), among others. On the other hand, the RTFGs have an inclination angle between 23.1° and 66.9° , which transmitted light is coupled from the core mode that propagates towards the radiation modes, allowing them to be widely used as optical polarizers (Yan et al., 2012), spectrometers (Qin et al., 2019) and polarimeters (Westbrook et al., 2000). Finally, the tilt angle of fibers with excessively tilted gratings (Ex-TFGs) exceeds 66.9° , and its transmission light is coupled from the forward propagating core mode to the forward propagating cladding

modes, generating a unique polarization property, which allows them to be applied as magnetometers (Lu et al., 2019), refractive index sensors (Y. Xu et al., 2017), torsion sensors (Yan et al., 2011), transverse loading (Z. Sun et al., 2014), among others.

Conjointly, there are additional configurations, such as Chirped Fiber Bragg Gratings (CFBGs), produced by varying the refractive index modulation period, resulting in each portion of the grating reflecting a different section of the spectrum (Korganbayev et al., 2018; Tosi, 2018). Within the special configurations, we can also find Moire Gratings structures (MFBGs), whose grating was exposed twice by UV light with two phase masks (Min et al., 2018; T. Wang et al., 2017), thus offering a wide possibility of high-resolution optical sensors, which can be used depending on the requirements of each application (Werneck et al., 2013). All these grid configurations can be used to perform different types of measurements of physical parameters, such as those mentioned above, where we can add rotation measurements (Kisala et al., 2018), bending (Shao et al., 2010), protein detection, chemical, and biochemical analysis, among others, even simultaneously, depending on the configuration.

Applications of optical fiber-based sensors in Science and Engineering

Optical fiber-based sensors are increasingly used in different research areas such as optical communications, where applications such as the implementation of fiber optic sensor networks with SPON, and filter-based UWFBG networks (Chen et al., 2021) and multiplexers (C. Y. Li et al., 2021) and optical devices such as Bragg gratings, are used in communications applications as well as industrial applications (Q. Sun et al., 2019). In this sense, multiple applications have been developed in which fiber optic-based sensors are applied for the signals treatment in communication networks, as is the case of the one reported in (Ghosh & Priye, 2018), where Chirped Bragg gratings were used for suppression of Four-Wave Mixing (FWM) effects in a 22 x 10 Gbps Dense Wavelength Division Multiplexing

(DWDM) system. In the same way, fiber optic-based sensors have been reported for the signal filtering process in optical communications systems, by the use of filters such as the one reported in (Gao et al., 2021), where fiber Bragg gratings were used for the fabrication of high-performance Terahertz filters, or tunable microwave photonic filters, such as the one reported in (X. Li et al., 2021), in which linear chirped Bragg gratings were applied (Linear Chirped Fiber Bragg Grating, LCFBG).

In addition to its application in optical communications systems, fiber optic-based sensors have been used in different areas of medicine, such as physiological monitoring (Prata et al., 2021), minimally invasive surgical procedures (P. Wang et al., 2022), biomechanical analysis of fracture healing (Kalinowski et al., 2021), e-health (Domingues et al., 2021), development of photoacoustic tomography (Huda et al., 2022), becoming an essential tool for the development of novel techniques of sensing in the health area. Also, fiber-based plasmonic sensors provide different advantages over traditional plasmonic sensors, such as miniaturization, high sensitivity levels, and high resolutions, improving the sensing in several areas such as chemistry, biochemistry, and pharmaceutical sectors, where different applications have been reported. Such is the case of the optical fiber-based plasmonic sensor reported by (Moreno et al., 2020), presented in Figure 3, which obtains the surface plasmon resonance through a hybrid structure based on tilted fiber gratings, and which is used for hemoglobin detection. Similarly, in biochemical analysis, applications have been reported for hybridization (Pradhan & Vasimalla, 2022) and in-situ DNA detection (X. Li et al., 2022), with high levels of sensitivity.

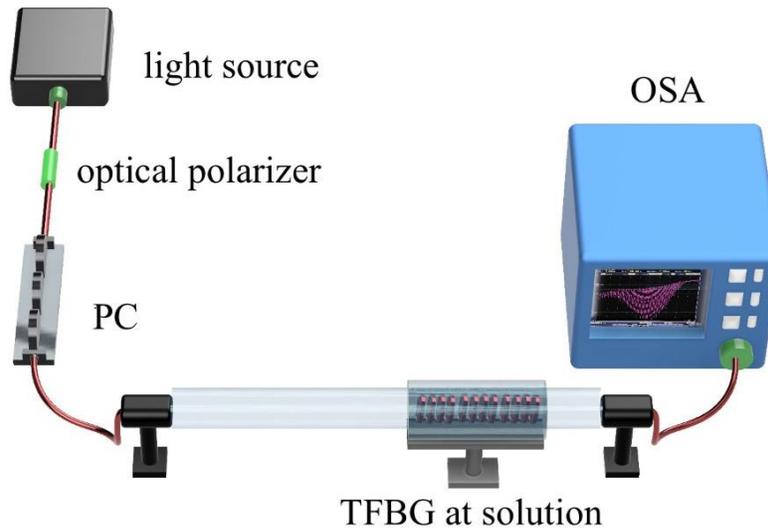


Fig 3. Optical Fiber-based Surface Plasmon Resonance Sensor reported by Moreno, et al.

Furthermore, fiber optic-based sensors are frequently used in civil engineering in different types of buildings such as bridges (Sliti & Boudriga, 2021), dams (Allil et al., 2021), buildings (di Palma et al., 2021), roads (Braunfelds et al., 2021), using different configurations, to obtain parameters such as strain, temperature, pressure, among others, and to determine the structural health of buildings, in order to avoid possible accidents caused by the collapse of structures. Similarly, these sensors are frequently used in train stations in applications both for the development of excavation work (Ye et al., 2013), as well as for operation monitoring systems (Yüksel et al., 2018) and traffic (Gautam et al., 2018), offering a miniaturized, robust, low-cost tool of great benefit for applications in these fields.

Likewise, the usage of optical fiber-based sensors is reflected in a significant way in the food industry, where multiple applications were reported, such as the use of LPGs for the detection of biogenic amines such as putrescine (frequently found in spoiled foods and fermented beverages) (Vasconcelos et al., 2020), as well as the detection and quantification of coloring agents such as sodium and copper chlorophyllin (used for the pigmentation of foods such as beverages and sweets),

whose prolonged consumption prolonged at high concentrations is harmful to health (W. Li et al., 2021).

Similarly, in areas such as nautical engineering (Min et al., 2021), aeronautics (Bednarska et al., 2020; Ma & Chen, 2018), aerospace engineering (Pei et al., 2018), and automotive engineering (Falcetelli et al., 2022), fiber optic-based sensors have been used in applications taking advantage of their characteristics to operate in hostile environments, and of high sensitivity, with respect to electronic sensors.

In industrial engineering, fiber optic-based sensors are used in multiple systems, such as Supervisory Control and Data Acquisition (SCADA) systems (Nicola et al., 2018), supply chain monitoring, supply, condition monitoring of industrial induction motors (Bieler & Werneck, 2018), taking advantage of features such as miniaturization, low maintenance cost, robust design, and direct connection to AC power.

Furthermore, fiber optic-based sensors are present in the food industry (Leone, 2022) and the development of new devices (Garavito et al., 2021).

In earth sciences, fiber-optic-based sensors are also applied for purposes such as seismic monitoring and imaging of the seafloor using fiber-optic-based stress sensors (Jousset et al., 2018; Wentao et al., 2018), monitoring of groundwater pressure and temperature levels using Bragg gratings (Ho et al., 2021), development of geophones for geological exploration of oil (Ni et al., 2018), monitoring of the vertical deformation of the subsoil (Liu et al., 2021) among others.

Conclusion

The main objective in this paper is to highlight the applications of different types of fiber optic-based sensors, in fields such as science and engineering. Despite literature has shown important advances in R&D in this area, as well as recent applications in different fields, further research is required to keep improving several characteristics of the optical fiber-based sensing technology such as the sensitivity and miniaturization of novel devices. Furthermore, at some developing countries

such as Panama, local industries often rely on electromagnetic based sensors which are prone to interference and require constant re-calibration, caused by extreme weather conditions, reason why the implementation of optical fiber-based sensing technology would be suitable for multiple applications in different fields such as agriculture, civil engineering, medical sector, chemical analysis, and so on.

Referencias

- Albert, J., Shao, L.-Y., & Caucheteur, C. (2013). Tilted fiber Bragg grating sensors. *Laser & Photonics Reviews*, 7(1), 83–108. <https://doi.org/10.1002/lpor.201100039>
- Allil, R. C. S. B., Lima, L. A. C., Allil, A. S., & Werneck, M. M. (2021). FBG-Based Inclinometer for Landslide Monitoring in Tailings Dams. *IEEE Sensors Journal*, 21(15), 16670–16680. <https://doi.org/10.1109/JSEN.2021.3081025>
- Bednarska, K., Sobotka, P., Woliński, T. R., Zakręcka, O., Pomianek, W., Nocoń, A., & Lesiak, P. (2020). Hybrid Fiber Optic Sensor Systems in Structural Health Monitoring in Aircraft Structures. *Materials*, 13(10), 2249. <https://doi.org/10.3390/ma13102249>
- Bieler, G., & Werneck, M. M. (2018). A magnetostrictive-fiber Bragg grating sensor for induction motor health monitoring. *Measurement*, 122, 117–127. <https://doi.org/10.1016/J.MEASUREMENT.2018.03.010>
- Bonk, R. (2021). The Future of Passive Optical Networks. *25th International Conference on Optical Network Design and Modelling, ONDM 2021*. <https://doi.org/10.23919/ONDM51796.2021.9492398>
- Braunfelds, J., Senkans, U., Skels, P., Janeliukstis, R., Salgals, T., Redka, D., Lyashuk, I., Porins, J., Spolitis, S., Haritonovs, V., & Bobrovs, V. (2021). FBG-Based Sensing for Structural Health Monitoring of Road Infrastructure. *Journal of Sensors*, 2021. <https://doi.org/10.1155/2021/8850368>
- Chen, E., Dong, B., Li, Y., Li, Z., Wang, X., Zhao, Y., Xu, W., Zhao, W., & Wang, Y. (2021). All-optical tunable fiber filter based on a few-mode optical fiber mode interferometer coated with graphene epoxy resin composite material. *Optics Communications*, 497, 127140. <https://doi.org/10.1016/J.OPTCOM.2021.127140>
- di Palma, P., Pietra, M. della, Canale, V., Alviggi, M., Iadicicco, A., & Campopiano, S. (2021). Two-Dimensional Deflection Maps by Using Fiber Bragg Grating Sensors. *Lecture Notes in Civil Engineering*, 156, 507–514. https://doi.org/10.1007/978-3-030-74258-4_33

- Domingues, M. F., Tavares, C., Nepomuceno, A. C., Alberto, N., Andre, P., Antunes, P., Chi, H. R., & Radwan, A. (2021). Non-Invasive Wearable Optical Sensors for Full Gait Analysis in E-Health Architecture. *IEEE Wireless Communications*, 28(3), 28–35. <https://doi.org/10.1109/MWC.001.2000405>
- Duan, L., Shi, W., Zhang, H., Zhang, H., Yang, X., Lu, Y., & Yao, J. (2019). An FBG-based high-resolution temperature sensor through measuring the beat frequency of single-frequency ring fiber laser. *CLEO: Science and Innovations*, JTh2A.90. https://doi.org/10.1364/CLEO_AT.2019.JTh2A.90
- Falcetelli, F., Martini, A., di Sante, R., & Troncossi, M. (2022). Strain Modal Testing with Fiber Bragg Gratings for Automotive Applications. *Sensors 2022, Vol. 22, Page 946*, 22(3), 946. <https://doi.org/10.3390/S22030946>
- Feng, W., & Gu, Z. (2019). Ultrahigh-sensitivity fiber Bragg grating refractive index sensor based on thin cladding and mode transition. *Optik*, 182, 341–348. <https://doi.org/10.1016/j.ijleo.2019.01.025>
- Gao, W., Lee, W. S. L., Fumeaux, C., & Withayachumnankul, W. (2021). Effective-medium-clad Bragg grating filters. *APL Photonics*, 6(7), 076105. <https://doi.org/10.1063/5.0051310>
- Garavito, J., Galvis, C., López, A. M., Franco, A. P., Barreiro, F., Tarazona, R. L., & Serpa-Imbett, C. M. (2021). Heating device based on modified microwave oven: Improved to measure liquid temperature by using fbg sensors. *Photonics*, 8(4). <https://doi.org/10.3390/PHOTONICS8040104>
- Gautam, A., Singh, R. R., Kumar, A., & Thangaraj, J. (2018). FBG based sensing architecture for traffic surveillance in railways. *2018 3rd International Conference on Microwave and Photonics, ICMAP 2018, 2018-January*, 1–2. <https://doi.org/10.1109/ICMAP.2018.8354567>
- Ghosh, C., & Priye, V. (2018). Suppression of four-wave mixing in a 22 × 10 Gbps dense wavelength division multiplexed system by linearly chirped fiber Bragg gratings. *Optical and Quantum Electronics 2018* 51:1, 51(1), 1–14. <https://doi.org/10.1007/S11082-018-1719-2>
- Hill, K., Malo, B., Bilodeau, F., & Johnson, D. (2003). Photosensitivity in Optical Fibers. *Annual Review of Materials Research*, 23, 125–157. <https://doi.org/10.1146/annurev.ms.23.080193.001013>
- Hill, K. O., Fujii, Y., Johnson, D. C., & Kawasaki, B. S. (1978). Photosensitivity in optical fiber waveguides: Application to reflection filter fabrication. *Applied Physics Letters*, 32(10), 647–649. <https://doi.org/10.1063/1.89881>

- Ho, Y.-T., Wang, Y.-L., Chang, L.-C., Wang, T.-P., & Tsai, J.-P. (2021). Optical system for monitoring groundwater pressure and temperature using fiber Bragg gratings. *Optics Express*, 29(11), 16032. <https://doi.org/10.1364/OE.412518>
- Hong-kun, Z., Yong, Z., Qiang, Z., & Ri-qing, L. (2020). High sensitivity optical fiber pressure sensor based on thin-walled oval cylinder. *Sensors and Actuators A: Physical*, 310, 112042. <https://doi.org/10.1016/j.sna.2020.112042>
- Horvath, T., Munster, P., Oujezsky, V., & Bao, N. H. (2020). Passive Optical Networks Progress: A Tutorial. *Electronics 2020*, Vol. 9, Page 1081, 9(7), 1081. <https://doi.org/10.3390/ELECTRONICS9071081>
- Hromadka, J., Mohd Hazlan, N. N., Hernandez, F. U., Correia, R., Norris, A., Morgan, S. P., & Korposh, S. (2019). Simultaneous in situ temperature and relative humidity monitoring in mechanical ventilators using an array of functionalised optical fibre long period grating sensors. *Sensors and Actuators B: Chemical*, 286, 306–314. <https://doi.org/10.1016/J.SNB.2019.01.124>
- Huda, K., Lawrence, D. J., Lindsey, S. H., & Baye r, C. (2022). Photoacoustic tomography to assess acute vasoactivity of systemic vasculature. *Proceedings SPIE, Photons Plus Ultrasound: Imaging and Sensing 2022*, 11960, 35–38. <https://doi.org/10.1117/12.2612093>
- Jousset, P., Reinsch, T., Ryberg, T., Blanck, H., Clarke, A., Aghayev, R., Hersir, G. P., Henniges, J., Weber, M., & Krawczyk, C. M. (2018). Dynamic strain determination using fibre-optic cables allows imaging of seismological and structural features. *Nature Communications*, 9(1). <https://doi.org/10.1038/S41467-018-04860-Y>
- Kalinowski, A., Linessio, R. P., Mendonca, C. J. A., Dreyer, U. J., Antunes, P., Ramos, A., & da Silva, J. C. C. (2021). Fiber-Optic Bragg Grating Sensors for Biomechanical Analysis of Fracture Healing. *IEEE Sensors Journal*. <https://doi.org/10.1109/JSEN.2021.3114981>
- Kareem, F. Q., Zeebaree, S. R. M., Dino, H. I., M.Sadeeq, M. A., Rashid, Z. N., Hasan, D. A., & Sharif, K. H. (2021). A Survey of Optical Fiber Communications: Challenges and Processing Time Influences. *Asian Journal of Research in Computer Science*, 48–58. <https://doi.org/10.9734/AJRCOS/2021/V7I430188>
- Kashyap, R. (2010). Fiber Grating Lasers and Amplifiers. *Fiber Bragg Gratings*, 347–404. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-372579-0.00008-9>
- Kersey, A. D., Davis, M. A., Patrick, H. J., LeBlanc, M., Koo, K. P., Askins, C. G., Putnam, M. A., & Friebele, E. J. (1997). Fiber grating sensors. *Journal of Lightwave Technology*, 15(8), 1442–1462. <https://doi.org/10.1109/50.618377>

- Kim, J. S., Kim, B. K., Jang, M., Kang, K., Kim, D. E., Ju, B.-K., & Kim, J. (2020). Wearable Hand Module and Real-Time Tracking Algorithms for Measuring Finger Joint Angles of Different Hand Sizes with High Accuracy Using FBG Strain Sensor. *Sensors*, 20(7), 1921. <https://doi.org/10.3390/s20071921>
- Kisala, P., Skorupski, K., Cieszczyk, S., Panas, P., & Klimek, J. (2018). Rotation and twist measurement using tilted fibre Bragg gratings. *Metrology and Measurement Systems*, Vol. 25(nr 3). <http://yadda.icm.edu.pl/baztech/element/bwmeta1.element.baztech-222d122b-acb5-4779-a299-2f44b5426449>
- Korganbayev, S., Orazayev, Y., Sovetov, S., Bazyl, A., Schena, E., Massaroni, C., Gassino, R., Vallan, A., Perrone, G., Saccomandi, P., Arturo Caponero, M., Palumbo, G., Campopiano, S., Iadicicco, A., & Tosi, D. (2018). Detection of thermal gradients through fiber-optic Chirped Fiber Bragg Grating (CFBG): Medical thermal ablation scenario. *Optical Fiber Technology*, 41, 48–55. <https://doi.org/10.1016/J.YOFTE.2017.12.017>
- Leone, M. (2022). Advances in fiber optic sensors for soil moisture monitoring: A review. *Results in Optics*, 7, 100213. <https://doi.org/10.1016/J.RIO.2022.100213>
- Li, C. Y., Chang, C. H., & Lin, Z. G. (2021). Single-Line Bidirectional Optical Add/Drop Multiplexer for Ring Topology Optical Fiber Networks. *Sensors 2021*, Vol. 21, Page 2641, 21(8), 2641. <https://doi.org/10.3390/S21082641>
- Li, W., Miao, Y., Fei, C., Zhang, H., Li, B., & Zhang, K. (2021). Enhanced photothermal signal detection by graphene oxide integrated long period fiber grating for on-site quantification of sodium copper chlorophyllin. *Analyst*, 146(11), 3617–3622. <https://doi.org/10.1039/D1AN00444A>
- Li, X., Chen, N., Zhou, X., Zhang, Y., Zhao, Y., Nguyen, L. V., Ebendorff-Heidepriem, H., & Warren-Smith, S. C. (2022). In-situ DNA detection with an interferometric-type optical sensor based on tapered exposed core microstructured optical fiber. *Sensors and Actuators B: Chemical*, 351, 130942. <https://doi.org/10.1016/J.SNB.2021.130942>
- Li, X., Liu, J., Zou, Z., & Zhan, L. (2021). Tunable microwave photonic filters based on double-sideband modulation and linear chirped fibre Bragg gratings. *Journal of Modern Optics*, 68(12), 641–646. <https://doi.org/10.1080/09500340.2021.1939182>
- Liu, S. P., Shi, B., Gu, K., Zhang, C. C., He, J. H., Wu, J. H., & Wei, G. Q. (2021). Fiber-optic wireless sensor network using ultra-weak fiber Bragg gratings for vertical subsurface deformation monitoring. *Natural Hazards 2021* 109:3, 109(3), 2557–2573. <https://doi.org/10.1007/S11069-021-04932-1>

- Lu, T., Sun, Y., Moreno, Y., Sun, Q., Zhou, K., Wang, H., Yan, Z., Liu, D., & Zhang, L. (2019). Excessively tilted fiber grating-based vector magnetometer. *Optics Letters*, Vol. 44, Issue 10, Pp. 2494-2497, 44(10), 2494–2497. <https://doi.org/10.1364/OL.44.002494>
- Ma, Z., & Chen, X. (2018). Fiber Bragg Gratings Sensors for Aircraft Wing Shape Measurement: Recent Applications and Technical Analysis. *Sensors 2019*, Vol. 19, Page 55, 19(1), 55. <https://doi.org/10.3390/S19010055>
- Miao, Y., Liu, B., & Zhao, Q. (2009). Refractive index sensor based on measuring the transmission power of tilted fiber Bragg grating. *Optical Fiber Technology*, 15, 233–236. <https://doi.org/10.1016/j.yofte.2008.11.002>
- Min, R., Liu, Z., Pereira, L., Yang, C., Sui, Q., & Marques, C. (2021). Optical fiber sensing for marine environment and marine structural health monitoring: A review. *Optics & Laser Technology*, 140, 107082. <https://doi.org/10.1016/J.OPTLASTEC.2021.107082>
- Min, R., Marques, C., Bang, O., & Ortega, B. (2018). Moiré phase-shifted fiber Bragg gratings in polymer optical fibers. *Optical Fiber Technology*, 41, 78–81. <https://doi.org/10.1016/J.YOFTE.2018.01.003>
- Moreno, Y., Song, Q., Xing, Z., Lu, T., Qin, H., Sun, Y., Zhou, W., Zhang, W., Yan, Z., Sun, Q., & Liu, D. (2019). Hybrid Polarizing Grating and TFBG based SPR Refractive Index Sensor. *2019 18th International Conference on Optical Communications and Networks (ICOCN)*, 1–3. <https://doi.org/10.1109/ICOCN.2019.8934375>
- Moreno, Y., Song, Q., Xing, Z., Sun, Y., & Yan, Z. (2020). Hybrid tilted fiber gratings-based surface plasmon resonance sensor and its application for hemoglobin detection. *Chinese Optics Letters*, 18(10), 100601. <https://doi.org/10.3788/COL202018.100601>
- Ni, J., Wang, C., Shang, Y., Zhang, X., & Zhao, Y. (2018). Distributed fiber-optic acoustic sensing for petroleum geology exploration. *Journal of Physics: Conference Series*, 1065(25), 252029. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1065/25/252029>
- Nicola, M., Nicola, C.-I., Sacerdoțianu, D., Hurezeanu, I., & Duța, M. (2018). Monitoring System for Power Transformer Windings Hot Spot Temperature Using Fiber Optic Sensors, Kalman Filter and Integration in SCADA System. *American Journal of Signal Processing*, 8(2), 33–44. <http://article.sapub.org/10.5923.j.ajsp.20180802.02.html>
- Pang, B., Gu, Z., Ling, Q., Wu, W., & Zhou, Y. (2020). Simultaneous measurement of temperature and surrounding refractive index by superimposed coated long period

- fiber grating and fiber Bragg grating sensor based on mode barrier region. *Optik*, 220, 165136. <https://doi.org/10.1016/J.IJLEO.2020.165136>
- Pei, Y., Liao, T., Pei, Y., Xu, J., Lin, H., & Ning, T. (2018). FBG Strain Sensor Applied in Harsh Environment of Aerospace. *2018 IEEE 3rd Optoelectronics Global Conference (OGC)*, 81–84. <https://doi.org/10.1109/OGC.2018.8529994>
- Pradhan, H. S., & Vasimalla, Y. (2022). High-performance fiber-optic-based SPR sensor for DNA hybridization using black phosphorus-tungsten disulfide hybrid structure. *JOSA B*, Vol. 39, Issue 1, Pp. 324-331, 39(1), 324–331. <https://doi.org/10.1364/JOSAB.445209>
- Prata, D., Carvalho, A., Costa, F. M., Marques, C., & Leitao, C. (2021). Unobtrusive monitoring of the respiratory rate in an office desk chair with FBG sensors. *2021 IEEE International Workshop on Metrology for Industry 4.0 and IoT, MetroInd 4.0 and IoT 2021 - Proceedings*, 177–181. <https://doi.org/10.1109/METROIND4.0IOT51437.2021.9488528>
- Qin, H., He, Q., Xing, Z., Guo, X., Sun, Q., Zhou, K., Liu, D., Zhang, L., & Yan, Z. (2019). High Resolution Polarization-related Fiber Optic Spectrometer based on In-fiber Diffraction Grating. *OECC/PSC 2019 - 24th OptoElectronics and Communications Conference/International Conference Photonics in Switching and Computing 2019*. <https://doi.org/10.23919/PS.2019.8817864>
- Shao, L.-Y., Laronche, A., Smietana, M., Mikulic, P., Bock, W. J., & Albert, J. (2010). Highly sensitive bend sensor with hybrid long-period and tilted fiber Bragg grating. *Optical Communications*, 283, 2690–2694. <https://doi.org/10.1016/j.optcom.2010.03.013>
- Sławomir, C., Damian, H., & Piotr, K. (2018). Novel twist measurement method based on TFBG and fully optical ratiometric interrogation. *Sensors and Actuators A: Physical*, 272, 18–22. <https://doi.org/10.1016/j.sna.2018.01.048>
- Sliti, M., & Boudriga, N. (2021). Bridge Structural Health Monitoring using an FBG-based Architecture. *Midwest Symposium on Circuits and Systems, 2021-August*, 621–625. <https://doi.org/10.1109/MWSCAS47672.2021.9531805>
- Sun, Q., Yan, Z., Liu, D., & Zhang, L. (2019). Optical Fiber Sensor Network and Industrial Applications. *Handbook of Optical Fibers*, 1–46. https://doi.org/10.1007/978-981-10-1477-2_20-1
- Sun, Z., Yan, Z., Mou, C., Wang, X., Li, J., & Zhang, L. (2014). All-fiber loading sensor based on 45° and 81° tilted fiber gratings. *Proceedings SPIE, 23rd International*

Conference on Optical Fibre Sensors, 9157, 1101–1104.
<https://doi.org/10.1117/12.2059096>

Tosi, D. (2018). Review of Chirped Fiber Bragg Grating (CFBG) Fiber-Optic Sensors and Their Applications. *Sensors* 2018, Vol. 18, Page 2147, 18(7), 2147.
<https://doi.org/10.3390/S18072147>

Vasconcelos, H., Almeida, J. M. M. M., Saraiva, C., Viveiros, D., Jorge, P. A. S., & Coelho, L. (2020). Preliminary assessment on the detection of putrescine using long period fiber gratings coated with titanium dioxide and poly(ethylene-co-vinyl acetate). *Proceedings SPIE, Optical Sensing and Detection VI*, 11354, 51–56.
<https://doi.org/10.1117/12.2555397>

Vorathin, E., Hafizi, Z. M., Ismail, N., & Loman, M. (2020). Review of high sensitivity fibre-optic pressure sensors for low pressure sensing. *Optics & Laser Technology*, 121, 105841. <https://doi.org/10.1016/J.OPTLASTEC.2019.105841>

Waldman, H. (2019). The Impending Optical Network Capacity Crunch. *2018 SBFoton International Optics and Photonics Conference, SBFoton IOPC 2018*.
<https://doi.org/10.1109/SBFOTON-IOPC.2018.8610949>

Wang, P., Zhang, S., Liu, Z., Huang, Y., Huang, J., Huang, X., Chen, J., Fang, B., & Peng, D. (2022). Smart laparoscopic grasper integrated with fiber Bragg grating based tactile sensor for real-time force feedback. *Journal of Biophotonics*, e202100331. <https://doi.org/10.1002/JBIO.202100331>

Wang, T., Liu, K., Jiang, J., Xue, M., Chang, P., & Liu, T. (2017). Temperature-insensitive refractive index sensor based on tilted moiré FBG with high resolution. *Optics Express*, 25(13), 14900–14909. <https://doi.org/10.1364/OE.25.014900>

Wentao, Z., Wenzhu, H., Fang, L., Wentao, Z., Wenzhu, H., & Fang, L. (2018). High-resolution fiber Bragg grating sensor and its applications of geophysical exploration, seismic observation and marine engineering. *Opto-Electronic Engineering*, 45(9), 170615–1. <https://doi.org/10.12086/OEE.2018.170615>

Werneck, M. M., Allil, R. C. S. B., Ribeiro, B. A., & Nazaré, F. V. B. de. (2013). A Guide to Fiber Bragg Grating Sensors. *Current Trends in Short- and Long-Period Fiber Gratings*. <https://doi.org/10.5772/54682>

Westbrook, P. S., Strasser, T. A., & Erdogan, T. (2000). In-Line Polarimeter Using Blazed Fiber Gratings. *IEEE Photonics Technology Letters*, 12(10), 1352–1354.
<https://doi.org/10.1109/68.883827>

- Xu, B., Xu, B., He, J., He, J., Du, B., Du, B., Xiao, X., Xiao, X., Xu, X., Xu, X., Fu, C., Fu, C., He, J., He, J., Liao, C., Liao, C., Wang, Y., & Wang, Y. (2021). Femtosecond laser point-by-point inscription of an ultra-weak fiber Bragg grating array for distributed high-temperature sensing. *Optics Express*, 29(20), 32615–32626. <https://doi.org/10.1364/OE.437479>
- Xu, Y., Luo, B., Shi, S., Wang, Y., Zou, X., Lu, J., Tang, P., & Zhao, M. (2017). Research on the refractive index sensitivity of Ex-TFG sensor modified with 20 nm gold nanoparticles. *ICOON 2017 - 16th International Conference on Optical Communications and Networks*, 2017-January, 1–2. <https://doi.org/10.1109/ICOON.2017.8121351>
- Yan, Z., Adebayo, A., Zhou, K., Zhang, L., & Webb, D. (2011). All-fibre twist sensor system based on 45° and 81° tilted fibre gratings. *Proceedings SPIE, 21st International Conference on Optical Fiber Sensors*, 7753, 1236–1239. <https://doi.org/10.1117/12.884845>
- Yan, Z., Zhou, K., & Zhang, L. (2012). In-fiber linear polarizer based on UV-inscribed 45° tilted grating in polarization maintaining fiber. *Optics Letters*, 37(18), 3819–3821.
- Yd, C., Cw, W., & Cc, C. (2017). Tilted Fiber Bragg Grating Sensor with Graphene Oxide Coating for Humidity Sensing. *Sensors (Basel, Switzerland)*, 17(9). <https://doi.org/10.3390/s17092129>
- Ye, X., Ni, Y., & Yin, J. (2013). Safety monitoring of railway tunnel construction using FBG sensing technology. *Advances in Structural Engineering*, 16(8), 1401–1409. <https://doi.org/10.1260/1369-4332.16.8.1401>
- Yuezhen, S., Zhijun, Y., Kaiming, Z., Binbin, L., Biqiang, J., Chengbo, M., Qizhen, S., & Lin, Z. (2021). Excessively Tilted Fiber Grating Sensors. *Journal of Lightwave Technology*, Vol. 39, Issue 12, Pp. 3761-3770, 39(12), 3761–3770. <https://doi.org/10.1364/JLT.39.003761>
- Yüksel, K., Kinet, D., Moeyaert, V., Kouroussis, G., & Caucheteur, C. (2018). Railway monitoring system using optical fiber grating accelerometers. *Smart Materials and Structures*, 27(10), 105033. <https://doi.org/10.1088/1361-665X/AADB62>
- Zakaria, R., Zainuddin, N., Leong, T., Rosli, R., Rusdi, M., Harun, S., & Amiri, I. S. (2019). Investigation of Surface Plasmon Resonance (SPR) in MoS₂- and WS₂-Protected Titanium Side-Polished Optical Fiber as a Humidity Sensor. *Micromachines*, 10(7), 465. <https://doi.org/10.3390/mi10070465>

Zhou, W., Ran, Y., Yan, Z., Sun, Q., Liu, C., & Liu, D. (2020). Sensitivity characterization of cascaded long-period gratings operating near the phase-matching turning point. *Sensors (Switzerland)*, 20(21), 1–10. <https://doi.org/10.3390/S20215978>

ESPIRITUALIDAD COMO FACTOR PROTECTOR EN EL ADULTO MAYOR. UNA REVISIÓN SISTEMÁTICA

SPIRITUALITY AS A PROTECTIVE FACTOR IN THE ELDERLY. A SYSTEMATIC REVIEW

Recepción
03-01-2022

Aprobación
2-03-2022

Publicación
15-07-2022

Dionisio Ramírez Pérez¹, Heberto Romeo Priego Álvarez^{2*}, María Trinidad Fuentes Álvarez³

1. Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. Tabasco-México. <https://orcid.org/0000-0003-1650-3406> dio.rp@hotmail.com
2. Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. Tabasco-México. <https://orcid.org/0000-0001-9217-5702> heberto_priego@hotmail.com
3. Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. Tabasco-México. <https://orcid.org/0000-0003-2361-565X> mfuentes_alvarez@hotmail.com

Resumen

Con el objetivo de Identificar y analizar la información sobre la espiritualidad y su función como factor protector en el adulto mayor. Se consultaron las bases de datos de MEDLINE y LILACS, se encontraron más de 2,100 resultados en la búsqueda de donde se seleccionaron 5 artículos que cumplieron con los criterios de selección. Se realizó una distinción entre los conceptos de religión, religiosidad y espiritualidad para su análisis individual; la relación entre el factor espiritual y el adulto mayor muestran una percepción favorable para el bienestar subjetivo, pudiendo ser utilizado como herramienta en un proceso psicológico. La espiritualidad puede ser utilizada como un recurso psicosocial de gran peso en la atención del adulto mayor, y se le relaciona con una baja presencia de sintomatología depresiva y ansiedad.

Palabras clave: Adulto Mayor, Envejecimiento, Revisión de literatura, Espiritualidad, Cuidado espirituales.

Abstract

Identify and analyze information about spirituality and its role as a protective factor in the elderly. We consulted the databases of MEDLINE and LILACS, we found more than 2,100 results in the search where we selected 5 articles that met the selection criteria. A distinction was made between the concepts of religion, religiosity and spirituality for their individual analysis; the relationship between the spiritual factor and the older adult shows a favorable perception for subjective well-being, could be used as a tool in a psychological process. Spirituality can be used as a psychosocial resource of great weight in the care of the elderly, since it is related to a low presence of depressive symptoms and anxiety.

Keywords: Elder people, Ageing, Literature review, Spirituality, Spiritual care

Introducción

La espiritualidad es un medio útil para el afrontamiento de factores estresantes y la superación de desafíos, promueve la autotranscendencia y trascendencia espiritual; la conexión con una figura divina o sobrenatural ayuda en la búsqueda del sentido de vida promoviendo bienestar en los adultos mayores que la practican (Counted, V. et al. 2018). De manera cotidiana la espiritualidad se toma como aquella satisfacción que se tiene hacia un ente superior o ser supremo que orienta a la búsqueda de la armonía, la búsqueda del sentido de la vida y un bienestar espiritual. En la mayoría de los estudios sobre el tema, se demuestra una relación positiva entre la espiritualidad con las actitudes y comportamientos saludables de los gerontes, así como la percepción del bienestar, la salud física y mental y con la satisfacción con la vida (Kosarkova A. et al. 2020).

El asunto de la espiritualidad ha ido ganando reconocimiento e interés en el campo de la psicología, enfermería y medicina en los últimos años relacionándose con la salud. Esto se vuelve más importante conforme se avanza en la edad, pues al llegar a la etapa de la vejez y al ver sus capacidades disminuidas, las personas recurren a la espiritualidad a través de su religiosidad y rituales religiosos para

encontrar consuelo y fortaleza (Gautam S. et al. 2019). Pero a pesar de que la espiritualidad ya es tomada en cuenta en la atención a la salud, todavía pueden ser ignoradas las necesidades espirituales al tratarse de disciplinas basadas en evidencia científica y objetivas (Kirchoff R. et al. 2021). Cabe resaltar que en situaciones actuales (pandemia de la COVID-19), los sistemas de atención médica resaltan la importancia que requiere la atención de las necesidades espirituales del paciente y familiares, se relaciona con una mayor satisfacción (Antonie A. et al 2020).

Ante el aumento global en la población envejecida, es de suma importancia marcar la relevancia que la espiritualidad tiene para las personas ya que normalmente en la vejez se suelen sufrir enfermedades crónicas, comorbilidades, reducción de actividades que repercuten en su salud mental, la reducción de relaciones de calidad y disminución en su percepción de bienestar. Es imperante desarrollar estrategias para la intervención de las personas que se encuentren en vulnerabilidad durante dicha etapa (Soósová M. S. et al. 2021).

Con base en lo anterior es que se realiza una revisión sistemática de acuerdo a la declaración PRISMA (Liberati A. et al. 2009) sobre el tema que, a nuestro conocimiento, es la primera en español sobre la espiritualidad como factor protector para el adulto mayor, se realizó con el objetivo de analizar la información, la intención fue recabar literatura que sirva como base para una próxima investigación al respecto. Pues la intervención con el adulto mayor tomando en cuenta sus necesidades espirituales es necesaria para ofrecer una atención integradora considerando no solo la parte objetiva de la ciencia, también la percepción subjetiva del individuo, en este caso la espiritualidad.

Materiales y Método

Para el presente trabajo se llevó a cabo una investigación sistemática utilizando la base de datos de MEDLINE y LILACS para la búsqueda y obtención de literatura relevante sobre el tema del adulto mayor y su relación con la espiritualidad. Se realizó una búsqueda desde dos portales diferentes, comenzando por el portal regional de la biblioteca virtual en salud y posteriormente se buscó en el portal Journal Autor Name Estimator (JANE).

Los primeros resultados de la búsqueda arrojaron 2109 documentos, para esta búsqueda se emplearon los términos “adulto mayor” y “espiritualidad” como palabras claves, también se usó el operador booleano “and”, Se buscaron solo trabajos publicados en los últimos 5 años, es decir, desde el 2016 hasta la actualidad, 2021. Se realizó una reducción de la documentación encontrada, se definieron los criterios de inclusión y exclusión para localizar los documentos que cumplieran con las características necesarias para este trabajo.

Para los criterios de inclusión se tomó en cuenta lo siguiente: Tipo de estudio (Investigaciones originales y de revisión), Idioma: (inglés y español) e Intervalo de año de publicación (2016 – 2021). Para los criterios de exclusión se determinó la siguiente medida sobre el asunto del trabajo: No relacionado a pacientes con enfermedades terminales o recuperados de enfermedades crónicas. Posterior a estos criterios, el total de documentos para la reducción de literatura es a partir de la lectura del título de los archivos, se descartan los archivos que no tengan relación, como siguiente paso es la lectura del resumen de los documentos restantes descartando los que se alejen del tema central buscado, quedando solamente los documentos que cumplan con los criterios (figura 1).

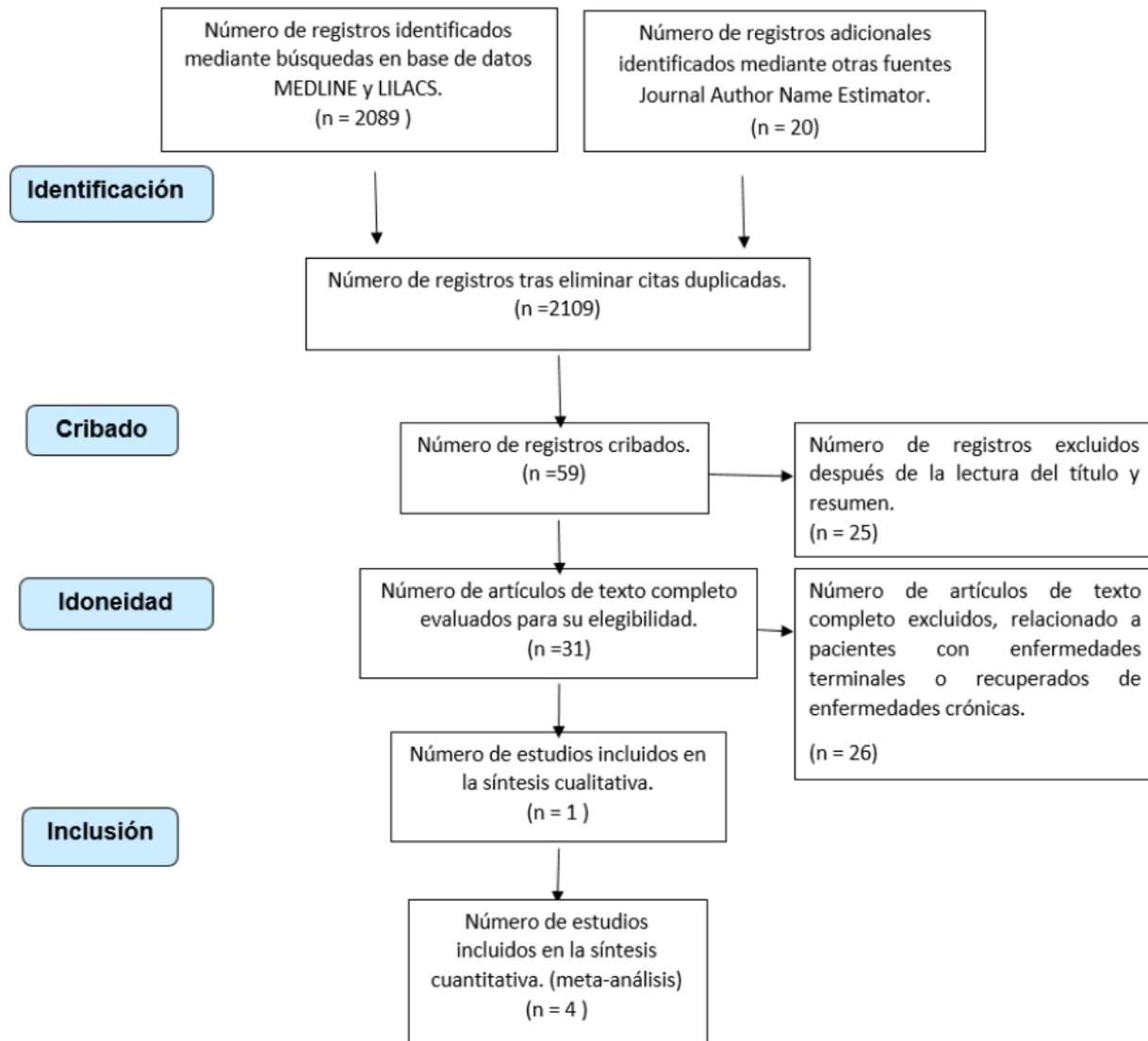


Figura 1: Procedimiento de selección de artículos.

Resultados

La búsqueda sistemática que se realizó en el portal regional de la biblioteca virtual en salud y el portal JANE, donde se tuvo acceso a las bases de datos de MEDLINE y LILACS con las combinaciones de palabras clave y utilización de

boléanos arrojaron 2,109 trabajos, después de su selección solo quedaron cinco artículos elegibles para el trabajo utilizando el método de PRISMA (Liberati A. et al. 2009). Para su búsqueda se incluyeron en la revisión estudios de tipo cuantitativo, cualitativo y mixto. Cuando se analizaron los documentos se optó por retirar aquellos que trataban sobre la relación de la espiritualidad y el adulto mayor con enfermedades crónico degenerativas o en etapa terminal.

Tabla 1: Análisis de los resultados

País	Referencia	Objetivo	n	Método	Resultados
Chile	Lorena Gallardo et al. (2020) Espiritualidad, religiosidad y síntomas depresivos en personas mayores del norte de Chile	Analizar la función de los factores religiosidad y espiritualidad en la presencia de la sintomatología depresiva en Ancianos.	777	Aplicación de un cuestionario a través de una entrevista aplicada por profesionales en trabajo social y psicología en un periodo de tres meses junio a agosto del año 2015.	Los síntomas depresivos de relacionan con ser hombre y mayor edad. Las prácticas espirituales y vivir en compañía disminuyen la sintomatología depresiva.
Eslovaquia	Mária Sováriová Soósová et al. (2021) La espiritualidad como mediadora entre los síntomas depresivos y el bienestar subjetivo en los adultos mayores	Evaluar si la sintomatología depresiva y la espiritualidad se asocian con el bienestar subjetivo en adultos mayores cuando se controlan por variables sociodemográficas.	250	Se utilizaron análisis de mediación y regresión lineal múltiple para analizar los datos.	El BS se asoció negativamente con los síntomas depresivos y se asoció positivamente con las experiencias espirituales.
Estados Unidos	Robert W. Kirchof, et al. (2021) Atención espiritual de pacientes hospitalizados	Identificar las tendencias demográficas asociadas con la utilización del paciente y la solicitud del	23	Se realizó una búsqueda sistemática en diversas bases de datos. Se revisaron un total de 464 títulos y resúmenes	La gravedad percibida de la enfermedad, la duración de la estadía y la edad avanzada son indicadores de una mayor necesidad

	centrada en los resultados y el papel de los servicios de capellanía: una revisión sistemática	proveedor de atención médica de servicios de atención espiritual y describir el impacto en la calidad de vida, el bienestar espiritual y el nivel de satisfacción de pacientes.		de los cuales se utilizaron 23.	de atención espiritual. Las intervenciones se asociaron con una mejora en la calidad de vida percibida y el bienestar subjetivo.
Irán	Ali Jadidi et al. (2021) Explorando el proceso de salud espiritual de los ancianos que viven en hogares de ancianos: un estudio de teoría fundamentada	Explicar el proceso de salud espiritual de los ancianos que viven en los hogares de ancianos.	24	Los datos fueron recolectados a través de entrevistas semiestructuradas y notas de campo entre octubre de 2019 y septiembre de 2020 en la ciudad de Arak, Irán. transcritas textualmente y analizadas con base al enfoque de Strauss y Corbin (2008).	Se identificaron seis categorías principales: 1. Desamparo 2. Entorno de apoyo ineficiente 3. Angustia espiritual 4. Búsqueda de apoyo 5. Mejora relativa de la salud espiritual 6. Factores que afectan la salud espiritual
Nueva Zelanda	Sital Gautam et al. (2018) ¿Qué se sabe sobre la espiritualidad en los adultos mayores que viven en centros de atención residencial? Una revisión integradora	Sintetizar evidencia de las necesidades espirituales y el cuidado de los adultos mayores en centros de atención residencial desde la perspectiva de los adultos mayores y las enfermeras o Cuidadores	7	Se utilizó el marco de Whittemore y Knafl y PRISMA en la selección de artículos elegibles	Utilizando combinaciones de palabras clave y frases se recuperaron un total de 259 artículos. Solo 7 estudios fueron elegibles para la revisión.

Los cinco artículos que se eligieron para la realización de este trabajo se leyeron en su totalidad para poder llevar a cabo una adecuada síntesis de sus resultados, los participantes de los estudios fueron personas mayores de 60 años de edad, también en algunos estudios se evaluaron a los proveedores de servicios para estas personas que se encontraban en hospitales o casa de retiro y con base en sus resultados surge la necesidad de hacer la diferenciación de los conceptos religión, religiosidad y espiritualidad (figura 2).

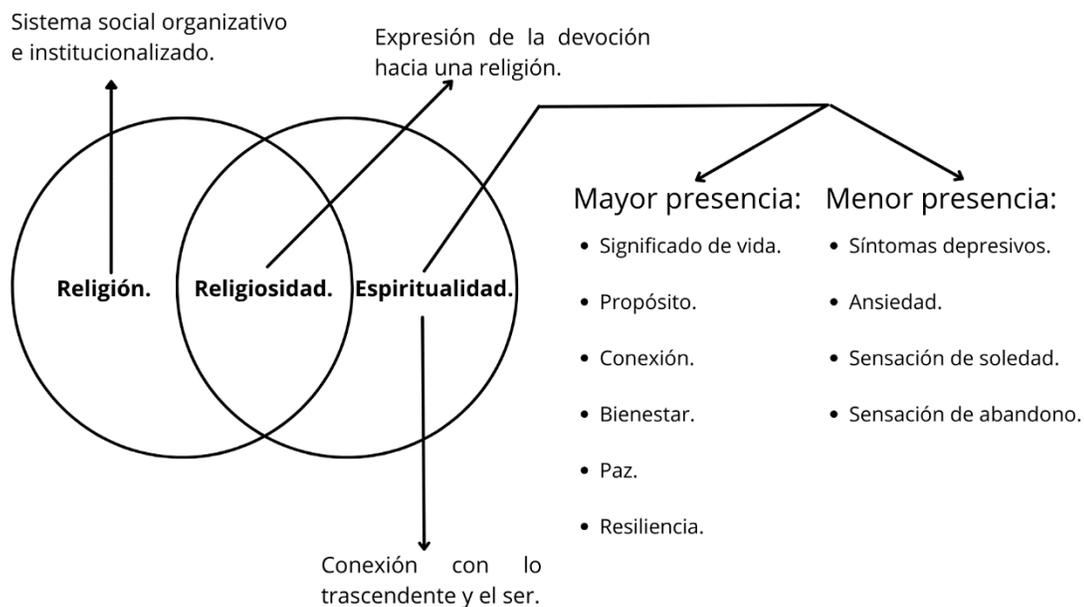


Figura 2: Diagrama de autoría propia.

Religión, Religiosidad y Espiritualidad

Con base en los resultados de los anteriores estudios analizados, es importante señalar la gran relevancia que tiene el distinguir y separar los conceptos de religión, religiosidad y espiritualidad, Soósová et al. (2021) describen a la religión *“como un sistema más organizativo e institucionalizado de creencias, prácticas, rituales y expresión externa del individuo en relación con la fuente sagrada”*, Para

Gautam et al. (2019) la religión es un *“sistema social compartido de creencias y rituales practicados por un determinado grupo”*. Kirchoff, R. et al. (2021) mencionan que la religión se caracteriza por incluir en ella *“creencias, comportamientos, rituales y ceremonias que pueden celebrarse o practicarse en entornos privados o públicos, (...) se derivan de tradiciones establecidas que se desarrollaron con el tiempo dentro de una comunidad”*. Con base en lo anterior descrito, la religión es entonces un sistema social organizativo e institucionalizado donde se comparten creencias, rituales y ceremonias.

La religiosidad es un concepto que va de la mano de la religión, sin embargo, en el trabajo de Gautam et al. (2019) menciona que la religiosidad *“se usa para describir la devoción de los individuos hacia una religión”* también se puede encontrar otra descripción de lo que es la religiosidad en el trabajo de Gallardo et al. (2020) refieren que es *“una experiencia social que surge y se desarrolla en comunidad, siendo por tanto su naturaleza eminentemente relacional y social (...) se vincula más con la integración social y al apoyo social”* y para Soósová et al. (2021) en su trabajo identifica a la religiosidad como uno de los *“importantes factores protectores que influyen en la salud física mental y el bienestar de las personas mayores”*. Con base en la información anterior la religiosidad es entonces la expresión de la devoción hacia una religión de naturaleza social y relacional que funciona como un factor protector.

Al ser un fenómeno subjetivo, el concepto de la espiritualidad es difícil de definir, ya que suele variar de un individuo a otro, sin embargo, como lo mencionan en su trabajo Gautam et al. (2019) hay dos componentes que resultan fundamentales para la mayoría de las definiciones utilizadas, que es la interconexión y la búsqueda de significado en la vida, definiendo la espiritualidad como *“la búsqueda del significado de la vida, que no se basa necesariamente en la religión (...) la espiritualidad trasciende la religión y un individuo puede ser espiritual sin ser religioso”*, otra definición para este concepto se encuentra en el trabajo de Kirchoff, R. et al. (2021) donde en la compilación de información realizada por ellos

mencionan que es un *“aspecto de la humanidad que se refiere a la forma en que los individuos buscan y expresan significado y propósito y cómo experimentan su conexión con el momento, con uno mismo, con los demás, con la naturaleza y con lo significativo o sagrado”*, en el área de salud es creciente el interés por definir la espiritualidad como lo mencionan Soósová et al. (2021) en su trabajo refieren que la espiritualidad se considera, como *“una experiencia personal y expresión del espíritu y las creencias espirituales a través de la conexión con lo trascendente que está fuera de uno mismo (...) pero también dentro de la self (...) es un fenómeno que experimentan universalmente todas las personas”*, en el trabajo de Gallardo et al.(2020) describen a la espiritualidad como *“una experiencia singular, específica y personal con un ser superior, pudiéndose identificar como un proceso psicológico en la búsqueda personal”*. Con base en la literatura anterior se puede definir a la espiritualidad como el aspecto humano de la búsqueda individual del significado de la vida caracterizado por ser singular, específica y personal a través de la conexión con lo trascendente y el ser, experimentado por todas las personas sin tener necesariamente una relación con alguna religión.

Espiritualidad y depresión

Conforme van avanzando las personas en la etapa de la vejez y se van enfrentando a las desventajas de dicha etapa, las personas recurren a la espiritualidad para lograr una adecuada adaptación en la vejez obteniendo un desarrollo en su salud espiritual, así lo refieren Jadidi, A. et al. (2021). Como resultado de las desventajas que van apareciendo en la etapa de la vejez, es la presencia de sintomatología depresiva que tiene una alta prevalencia en esta etapa debido a factores de riesgo como son los factores económicos como bajos recursos o bajos ingresos, factores sociales como la jubilación o estereotipos de la dicha etapa, factores biológicos como la prevalencia de enfermedades o comorbilidades y factores psicológicos como el deterioro cognitivo, la espiritualidad entonces

cumple la función de ser un factor protector al ser un recurso psicosocial que promueve en el adulto mayor resiliencia, un afrontamiento positivo y estrategias para afrontar sus dificultades personales como lo mencionan Gallardo et al. (2020) destacando también en su trabajo una asociación negativa entre la espiritualidad y la sintomatología depresiva cumpliendo un rol amortiguador. Las intervenciones en los adultos mayores desde su cuidado espiritual han demostrado también una reducción eficaz de la ansiedad y estrés otorgándole una mayor satisfacción al adulto mayor, este aumento en la satisfacción se presentó independientemente de la disciplina de quien le proveía la atención espiritual al adulto mayor como lo mencionan Kirchoff, R. et al. (2021).

Discusión

Con base en la revisión hecha de los trabajos anteriores, los hallazgos encontrados de la relación que se presenta entre el factor espiritual y el adulto mayor señalan que existe una percepción favorable para el bienestar subjetivo de la persona si esta lleva una práctica espiritual, pudiendo ser utilizado este factor como herramienta en un proceso psicológico ya que promueve un afrontamiento positivo ante diversas enfermedades mentales (abuso de sustancias, ansiedad, depresión, etc.) también generando una percepción de seguridad y estabilidad en los factores psicosociales que se presentan en la etapa de la edad adulta mayor. En las investigaciones consultadas se observa que conforme aumenta la edad de las personas, se incrementan las probabilidades de presentar sintomatología depresiva debido a los cambios orgánicos que se presentan, al deterioro cognitivo y social a la vez que aumentan las practicas espirituales por la maduración de la persona y la necesidad de trascendencia como lo expresan en su trabajo Gallardo et al. (2020).

En los trabajos revisados se hace la diferenciación de espiritualidad, religión y religiosidad y se menciona que el concepto espiritualidad es la búsqueda del significado de la vida sin tener necesariamente una relación con una religión ya que

es el sistema social compartido organizativo e institucionalizado, donde un determinado grupo de personas practica rituales con base a sus creencias, por último se menciona a la religiosidad como un concepto que puede utilizarse para describir la devoción que vive la persona por la religión a la que pertenece (Gautam et al. 2019), logrando aclarar esta separación de conceptos es que se observa que entonces un individuo puede ser espiritual sin necesariamente ser religioso o pertenecer a una religión.

En general, en las investigaciones realizadas se ha evaluado la relación entre las practicas espirituales y la depresión, demostrando que cuando son pocas las practicas espirituales hay una mayor presencia de síntomas depresivos como lo menciona en su trabajo Soósová et al. (2021) relacionándolo también con el bienestar subjetivo, mencionando que la espiritualidad y la práctica religiosa pueden beneficiar a los adultos mayores a sobrellevar con mayor facilidad situaciones estresantes que son más comunes en su etapa como la muerte de la pareja o de familiares cercanos, la pérdida de capacidades físicas o mentales.

Retomando entonces la vinculación del factor espiritual con el modelo bio-psico-social, es el cuidado de la salud espiritual la que conduce al adulto mayor a una mejora en su calidad de vida y es en el trabajo de Jadidi, A. et al. (2021) donde se menciona a la salud espiritual, refiriendo que es un aspecto de la existencia de un individuo, que se encuentra en la búsqueda de significado y del propósito de la vida, ya que a medida que los adultos mayores se van enfrentando a los problemas del envejecimiento, estos recurren a sus creencias religiosas y prácticas espirituales.

El factor espiritual se vuelve una importante herramienta en los tratamientos en intervenciones psicoterapéuticas contra la depresión debido a su potencial como recurso para el afrontamiento y resiliencia del adulto mayor.

Conclusión

La espiritualidad es un fenómeno altamente subjetivo que es comúnmente ignorado en servicios que le son brindados al adulto mayor, los profesionales que los atienden no se sienten capacitados para brindar dicha atención, es necesario entonces generar más conocimiento sobre el tema del factor espiritual.

Los conceptos religión, religiosidad y espiritualidad, debido a sus características generales y su uso indiscriminado de manera popular, suelen ser utilizados como sinónimos, es fundamental entonces aclarar estas diferenciaciones para brindar una atención adecuada.

De acuerdo con lo descrito anteriormente, la espiritualidad puede ser utilizada como un recurso psicosocial de gran peso en la atención del adulto mayor. Está relacionada con una baja presencia de sintomatología depresiva y ansiedad, representando una buena estrategia para el afrontamiento de situaciones complicadas como la presencia de enfermedades graves, o dificultades de la vida. En situaciones hospitalarias se observa con mayor frecuencia la necesidad de acompañamiento espiritual al anciano, ya sea individual o proporcionada por grupos de apoyo.

Referencias

- Al Eid NA, Arnout BA, Alqahtani MMJ, Fadhel FH, Abdelmotelab A s. The mediating role of religiosity and hope for the effect of self-stigma on psychological well-being among COVID-19 patients. Work [Internet]. 2021 Mar 26;68(3):525–41. Available from:<https://www.medra.org/servlet/aliasResolver?alias=iospress&doi=10.3233/WOR-203392> [https://doi:10.3233/WOR-203392](https://doi.org/10.3233/WOR-203392)
- Counted V, Possamai A, Meade T. Relational spirituality and quality of life 2007 to 2017: An integrative research review. Health Qual Life Outcomes. 2018;16(1):1–18. <https://doi.org/10.1186/s12955-018-0895-x>

- Gallardo-Peralta L, Sánchez-Moreno E. Espiritualidad, religiosidad y síntomas depresivos en personas mayores del norte de Chile. *Ter psicológica*. 2020;38(2):169–87. <https://doi.org/10.4067/s0718-48082020000200169>
- Gautam S, Neville S, Montayre J. What is known about the spirituality in older adults living in residential care facilities? An Integrative review. *Int J Older People Nurs*. 2019;14(2):1–12. <https://doi.org/10.1111/opn.12228>
- Jadidi A, Khodaveisi M, Sadeghian E, Fallahi-Khoshknab M. Exploring the Process of Spiritual Health of the Elderly Living in Nursing Homes: A Grounded Theory Study. *Ethiop J Health Sci [Internet]*. 2021;31(3):589–98. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/34483616> <http://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?artid=PMC8365479> <https://doi.org/10.4314/ejhs.v31i3.16>
- Kirchoff RW, Tata B, McHugh J, Kingsley T, Burton MC, Manning D, et al. Spiritual Care of Inpatients Focusing on Outcomes and the Role of Chaplaincy Services: A Systematic Review. *J Relig Health*. 2021;60(2):1406–22. <https://doi.org/10.1007/s10943-021-01191-z>
- Kosarkova A, Malinakova K, Koncalova Z, Tavel P, van Dijk JP. Childhood trauma is associated with the spirituality of non-religious respondents. *Int J Environ Res Public Health*. 2020;17(4). <https://doi.org/10.3390/ijerph17041268>
- Liberati A, Altman DG, Tetzlaff J, Mulrow C, Gøtzsche PC, Ioannidis JPA, et al. The PRISMA statement for reporting systematic reviews and meta-analyses of studies that evaluate health care interventions: explanation and elaboration. Vol. 62, *Journal of clinical epidemiology*. 2009. 1–34 p. <https://doi.org/10.1016/j.jclinepi.2009.06.006>
- Soósová MS, Timková V, Dimunová L, Mauer B. Spirituality as a Mediator Between Depressive Symptoms and Subjective Well-being in Older Adults. *Clin Nurs Res*. 2021;30(5):707–17. <https://doi.org/10.1177/1054773821991152>

MODELO DE ENFERMEDAD RENAL NO TRADICIONAL EN RATONES C57BL/6 SOMETIDOS A DESHIDRATACIÓN Y ALTAS TEMPERATURAS

MODEL OF CHRONIC KIDNEY DISEASE NON-TRADITIONAL IN C57BL/6 MICE EXPOSED TO DEHYDRATION AND HIGH TEMPERATURES

Recepción
16-04-2022

Aprobación
28-06-2022

Publicación
15-07-2022

Karen Yángüez Piedra

Universidad de Panamá. Vicerrectoría de Investigación y Postgrado. Panamá- Panamá.

kyanguiez@gmail.com

Resumen

La epidemia de la enfermedad renal crónica no tradicional (ERCnT) presente en la costa del Océano Pacífico a lo largo de Centroamérica se ha relacionado con la exposición a altas temperaturas y a la deshidratación recurrente. En este estudio se propone un modelo experimental de ERCnT provocada por estrés térmico y deshidratación valorando diversos parámetros cardiovasculares y bioquímicos en los roedores. Los ratones tratados (GTdH) fueron sometidos a deshidratación recurrente inducida por exposición a alta temperatura durante 8 horas, por una semana; contrario al grupo control (GC) que se mantuvo en condiciones estándares. Para ambos grupos, control (GC) y GTdH, no se evidenciaron cambios significativos en cuanto al peso corporal, consumo de agua, consumo de alimento y valores de glicemia plasmática. En relación con los parámetros cardiovasculares, entre los grupos evaluados no se encontraron diferencias significativas en frecuencia cardíaca, presión arterial diastólica y media; sin embargo, en el GTdH se observó un incremento significativo de la presión arterial sistólica en comparación con el GC (123.9 ± 12.3 vs. 102.8 ± 12.9 mmHg; $p < 0.05$). Hallazgos importantes encontrados en el GTdH fueron la hematuria y una disminución de la relación peso de órganos/peso corporal. El conjunto de resultados obtenidos permite evidenciar que el estrés térmico y la deshidratación son condiciones que aceleran los procesos que preceden al daño renal y que por ende estos factores podrían emplearse experimentalmente para futuros estudios sobre la ERCnT.

Palabras Clave: ERCnT, deshidratación, función renal, estrés térmico.

Abstract

The epidemic of non-traditional chronic kidney disease (CKDnT) present in the Pacific Ocean coast along Central America has been related to exposure to high temperature and recurrent dehydration. This study proposed an experimental model of CKDnT caused by heat stress and dehydration by evaluating several cardiovascular and biochemical parameters in rodents. Treated mice (GTdH) were subjected to recurrent dehydration induced by exposure to high temperature for 8 hours, for one

week; contrary to the control group (CG) which was maintained under standard conditions. For both groups, control (CG) and GTdH, no significant changes in body weight, water consumption, feed consumption, and plasma glycemia values were demonstrated. About cardiovascular parameters in both groups of animals, no significant differences were found in heart rate, diastolic, and mean arterial pressure; however, in the GTdH, a significant increase in systolic arterial pressure was observed in comparison with the CG (123.9 ± 12.3 vs. 102.8 ± 12.9 mmHg; $p < 0.05$). Important findings found in the GTdH were hematuria and a decrease in the organ weight/body weight ratio. The set of results obtained allows us to demonstrate that heat stress and dehydration are conditions that accelerate the processes that precede renal damage and therefore these factors could be used experimentally for future studies on CKDnT.

Keywords: CKDnT, dehydration, renal function, heat stress.

Introducción

La enfermedad renal crónica no tradicional (ERCnT) es un problema médico común, que afecta a una elevada proporción de individuos a lo largo de la costa del Océano Pacífico de la región mesoamericana, de ahí que también se le conozca como nefropatía crónica mesoamericana (Correa-Rotter y García-Trabanino., 2019). La enfermedad se presenta con un aumento asintomático de la creatinina sérica que progresa hacia una enfermedad renal terminal a lo largo de varios años (Roncal-Jiménez et al., 2016). Aunque la causa sigue siendo desconocida, estudios recientes sugieren esté relacionada a una deshidratación ocasionada por la exposición severa a altas temperaturas (Crowe et al., 2015; García-Trabanino et al., 2015) afectando principalmente a los trabajadores agrícolas jóvenes de sexo masculino (Ordunez et al., 2014).

Con la intención de ampliar los conocimientos que actualmente se tienen en relación a la ERCnT, diferentes estudios presentan modelos experimentales de esta nefropatía, empleando ratones sometidos a periodos de deshidratación recurrente asociada a la exposición a altas temperaturas (Roncal Jiménez et al. 2014; Roncal-Jiménez et al., 2017). Como hallazgo notable, estos ratones desarrollaron una función renal deteriorada y fibrosis tubular-intersticial (Roncal Jiménez et al. 2014).

Por otro lado, otros autores también han empleado el modelo de estrés térmico y deshidratación para medir variables asociadas a la enfermedad cardiovascular,

como lo es la reactividad vascular y obtener datos sobre los cambios de presión arterial y frecuencia cardiaca (Geng et al., 2016).

Bajo este contexto, el presente trabajo propone un estudio que permita la obtención de un modelo experimental de ERCnT inducida por estrés térmico y deshidratación. Los primeros estudios que se emplearon en el laboratorio están dados para valorar los cambios en los valores de presión arterial y frecuencia cardiaca, así como determinar parámetros relacionados con la función renal y la supervivencia de los animales sometidos a las condiciones de altas temperaturas y deshidratación.

Materiales y método

1. Modelo experimental

El estudio fue apoyado bajo un diseño experimental de medidas repetidas en un modelo animal. Se utilizaron ratones machos (25–30g) provenientes del Bioterio INDICASAT-AIP. Los animales se mantuvieron con acceso libre a comida y agua, según los criterios establecidos en la Guía para el cuidado y uso de animales de laboratorio publicado por el National Health Institute (Albus, 2012). La realización de este estudio fue aprobada por el Comité de Bioética de la Universidad de Panamá (CBUP/236/2019).

Los animales fueron aclimatados y posteriormente agrupados para recibir un tipo de exposición, según describimos a continuación:

Grupo de control (GC): los ratones se mantuvieron en las condiciones estándares de temperatura (22°C) con alimentación y agua *ad libitum*.

Grupo exposición al calor y deshidratación (GTdH): los animales fueron sometido a condiciones de alta temperatura (32°C), sin acceso al agua durante el periodo de 8 horas continuas, todos los días, durante 7 días. Los animales recibieron acceso a la hidratación durante las horas de no intervención.

2. Determinación de la ganancia de peso corporal

El peso corporal fue determinado antes de iniciar los periodos de intervención y finalizado cada día. Estas determinaciones se llevaron a cabo los días 0, 3 y 7.

3. Determinación del consumo de alimento y agua

Antes y después de iniciar los protocolos (8 horas), los animales fueron colocados en cajas con alimentos pesados y un volumen fijo de agua, con el fin de estimar el consumo diario de comida y agua.

4. Determinación de la presión arterial y frecuencia cardíaca

La frecuencia cardíaca y los valores de presión arterial se midieron empleando un monitor de presión sanguínea (CODA® High Throughput System Noninvasive Blood Pressure System). En ambos grupos, GC y GTdH, los valores de frecuencia cardíaca (latidos por minutos; lpm) y presión arterial (mmHg) se obtuvieron antes y después de la exposición al estrés térmico (Figura 1). Estos parámetros también fueron registrados para los animales del grupo control.

5. *Determinación de Glucosa*

La determinación de glucosa sanguínea se efectuó utilizando un glucómetro (Gluco Navii®) a partir de una muestra de sangre tomada de la vena facial (región submandibular) de los ratones. Se determinaron los niveles de glucosa al inicio del experimento (valores basales) y al final del procedimiento (valores finales).

6. Determinación de parámetros de la orina

Los animales fueron ubicados en jaulas metabólicas para la colecta de orina, a la que se le realizó la determinación rápida de variables como urobilinógeno, bilirrubina, proteínas, nitritos, cuerpos cetónicos, glucosa, pH, densidad, leucocitos, hemoglobina, mioglobina y/o hematuria mediante el uso de tiras reactivas (URIT 50).

7. Relación peso de órganos/peso corporal

Se determinó el peso corporal antes de realizar el sacrificio de los animales, el cual fue basado en las normas éticas establecidas por el National Health Institute (Albus, 2012). Antes de extraer los órganos, realizamos una perfusión con solución

salina tamponada con fosfato (PBS; NaCl 137 mmol/L, KCl 2.7 mmol/L; Na₂HPO₄ 10 mmol/L, KH₂PO₄ 2 mmol/L). Los órganos de cada animal fueron pesados en una balanza analítica y se estableció la relación del peso de cada órgano con el peso corporal del animal.

Resultados

1. Modelo experimental

Al inicio del estudio se había establecido un protocolo de evaluación con base a lo que referencian Geng et al., (2016) en relación a este modelo. Las condiciones se describen en la Tabla 1 como Modelo experimental #1. Sin embargo, la ausencia de un periodo de aclimatación y la temperatura extrema de 37 °C incidieron de forma significativa sobre la supervivencia de los animales, la cual no superó el 10% en el GTdH. En base a estos resultados, fue necesario realizar ajustes a la metodología para mejorar la supervivencia en el grupo de animales que es sometido a condiciones extremas; de ahí que se desarrolla la propuesta del Modelo experimental #2 donde se implementaron cambios, de los que caben destacar:

Ciclos de aclimatación: durante los días previos al inicio del tratamiento (20 min al calor, 40 min de reposo y 30 min al calor).

Temperatura: se modificó a 32°C para disminuir la tasa de mortalidad, ya que en el primer modelo experimental, la mortalidad se atribuyó la exposición a altas temperaturas sin periodo de aclimatación previo.

En base a los ajustes realizados en el segundo modelo experimental se obtuvo una tasa de supervivencia del 98%, por lo que para el resto del estudio se empleó este modelo.

2. Peso corporal

En cuanto a la ganancia o pérdida de peso corporal de los ratones en estudio (GC y GTdH), los pesos obtenidos en cada uno de los grupos se aprecian en la Figura 2, donde se observa que en ninguno de los grupos hubo cambios en los

valores de peso corporal obtenidos antes y al finalizar el periodo de intervención de 7 días.

3. Consumo de alimento y agua

Estos datos se obtuvieron de un registro diario del consumo de alimento y agua en los periodos diurnos y nocturnos. Los resultados obtenidos muestran que a partir del segundo día de exposición, en los periodos diurnos, el consumo de alimento de los ratones del GC fue mayor en los días 2, 4 y 5 aunque, debido a la marcada variabilidad, no se observan diferencias significativas (Figura 3A). Por su parte, el seguimiento durante el periodo nocturno no evidenció ninguna diferencia en el consumo de alimento entre los grupos control e intervenidos (Figura 3B).

Al determinar el consumo de agua en horario nocturno, que se corresponde con el periodo en el que todos los grupos tenían libre acceso al agua, los resultados obtenidos reflejan que al inicio del estudio (día 1), en todos los grupos se registra un consumo promedio de 5 ml (Figura 4). Este consumo no parece variar de manera significativa en los días 2, 3 y 4 para ninguno de los grupos. Para el resto del periodo, ambos grupos, GC y GTdH, presentan un ligero incremento en el consumo de agua.

4. Determinación de la presión arterial y frecuencia cardiaca

Los valores de presión arterial sistólica (PAS) y diastólica (PAD), así como la frecuencia cardiaca fueron obtenidos en los grupos GC y GTdH antes de iniciar el proceso de intervención, en la mitad de la semana de observación (día 3) y finalizado el periodo de estrés térmico. Los valores de PAS obtenidos antes y al finalizar las intervenciones, en el GC no presentaron diferencias significativas (Figura 5A), sin embargo, en el GTdH se observó un incremento significativo en este parámetro (102.8 ± 12.9 vs 123.9 ± 12.3 mmHg). En ninguno de los grupos los valores de PAD se vieron modificados significativamente (Figura 5B).

Respecto al valor promedio de presión arterial media (PAM), obtenido a partir de los datos de PAS y PAD, al inicio del estudio fue de 77.4 ± 11.3 y 91.4 ± 21.1 mmHg, para los grupos GC y GTdH, respectivamente. Al finalizar el periodo de

intervención de 7 días, los valores de PAM fueron de 80.2 ± 16.4 mmHg para el GC y de 92.6 ± 21.6 mmHg en el GTdH (Figura 5C).

Paralelo a la determinación de la PA, el equipo nos permitió registrar los valores de frecuencia cardiaca, los cuales se representan en la Figura 5D. Para este parámetro, en el GC y al inicio del estudio el valor de frecuencia cardiaca obtenido fue de 354.3 ± 115.1 lpm y para el último día se registraban valores sin diferencias estadísticas (277.2 ± 25.6 lpm). Los valores de frecuencia cardiaca registrados en el GTdH al inicio y al día 7 del estudio fueron de 292.3 ± 101.7 y 277.7 ± 47.8 lpm, respectivamente. Los resultados permiten señalar que la intervención no indujo cambios significativos en los valores de frecuencia cardiaca.

5. Valores de glucosa y urinálisis

Los valores de glucosa sanguínea obtenidos al inicio y al final del estudio en el GC fueron de 130.7 ± 44.1 y 130.0 ± 90.2 mg/dL, respectivamente. Los valores de este parámetro obtenidos en el GTdH fueron de 118.3 ± 15.8 mg/dL antes y 118.4 ± 29.9 mg/dL al finalizar la intervención. El análisis intragrupal nos permite señalar que después de 7 días de estrés térmico, los valores de glucosa permanecieron invariables en el GTdH.

Los resultados del análisis químico de la orina reflejaron cambios significativos en la presencia de sangre en las muestras de los animales sometidos a estrés térmico y deshidratación. El resto de los parámetros evaluados, entre los que se incluyen proteínas y pH, permanecieron inalterados en ambos grupos.

6. Relación peso de órganos/peso corporal

En la sección de la metodología relatamos la obtención de la relación peso de los órganos/peso corporal como uno de los parámetros evaluados en nuestro estudio. En Tabla 2 resumimos los resultados obtenidos.

Discusión

Bajo el concepto de necesidad de generar conocimientos relacionados con la ERC, se propuso llevar a cabo este proyecto, cuyo objetivo fue desarrollar un modelo experimental de ERCnT inducida por estrés térmico y deshidratación. Se

trata de un esfuerzo por lograr modelar la ERCnT y de esta forma iniciar la búsqueda de marcadores biológicos de la enfermedad y que además sirva como un modelo para ensayar nuevas alternativas terapéuticas dirigidas a la prevención y tratamiento de la ERCnT. En esta línea, inicialmente este estudio se basó en el trabajo de Roncal-Jiménez quien examinó un modelo experimental de nefropatía inducida por estrés térmico que demuestra fenotipos similares a los observados en la nefropatía mesoamericana (Roncal-Jiménez et al., 2017). En este trabajo, el estrés térmico se confirió colocando a los ratones en una cámara ambiental calentada a intervalos de 30 minutos durante un total de 7 h/día, 5 días/semana, durante 5 semanas. Tras 5 semanas, los ratones presentaron cambios indicativos de que este modelo experimental produce daños hepáticos y renales inducidos por el estrés térmico.

Otros autores también han empleado el modelo de estrés térmico y deshidratación para medir variables asociadas a la enfermedad cardiovascular, como lo es la reactividad vascular y obtener datos sobre los cambios de presión arterial y frecuencia cardiaca (Geng et al. 2016; Yang et al. 2014). En estos trabajos, el estrés térmico se indujo colocando a los ratones durante 8 horas continuas en una cámara ambiental calentada 32 °C, todos los días durante un total de 7 días, siendo este el modelo seleccionado para realizar nuestro estudio.

Una de las limitaciones que suele acompañar a los modelos experimentales de enfermedades tan agresivas como la ERC, es la supervivencia. Así, en este estudio, pudimos observar una elevada mortalidad en el primer grupo denominado como Modelo experimental #1, y que fuera sometido a estrés térmico sin considerar un periodo de aclimatación. Esta circunstancia inicial nos llevó a considerar cambios como ciclos de aclimatación y, durante los días previos al inicio del tratamiento, los animales eran expuestos al estrés térmico y deshidratación durante periodos breves y crecientes. También empleamos ratones de mayor peso y adecuamos los valores de temperatura. Al final, nuestra primera ganancia fue lograr una supervivencia del 98%, lo que es la primera garantía del modelo.

Los valores promedios de la relación peso órgano/peso corporal de los animales que estuvieron en tratamiento, reflejó una disminución significativa en sus valores respecto al GC. Además de estas diferencias en el GTdH, no se observaron otras anomalías morfológicas. En su estudio, sobre los efectos que ejerce la exposición al calor por deshidratación en el peso de los órganos, Yang et al. (2014) reportaron un incremento en el índice de vísceras del bazo, corazón, glándula del timo, el hipotálamo y la pituitaria, relacionándolo a una respuesta sistémica dada para aliviar los efectos nocivos del estrés térmico. Sin embargo, los resultados obtenidos revelan que, tras un periodo corto de exposición al estrés térmico, el índice de tejidos como bazo, hígado y corazón es inferior en el GTdH en comparación con el GC. Los datos al respecto de esta variable son verdaderamente escasos y cabe mencionar que las diferencias en los hallazgos podrán estar relacionados con el tiempo de exposición establecidos en cada modelo.

A pesar de las diferencias en los modelos propuestos por Geng et al. (2016) y Roncal-Jiménez et al., (2017), desde su metodología hasta las variables ensayadas, ambos grupos coinciden en que el efecto de una temperatura elevada sobre la función fisiológica del ser humano carece de un conocimiento y comprensión exhaustivos. Para otros autores, los hallazgos relacionados con estos modelos experimentales ponen de manifiesto que la exposición a las altas temperaturas y deshidratación durante un largo periodo de tiempo eleva la presión sanguínea (Yang M et al., 2014). Datos similares fueron obtenidos en este estudio, donde se observó un incremento significativo sobre la PAS inducido por el estrés térmico y deshidratación. Sin embargo, ni la PAD ni la PAM fueron modificadas por la intervención. Hallazgos similares son reportados en el estudio de Geng et al. (2016), quienes describen que tras 7 días de exposición a alta temperatura y deshidratación los valores de PAD y PAM no son diferentes entre los grupos controles y los expuestos al estrés térmico y deshidratación. Para este estudio, al igual que nuestros resultados, los autores reportan que la frecuencia cardíaca en el grupo deshidratado por calor tiende a disminuir, aunque no hubo diferencias significativas

con respecto al grupo control. De esta forma, considerando los datos publicados, la relación entre el estrés térmico y los cambios en los valores de presión arterial no son concluyentes, quizás es un reflejo de la fisiopatología de la ERCnT, la cual es una nueva forma de ERC que no se explican por los factores de riesgo tradicionales, como la hipertensión y la diabetes (Polo et al., 2020).

Para el resto de los parámetros evaluados, como el estudio sérico de los valores de glucosa se evidencia que, en el estadio de evolución de la enfermedad en que se realizaron las determinaciones, los ratones no desarrollan cambios metabólicos que puedan afectar este parámetro. De facto, la diabetes no es una comorbilidad asociada a la ERCnT (Polo et al., 2020). Por otra parte, la hipocalcemia y la hiperuricemia son características clínicas frecuentes de pacientes con diagnóstico de nefropatía mesoamericana (Correa-Rotter y García-Trabanino, 2019); lo que nos lleva a cuestionar la necesidad de establecer la valoración de estos parámetros como marcadores del método. En cambio, en este estudio se obtuvo un dato que bien podría ser considerado un signo temprano en el desarrollo de la condición que buscamos emular, y es la presencia de sangre en la orina. En los animales del GTdH pudimos detectar hematuria, lo cual podría ser efecto de las lesiones que ocasionan por los cristales de urato que se detectan en la orina de pacientes con ERCnT o una combinación de estos con la nefritis tubulointersticial reportada en esta condición (Polo et al., 2020). Sin duda es un dato que refleja el daño renal inducido por el estrés térmico en los roedores.

Conclusión

En la actualidad, el conocimiento sobre la magnitud de la carga de enfermedad impuesta por la nefropatía endémica mesoamericana es claramente incompleto y no se ha determinado su causa. Sin embargo, los resultados obtenidos confirman que el estrés térmico y deshidratación es en definitiva una condición que acelera los procesos que preceden a la insuficiencia renal. Siendo que el diagnóstico precoz es clave para iniciar el tratamiento oportuno y frenar la progresión hacia la enfermedad renal terminal, es necesario dar continuidad al presente proyecto de investigación,

para conocer mejor la enfermedad y establecer datos para el pronóstico temprano, delimitar los factores de riesgo y contribuir en la comprensión de uno de los problemas prioritarios de salud, como lo es la enfermedad renal crónica no tradicional.

Contribución de los Autores: Conceptualización, KYP, EGD, LMP, DJG; metodología, todos; software, todos; validación, todos.; análisis formal, KYP, EGD, LMP; investigación, todos; recursos, todos; curación de datos, todos; redacción — preparación del borrador original, EGD, KYP; redacción — revisión y edición, KYP, EGD, LMP, DJG; visualización, todos; administración de proyectos, KYP, MD; adquisición de financiación, KYP, EGD, LMP, DJG. Todos los autores han leído y aceptado la versión publicada del manuscrito.

Financiamiento: El estudio ha sido financiado por la Secretaría Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (SENACYT), a través de los fondos de IOMS19-002.

Agradecimiento

A la Secretaría Nacional de Ciencia (Proyecto IOMS19-002) y al SNI de Estela Guerrero De León, Investigador Nacional y a la Vicerrectoría de Investigación y Postgrado, Universidad de Panamá (CUFI-2019-CS-P-005 y VIP-01-07-2021-03).

Conflictos de Intereses: Los autores de este artículo declaran no tener ningún conflicto de intereses.

Referencias

- Albus, U. (2012). Guide for the Care and Use of Laboratory Animals (8th edn). Laboratory Animals. National Academic Press. <https://doi.org/10.1258/la.2012.150312>
- Correa-Rotter, R., y García-Trabanino, R. (2019). Mesoamerican Nephropathy. In Seminars in Nephrology. <https://doi.org/10.1016/j.semnephrol.2019.02.004>
- Crowe, J., Nilsson, M., Kjellstrom, T., y Wesseling, C. (2015). Heat-Related symptoms in sugarcane harvesters. American Journal of Industrial Medicine. <https://doi.org/10.1002/ajim.22450>
- García-Trabanino, R., Jarquín, E., Wesseling, C., Johnson, R. J., González-Quiroz, M., Weiss, I., Glaser, J., José Vindell, J., Stockfelt, L., Roncal, C., Harra, T., y Barregard, L. (2015). Heat stress, dehydration, and kidney function in

sugarcane cutters in El Salvador - A cross-shift study of workers at risk of Mesoamerican nephropathy. *Environmental Research*.
<https://doi.org/10.1016/j.envres.2015.07.007>

Geng, Y., Zhu, L., Liu, F., Zhu, X., Niu, J., y Li, G. (2016). Effect of dehydration heat exposure on thoracic aorta reactivity in rats. *Biomedical Reports*.
<https://doi.org/10.3892/br.2016.760>

Ordunez, P., Sáenz, C., Martínez, R., Chapman, E., Reveiz, L., y Becerra, F. (2014). The epidemic of chronic kidney disease in Central America. In *The Lancet Global Health*. [https://doi.org/10.1016/S2214-109X\(14\)70217-7](https://doi.org/10.1016/S2214-109X(14)70217-7)

Pan American Health Organization. (2013). Chronic Kidney Disease in Agricultural Communities in Central America. In 52nd Directing Council; 65th Session of the Regional Committee.

Polo, V. S., García-Trabanino, R., Rodríguez, G., y Madero, M. (2020). Mesoamerican nephropathy (Men): What we know so far. *International journal of nephrology and renovascular disease*, 13, 261–272.
<https://doi.org/10.2147/IJNRD.S270709>

Roncal Jiménez C.A., Ishimoto T., Lanaspá M.A., Rivard C.J., Nakagawa, T., Ejaz, A.A., Cicerchi, C., Inaba, S., Le, M., Miyazaki, M., Glaser, J., Correa-Rotter, R., González, M.A., Aragón, A., Wesseling, C., Sánchez-Lozada, L.G. y Johnson R.J. (2014). Fructokinase activity mediates dehydration-induced renal injury. *Kidney International*. <https://doi.org/10.1038/ki.2013.492>

Roncal-Jiménez, C. A., García-Trabanino, R., Wesseling, C., y Johnson, R. J. (2016). Mesoamerican Nephropathy or Global Warming Nephropathy? *Blood Purification*. <https://doi.org/10.1159/000441265>

Roncal-Jiménez, C. A., Milagres, T., Andres-Hernando, A., Kuwabara, M., Jensen, T., Song, Z., Bjornstad, P., Garcia, G. E., Sato, Y., Sánchez-Lozada, L. G., Lanaspá, M. A., y Johnson, R. J. (2017). Effects of exogenous desmopressin on a model of heat stress nephropathy in mice. *American journal of physiology. Renal physiology*, 312(3), 418–426.
<https://doi.org/10.1152/ajprenal.00495.2016>

Yang, M., Zhao, N., Luo, Y., Ding, J., Nie, L-H., Dong, J-W. y Li, G-H. (2014). Effects of dehydration heat exposure on weight of stress organ and IgG, IL- 2, IL-6 and intervention of LBP in rats. *Lishizhen Medicine and Materia Medica Research*, 7:1761–1764.

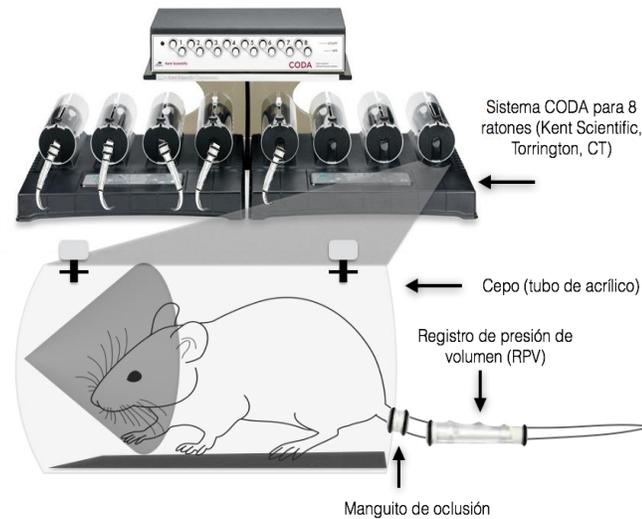


Figura 1. Determinación de la presión arterial y frecuencia cardíaca en ratones. Esquema del método no invasivo empleado para la adquisición de los datos de presión sanguínea en la cola del animal. Para obtener las medidas, los ratones se colocan en los cepos aclimatados a 37 °C. El manguito de oclusión se coloca en la base de la cola y el manguito del sensor de registro de presión de volumen (RPV) se coloca adyacente al manguito de oclusión.

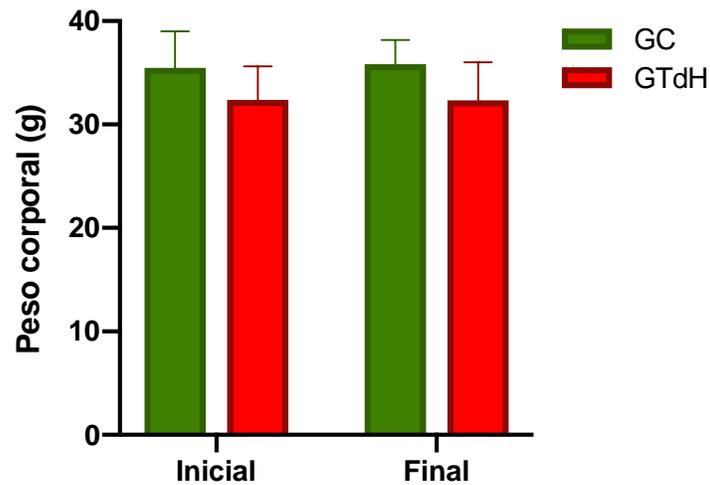


Figura 2. Peso corporal promedio obtenidos al inicio del estudio y al finalizar el periodo de intervención en los grupos control (GC) y temperatura-deshidratación (GTdH).

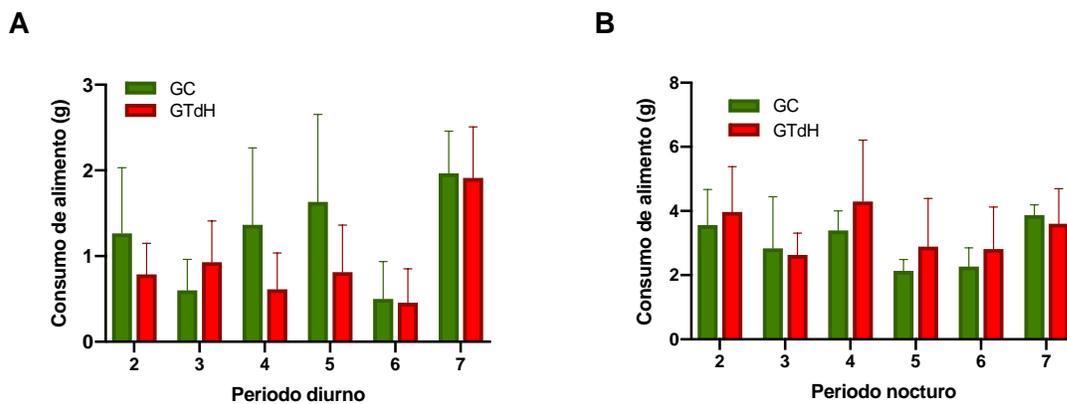


Figura 3. Consumo de alimento en el periodo diurno (7 am - 4:00 pm) (A) y Consumo de alimento en el periodo nocturno (4:00 pm - 7:00 am) (B) en los grupos control (GC) y temperatura- deshidratación (GTdH).

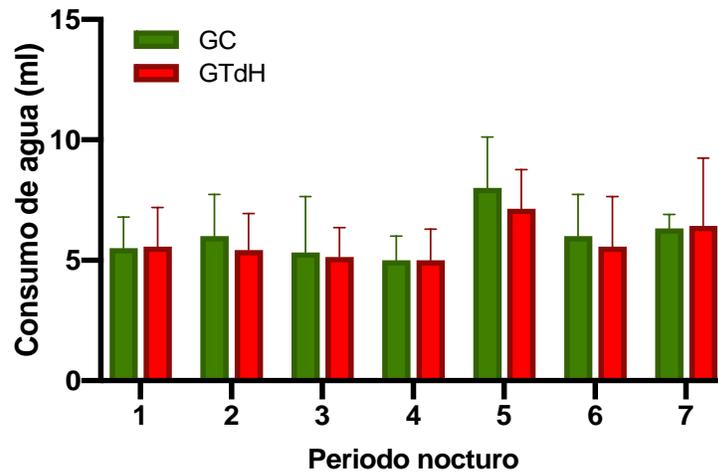
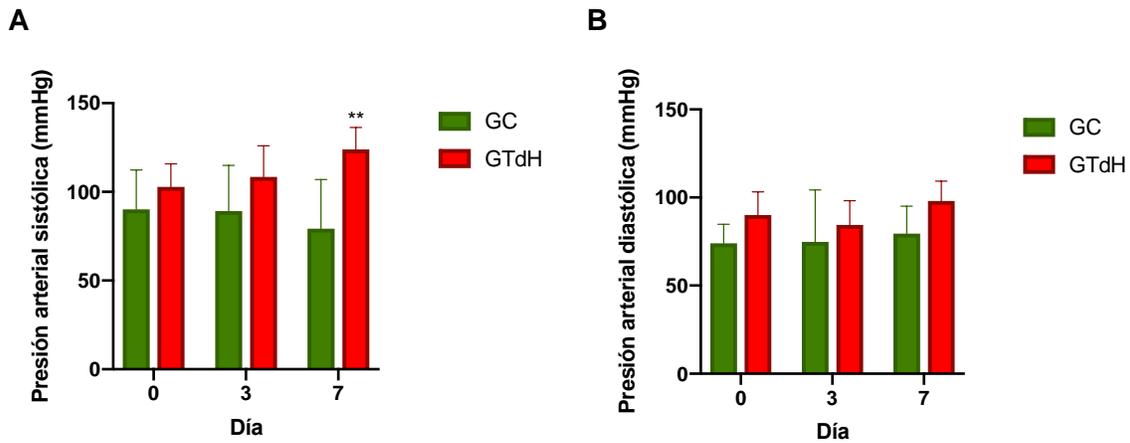


Figura 4. Consumo de agua en el periodo nocturno (4:00 pm - 7:00 am) en los grupos control (GC) y temperatura- deshidratación (GTdH).



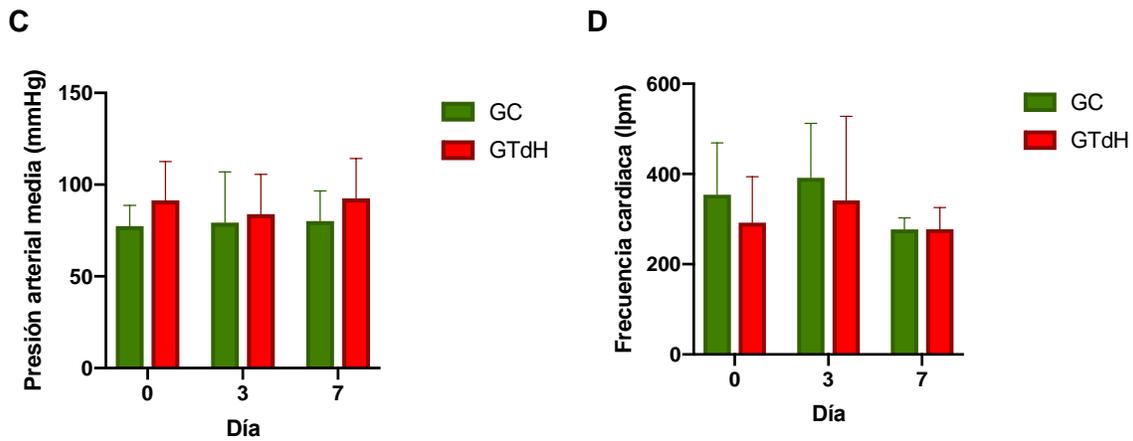


Figura 5. Valores de presión arterial sistólica (A), presión arterial diastólica (B), presión arterial media (C) y frecuencia cardiaca (D) obtenidos en los grupos control (GC) y temperatura- deshidratación (GTdH). ** $p < 0.05$ vs GC.

Tabla 1. Características de los modelos experimentales empleados.

	Modelo experimental #1	Modelo experimental #2
Peso	18 – 20 g	25 – 30 g
Aclimatación	No se realizó	Periodo de aclimatación de 4 días, con ciclos cortos de exposición al calor.
Temperatura	37°C	32°C
Periodos de calor	8 horas	8 horas Con un reposo fuera del horno de 30 min
Ventilación	Incompleta	Completa
Supervivencia	<10%	98%

Tabla 2. Relación peso de órganos frente al peso corporal obtenidos en los diferentes grupos finalizado el periodo de 7 días de intervención

	Bazo	Hígado	Corazón	Riñón izquierdo
GC	0,1125 ± 0,01	2,5165 ± 0,39	0,2215 ± 0,02	0,4061 ± 0,03
GTdH	0,0972 ± 0,01*	1,9224 ± 0,01*	0,1679 ± 0,01*	0,2999 ± 0,03*

Datos representan la media ± SD de un n=3. *P< 0.005 vs GC.