

# ACTA BIOLOGICA VENEZUELICA

*Fundada en 1951*



2 mm



**VOL. 44**  
**N° 2**

**UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA**

**FACULTAD DE CIENCIAS**

**INSTITUTO DE ZOOLOGÍA Y ECOLOGÍA TROPICAL**

**PORTADA**

*Euinetops blackianus*. Figura 2, en Lira y col., CONTRIBUTIONS TO THE KNOWLEDGE OF THE BIODIVERSITY OF CRUSTACEAN DECAPODS OF VENEZUELA. II.- FIRST RECORDS OF *Euinetops blackianus* AND *Inachoides forceps* (DECAPODA: BRACHYURA: MAJOIDEA) WITH KEYS TO SPECIES, pág. 182.



UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA  
FACULTAD DE CIENCIAS  
INSTITUTO DE ZOOLOGÍA Y ECOLOGÍA TROPICAL



### ***Acta Biologica Venezuelica***

---

VOLUMEN XLIV No. 2 JULIO-DICIEMBRE 2024

VE ISSN 001-5326 Depósito Legal 195102DF414

---

Publicada por el Instituto de Zoología y Ecología Tropical,  
Facultad de Ciencias, Universidad Central de Venezuela

Directora – Editora:

Dra. Ana Bonilla

Instituto de Zoología y Ecología Tropical, UCV

Editores:

Dr. Héctor López Rojas

Instituto de Zoología y Ecología Tropical, UCV

Dra. María Eugenia Grillet

Instituto de Zoología y Ecología Tropical, UCV

Dr. Juan Carlos Navarro

Instituto de Zoología y Ecología Tropical, UCV.

Dr. Antonio Machado-Allison

Instituto de Zoología y Ecología Tropical, UCV

Dr. Nelson Ramírez

Instituto de Biología Experimental, UCV

Dra. Leidi Herrera

Instituto de Zoología y Ecología Tropical, UCV

Dra. Evelyn Tineo

Instituto de Zoología y Ecología Tropical, UCV

Dra. Elisabeth Gordon Colón

Instituto de Zoología y Ecología Tropical, UCV

**INSTITUTO DE ZOOLOGÍA Y ECOLOGÍA TROPICAL**  
Facultad de Ciencias de la Universidad Central de Venezuela,  
Paseo Los Ilustres, Los Chaguaramos, Caracas, Venezuela.  
Apartado postal 47058 - Caracas 1041-A, VENEZUELA  
Teléfono: +58-212-605.1406 Fax: +58-212- 605.1204



---

## DIVERSIDAD BIOLÓGICA Y RESPUESTAS ECOSISTÉMICAS: NUEVAS PERSPECTIVAS DESDE VENEZUELA

Ana Bonilla

Directora-Editora de *Acta Biologica Venezuelica*.

Centro Museo de Biología de la Universidad Central de Venezuela (CMBUCV) del Instituto de Zoología y Ecología Tropical, Facultad de Ciencias de la Universidad Central de Venezuela. [acta.biol.ven@gmail.com](mailto:acta.biol.ven@gmail.com); [bonillana@gmail.com](mailto:bonillana@gmail.com)

Es un placer presentar a nuestros lectores el Volumen 44, Número 2 de *Acta Biologica Venezuelica*, correspondiente al año 2024. Este número reúne una colección de trabajos que reflejan la diversidad de la investigación biológica que se realiza en Venezuela, abarcando desde la necesaria revisión histórica y prospectiva de nuestras instituciones académicas hasta descubrimientos faunísticos, estudios sobre interacciones ecológicas en ambientes urbanos y la búsqueda de soluciones a problemas ambientales.

Abrimos este número con una valiosa contribución que documenta la trayectoria del Laboratorio de Plancton de la Universidad Central de Venezuela. Este trabajo recopila y analiza la producción científica generada a través de Trabajos Especiales de Grado y Tesis Doctorales desde la década de 1970. Este artículo establece un registro histórico invaluable, identifica las líneas matrices de investigación consolidadas y, crucialmente, traza un camino hacia el futuro, proponiendo metas para asegurar la continuidad y relevancia de este importante centro de estudio. Es un testimonio de la perseverancia científica y la importancia de documentar nuestro propio quehacer académico.

Continuamos en el ámbito de la exploración de la biodiversidad nacional con dos importantes primeros registros para la fauna marina venezolana. Se reporta la presencia de los cangrejos araña *Eucinetops blakianus* (Inachidae) e *Inachoides forceps* (Inachoididae). El hallazgo de *E. blakianus*, una especie considerada rara en el Caribe, y la confirmación de *I. forceps*, que viene a llenar un vacío geográfico en su distribución conocida, subrayan que el inventario faunístico sigue siendo una tarea esencial para comprender y conservar nuestro patrimonio natural marino.

Del ambiente marino pasamos al microcosmos del suelo con el primer registro del nemátodo *Coomansinema brevicauda* (Dorylaimida: Thornenematidae) para el estado Aragua. Este hallazgo, asociado con árboles nativos como *Bursera simaruba* y *Hura crepitans*, no sólo amplía el

---

intervalo conocido de esta especie, sino que también aporta datos morfológicos y morfométricos detallados de la población venezolana. Este tipo de estudios, aunque centrados en organismos a menudo ignorados, son cruciales para entender la complejidad de las redes tróficas del suelo y la biodiversidad edáfica.

La exploración de nuestra fauna nos lleva también a entornos urbanos, con el primer reporte documentado de alopecia en el murciélago nectarívoro *Glossophaga soricina* en Caracas. Este hallazgo, en una hembra adulta con significativa pérdida de pelaje, abre interrogantes sobre las posibles causas (nutricionales, parasitarias, ambientales) y resalta la importancia de monitorear la salud de las poblaciones de fauna silvestre que coexisten con nosotros en las ciudades. Los murciélagos urbanos pueden actuar como indicadores de la calidad ambiental y su estudio es pertinente para la salud pública y la conservación.

Finalmente, este número presenta una investigación con importantes implicaciones aplicadas en el campo de la fitorremediación. Se evalúa la capacidad del pasto *Megathyrus maximus* para recuperar suelos contaminados con petróleo pesado. Los resultados son alentadores, mostrando una reducción significativa (46%) de hidrocarburos en presencia de la planta, superior a la degradación natural (37%) en 180 días. El estudio vincula esta mayor eficiencia con una mayor actividad microbiológica en la rizósfera. Este trabajo ofrece una perspectiva prometedora para el uso de soluciones basadas en la naturaleza para enfrentar problemas de contaminación por hidrocarburos, un desafío relevante en el contexto venezolano.

En conjunto, los artículos de este número de *Acta Biologica Venezuelica* nos ofrecen una visión multifacética de la biología en Venezuela: honrando su historia, descubriendo su presente diverso -desde cangrejos y nemátodos hasta la fauna urbana- y buscando soluciones biológicas a problemas ambientales. Agradecemos a los autores por sus valiosas contribuciones y al cuerpo de árbitros por su indispensable labor. Confiamos en que este número será de gran interés para la comunidad científica nacional e internacional y estimulará nuevas investigaciones sobre la rica biodiversidad venezolana y sus interacciones ecológicas.

## PRODUCCIÓN ACADÉMICA DEL LABORATORIO DE PLANCTON, UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA: LOGROS Y DESAFÍOS

*Joxmer Scott-Frías<sup>1\*</sup>, Alfredo Castillo<sup>1</sup>, Egleé Casanova<sup>1,2</sup>,  
Rubén Torres<sup>1</sup> y María José Pardo<sup>1</sup>*

<sup>1</sup>Laboratorio de Ecología de Sistemas Acuáticos (Plancton), Instituto de Zoología y Ecología Tropical, Facultad de Ciencias, Universidad Central de Venezuela. Caracas, Venezuela. <sup>2</sup>Centro de Estudios Ambientales, Universidad Bolivariana de Venezuela, Caracas, Venezuela. \*joxmer@gmail.com

### RESUMEN

El Laboratorio de Plancton del Instituto de Zoología y Ecología Tropical de la Universidad Central de Venezuela, desde su fundación en la década de 1970, de la mano de la Dra. Evelyn Zoppi de Roa (†), hasta la actualidad, ha contribuido con investigación, docencia y extensión, liderando estudios sobre diversidad y ecología del plancton en diferentes ambientes acuáticos a nivel nacional y regional. En el presente trabajo, se hace una revisión de los proyectos de investigación realizados en el Laboratorio, hasta la actualidad, que condujeron a tesis en la licenciatura de Biología (TEG) así como en los doctorados de Ecología y Zoología (TD) de esta Universidad. Dicha revisión, se establece con el objetivo de divulgar las áreas principales sobre las que se han desarrollado los aportes al conocimiento científico, así como fijar metas a mediano y largo plazo para su continuidad académica y científica.

**Palabras clave:** zooplancton, fitoplancton, mar Caribe, Atlántico, Neotrópico, Universidad Central de Venezuela.

## Academic production of the Plankton Laboratory, Central University of Venezuela: Achievements and Challenges

### ABSTRACT

The Plankton Laboratory of the Institute of Zoology and Tropical Ecology of the Central University of Venezuela, since its foundation in the 1970s by Dr. Evelyn Zoppi de Roa (†), has contributed with research, teaching and extension, leading studies on plankton diversity and ecology in different aquatic environments at national and regional level. In the present work, a review is made of the research projects carried out in the Laboratory, up to the present time, which led to theses in the Biology degree (TEG) as well as in the Ecology and Zoology doctorates (TD) of this University. This review is established with the objective of disclosing the main areas on which the contributions to scientific knowledge have been developed, as well as setting medium- and long-term goals for its academic and scientific continuity.

**Keywords:** Zooplankton, phytoplankton, Caribbean Sea, Atlantic, Neotropics.

## INTRODUCCIÓN

El conocimiento de la diversidad, biogeografía, abundancia y ecología del plancton es indicador del potencial productivo de los ecosistemas acuáticos, por su biomasa disponible para las pesquerías (Sociedad Mexicana de Planctología, SOMPAC, 2023). Thompson y Carstensen (2023) señalan que el fitoplancton, como base de las redes alimentarias marinas, proporciona cerca de 90 millones de toneladas de proteínas a millones de personas en forma de pescados y mariscos. Al respecto, Venezuela en 2021 reportó alrededor de 223 mil toneladas en la producción de la pesca de captura (Banco Mundial, 2023). Hoy en día, las investigaciones en el plancton toman mayor relevancia desde el componente genético que apunta hacia nuevos estudios de la biodiversidad planctónica por su uso potencial en aplicaciones biotecnológicas (toxinas, pigmentos y otras aplicaciones) (SOMPAC, 2023).

Igual de importante resulta el fitoplancton, al producir cerca del 50% del oxígeno que se libera cada año a la atmósfera y es utilizado por el resto de los seres vivos (Thompson y Carstensen, 2023). Además, fija entre el 30 – 40% de CO<sub>2</sub> producido por el humano (Gruber *y col.*, 2019). No obstante, una gran cantidad de las emisiones de CO<sub>2</sub> liberadas durante las actividades humanas (como la quema de combustibles fósiles), no son aprovechadas por el fitoplancton. Al contrario, éstas contribuyen con la acidificación de los océanos, siendo parte de los procesos ocasionados por el cambio climático (NOAA, 2023), que afectan especialmente al plancton con estructuras corporales calcáreas, como moluscos (Comeau *y col.*, 2009), cocolitóforos (Poulton *y col.*, 2013), entre otros.

En Venezuela y el mundo, el cambio climático se ha convertido en uno de los principales causantes de la pérdida de muchos ecosistemas y sus especies (Villamizar, 2020). Las alteraciones climáticas causadas, constituyen un desafío complejo que a su vez representa una grave amenaza en las próximas décadas para los sistemas acuáticos, en los que se han registrado aumentos en la temperatura, disminución del pH y cambios en la salinidad, así como los eventos sucesivos asociados a estos procesos (Habibullah *y col.*, 2022; Kholssi *y col.*, 2023). Dichos cambios pueden favorecer la dominancia de ciertos grupos taxonómicos sobre otros y, por lo tanto, alterar la estructura de la comunidad planctónica y el equilibrio del CO<sub>2</sub> en condiciones futuras.

No menos importante es el efecto de la contaminación y el deterioro de los ecosistemas terrestres y acuáticos, el cual se ha exacerbado durante las últimas décadas. Según Rojas y Espinosa (2015) la contaminación de los sistemas acuáticos en Venezuela, tanto continentales como costeros, es producto del vertido de aguas residuales, de las cuales 95% se descargan sin tratamiento en los cuerpos de agua al norte del país, así como la prevalencia de derrames de petróleo y desechos domésticos, sanitarios e industriales. González (2023) indica que las descargas de

fertilizantes a lagos y embalses eutrofizados causan floraciones de cianobacterias, mientras que la actividad minera devasta enormes extensiones de terreno y contamina los recursos acuáticos. Por su parte, los micro y nanoplásticos se han convertido en un problema emergente durante las últimas décadas (Bollaín y Agulló, 2019). Estas partículas están presentes en el tracto digestivo de copépodos, cladóceros, rotíferos y otros organismos zooplanctónicos, que contribuyen en su fragmentación, liberando así fracciones más pequeñas durante su excreción (Zhao y col., 2023).

El uso sostenible de la biodiversidad implica la necesidad de entenderla como un “recurso natural no renovable” si se impacta en forma negativa e irreversible, por lo que es necesario protegerla del deterioro ambiental (Buroz, 1988; citado en Rocha, 2003). Un claro ejemplo de esta afirmación y las consecuencias de no hacerlo lo manifiesta Taphorn (s.f.), que relata la descripción, después de extinta, de una especie nueva para la ciencia de corroncho del lago de Valencia a partir de ejemplares colectados y almacenados por largo tiempo en un museo. La pérdida gradual de la diversidad, en los ambientes acuáticos, puede ser más común de lo que tenemos registro y no es ajena al plancton, en donde se presentan casos recientes como el copépodo descrito por Elías-Gutiérrez y col. (2023), para el archipiélago de las Galápagos (Ecuador), el cual posiblemente se encuentra extinto.

Los problemas y necesidades del país, aunados al cambio climático, contaminación y consecuente pérdida de biodiversidad, son prioridad para la comunidad científica y la sociedad en general. Esta situación incentiva las acciones de investigación, en búsqueda de contribuir en el desarrollo de soluciones integrales adecuadas. Aquí reside la importancia de los estudios científicos, que permiten fortalecer las áreas estratégicas y productivas de la nación, así como la gestión integral del agua y conservación de los ecosistemas acuáticos fundamentales para el aprovechamiento humano.

El marco de referencia planteado, otorga el valor e importancia a la producción académica y científica del Laboratorio de Plancton (actualmente Línea de Investigación del Plancton asociada al Laboratorio de Ecología de Sistemas Acuáticos) del Instituto de Zoología y Ecología Tropical, adscrito a la Facultad de Ciencias de la Universidad Central de Venezuela (UCV). El mismo es un espacio de docencia, investigación, extensión y divulgación científica, en el que se han formado profesionales con capacidad investigativa, técnica y humanista, quienes han liderado estudios de la diversidad y ecología del fitoplancton y zooplancton en ambientes dulceacuícolas, estuarinos y/o marinos de Venezuela. Por este motivo, el objetivo de la presente publicación es destacar los aportes científicos en materia de los proyectos de investigación que condujeron a tesis de pregrado y postgrado realizados en el Laboratorio de Plancton de la UCV, así como establecer las metas a mediano y largo plazo que favorezcan las actividades de investigación en el mismo.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Los productos de los estudios de investigación académica de pregrado y postgrado denominados Trabajos Especiales de Grado (TEG) y Tesis Doctorales (TD), respectivamente, realizados en el Laboratorio de Plancton, fueron ubicados en los archivos del Laboratorio y mediante el Sistema Integral de Bibliotecas de la Universidad Central de Venezuela (SIBUCV). Estos últimos se consultaron en la Sala de Publicaciones Oficiales de la Biblioteca Central UCV.

A partir de la revisión de los documentos y la obtención de la información (metadatos), se generaron indicadores de la cantidad de trabajos, el número de estudios por década, el grupo planctónico evaluado, el número de trabajos realizados por tipo de ambiente y las localidades estudiadas en el país. La información se representa visualmente mediante un mapa y diagramas de barras o circulares.

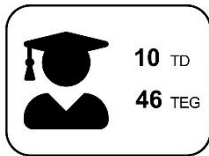
Finalmente, los trabajos recopilados se presentan en orden cronológico como un anexo separado de la bibliografía, donde se indica el autor o autores (apellido y nombre), año, título de la investigación, tipo de trabajo o tesis, tutor(es) y comentario sintetizado de los objetivos, área de estudio y principales resultados. Para diferenciar en el texto la cita de estos autores de las referencias de la bibliografía principal, los apellidos se colocan en fuente mayúscula (p. ej.: ZOPPI DE ROA, 1977).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

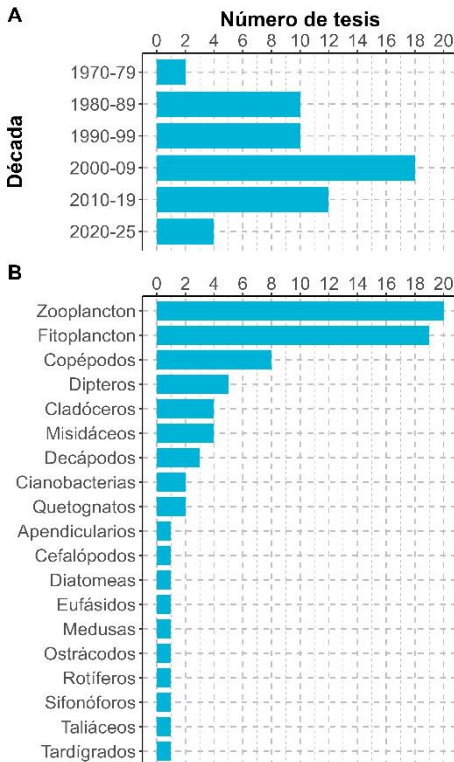
**LOGROS ALCANZADOS.** El Laboratorio de Plancton de la Universidad Central de Venezuela, se consolidó como un espacio de docencia, investigación y extensión desde la década de 1970, bajo la coordinación de la Dra. Evelyn Zoppi de Roa (Weky y Márquez-Rojas, 2020). Desde entonces y hasta la actualidad el laboratorio ha contribuido ininterrumpidamente en la productividad científica y académica del país, a través del desarrollo de 56 productos académicos: 46 trabajos de pregrado y 10 tesis de doctorado, los cuales aportaron conocimientos sobre la diversidad y ecología del plancton venezolano (Figura 1). Estos aportes han llegado a posicionar al Laboratorio como punto de referencia a nivel nacional y regional, en lo que respecta a estudios del plancton marino, estuarino y dulceacuícola. Además, ha contribuido en la formación de profesionales integrales que continuaron con la investigación del plancton en otras instituciones nacionales como la Universidad del Zulia (LUZ), Universidad de Carabobo (UC) y Universidad de Oriente (UDO – Cumaná).

Las primeras tesis realizadas en el Laboratorio fueron la TD de ZOPPI DE ROA (1977) y el TEG de MICHELANGELLI (1977). Desde entonces, durante cada década se incrementó el número de trabajos hasta alcanzar

el máximo (18) durante los años 2000-2009 (Figura 2A). Para la década del 2010-2019 el número de trabajos se redujo en 39% respecto a la década anterior y, en lo que va de 2020-2025, sólo se contabilizan cuatro TEG, los cuales han debido superar la crisis socioeconómica y académica del país (Requena, 2003, 2021) y la pandemia por COVID-19 (Ciotti y col., 2020; OPS, 2020), que también afectaron el normal funcionamiento de las actividades del Laboratorio y de la Universidad.



**Figura 1.** Número de tesis por tipo. Pregrado: Trabajo Especial de Grado (TEG); Postgrado: Tesis de Doctorado (TD).



**Figura 2.** (A) Número de tesis realizadas por década. (B) Número de tesis realizadas por grupo del plancton. Nota: Algunos trabajos involucraron ambos componentes del plancton (fito y zoo), por esto la cantidad obtenida puede resultar mayor al número de Trabajo Especial de Grado (TEG) y Tesis de Doctorado (TD) realizados.

Un porcentaje importante de las tesis realizadas en el Laboratorio de Plancton han sido orientadas al estudio de la estructura de la comunidad (taxonomía, composición, sucesión, diversidad y abundancia) del fitoplancton y/o del zooplancton general, sin considerar grupos

taxonómicos particulares (Figura 2B). Al analizar el número de tesis enfocadas en uno o varios grupos del fitoplancton o del zooplancton, se advierte el menor número de las mismas hacia el fitoplancton, destacando las realizadas en diatomeas (MADRIZ y RAMOS, 1993) y cianobacterias (TORRES, 2012; RIVERA, 2018).

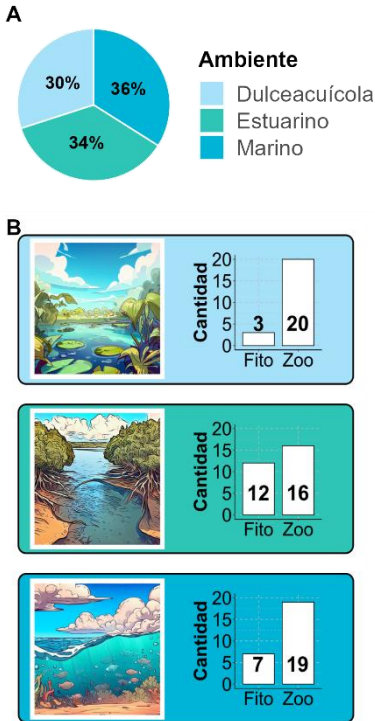
Por el contrario, el zooplancton ha recibido mayor atención y las tesis se han realizado en grupos específicos tales como copépodos, larvas de dípteros, cladóceros, misidáceos, larvas de decápodos, decápodos del holoplancton (luciféridos) y quetognatos (Figura 2B). No obstante, el número de grupos zooplanctónicos también es amplio y muchos de ellos han sido poco estudiados, tales como los apendicularios, cefalópodos, eufáusidos, medusas, ostrácodos, rotíferos, sifonóforos y taliáceos. En cambio, otros grupos de importancia, todavía no han recibido ninguna atención en el laboratorio, como los protozoarios planctónicos (foraminíferos, radiolarios, rizópodos, etc.), poliquetos, anfípodos, moluscos heterópodos y pterópodos, entre otros.

Las tesis realizadas en el Laboratorio se han desarrollado en los tres principales ambientes acuáticos: dulceacuícola, estuarino y marino que difieren en cuanto a sus características físicas, químicas y biológicas. La proporción de estudios realizados entre los distintos ambientes resulta proporcionalmente equivalente, con una menor cantidad en los ambientes dulceacuícolas (Figura 3A). Mientras que se observa una clara tendencia en cuanto a la caracterización de éstos, resultando en un mayor número de estudios enfocados en el zooplancton (Figura 3B).

**LOCALIDADES DE ESTUDIO.** Las tesis del Laboratorio de Plancton fueron realizadas principalmente en la región norte costera del país, y muchas han sido posibles gracias a la participación de la institución en diversos proyectos e iniciativas de investigación de empresas privadas o gubernamentales. Estos estudios se pueden dividir en periodos, identificados por área geográfica, ambiente o proyecto marco, durante los cuales se efectuó la caracterización y evaluación de las relaciones ecológicas de la comunidad planctónica en los apartados que se describen a continuación.

**Sabanas inundables de los Llanos de Apure: Módulo Experimental de Mantecal (entre 1975 a 2000).** Las sabanas de “*banco, bajo y estero*” (Ramia, 1967), conforman el 20% de los Llanos venezolanos, extendiéndose desde el Alto Apure, oeste de los estados Barinas y Guárico hasta pequeñas zonas de Cojedes, Portuguesa y Monagas. Las sabanas de esta región se caracterizan por una alta producción primaria y buena calidad de gramíneas. No obstante, el ciclo de lluvia y sequía produce condiciones muy particulares que afectan de forma negativa el desarrollo agropecuario, y por tanto, la economía de la región. La época de lluvias inunda las zonas baja y media de la sabana (estero y bajo,

respectivamente), obligando al ganado a movilizarse hacia el “banco”, zona más alta del paisaje, el cual muchas veces está lleno de maleza por el sobrepastoreo. A este período, le sigue uno de larga sequía durante el cual, el agua acumulada en las partes bajas se pierde por evapotranspiración (Bulla y col., 1990).



**Figura 3.** (A) Proporción de las tesis realizadas en ambientes dulceacuicola, estuarino y marino. (B) Número de tesis por ambiente y grupo del plancton. Nota: Algunos trabajos consideran ambos componentes del plancton (fito y zoo), por esto la cantidad obtenida puede resultar mayor al número de Trabajo Especial de Grado (TEG) y Tesis de Doctorado (TD) realizados.

Con el propósito de controlar las condiciones extremas de inundación y sequía, y garantizar pasto de calidad para el ganado durante todo el año, el Gobierno Nacional ideó un proyecto ambicioso de modulación de las sabanas del Alto Apure. Así, en 1971 se construyó, en las cercanías de la población de Mantecal (Apure), el primer represamiento de agua de lluvia mediante diques interconectados que recibió el nombre de “Módulo Experimental de Mantecal”, con la finalidad de servir como un laboratorio natural para evaluar los efectos de la modulación sobre las características de estos ecosistemas de sabanas (Ramia, 1974; Bulla y col., 1990).

Los primeros trabajos realizados en el Módulo de Mantecal por investigadores del Laboratorio de Plancton comenzaron en 1975, efectuándose estudios comparativos sobre aspectos ecológicos y taxonómicos de organismos planctónicos en zonas libres de vegetación y

entre pastizales en las sabanas naturales y moduladas, en un ciclo climático de lluvia y sequía. Entre las tesis realizadas figuran la de MICHELANGELO (1977) en la que se estudió la composición y estructura de la comunidad del zooplancton, sus variaciones temporales y espaciales, así como otros aspectos de la productividad secundaria, y las relaciones fito-zooplancton. TARAMONA (1981), estudió la sucesión y las variaciones espaciales y temporales en la composición y estructura de la comunidad fitoplanctónica en pastizales naturales y modulados. BETANCOURT (1983) y JIMÉNEZ (1984), evaluaron en copépodos y cladóceros, respectivamente, la composición, biomasa y productividad durante el proceso de sucesión, en un pastizal inundable de la sabana modulada.

Durante esta etapa también se desarrolló una línea de investigación referente a la influencia de la depredación por peces pequeños sobre la estructura de las comunidades del zooplancton en sabanas moduladas. Sobre este tema, PALACIOS (1991) hizo un análisis comparativo sobre los hábitos alimentarios del pez tetra *Hemigrammus marginatus* y el zooplancton presente en las lagunas estudiadas. SERRANO (1995), estableció mediante métodos multivariados los caracteres diagnósticos que permiten identificar a la especie de cladóceros *Alona pulchella* y corroborar su presencia en los módulos de Mantecal y ROJAS (2000) estudió el fenómeno de latencia en copépodos y cladóceros presentes en los módulos, sometidos a variaciones temporales del volumen de agua.

**Lagunas costeras (entre 1981 a 2001).** El complejo lagunar Tacarigua – Unare – Píritu representa el sistema de lagunas costeras más importantes del país. Están localizadas en el norte de la región centro-oriental de Venezuela (Cressa *y col.*, 1993), entre los estados Miranda y Anzoátegui. Las lagunas están separadas del mar por una barra litoral de arena y restos de conchas de moluscos, cuya composición depende de las condiciones físicas y geológicas que propiciaron su formación (Roa, 1988). Además, son ambientes poco profundos, muy ricos en nutrientes, con una gran productividad primaria (BONNIN, 1983; GONZÁLEZ, 1985) y con poblaciones monoespecíficas de especies zooplanctónicas eurihalinas abundantes (Zoppi de Roa, 1991). Estas lagunas son áreas de gran importancia comercial por su potencial pesquero y acuícola que incluyen principalmente la producción de peces y camarones. Además, representan un hábitat importante para una gran cantidad de especies de aves que utilizan las lagunas como sitios de albergue, criadero, alimentación y como hábitat transitorio para aquellas especies de aves migratorias (Ramírez y Roa, 1994).

En el sistema Tacarigua – Unare – Píritu, se realizaron diferentes TEG y TD, siendo la laguna de Tacarigua la más estudiada. Los 9 trabajos realizados en esta última, abarcan una amplia gama de estudios ecológicos y taxonómicos. ZACARÍAS (1981) estudió el ciclo de vida del copépodo *Oithona hebes*, principal componente del zooplancton estuarino

de Tacarigua. GUTIÉRREZ (1983) identificó 47 especies fitoplanctónicas, destacando una diatomea y un dinoflagelado por su abundancia y permanencia. Por su parte, GONZÁLEZ (1985) realizó la primera estimación de productividad primaria del fitoplancton para Tacarigua. MARTÍNEZ (1992) estudió la estructura comunitaria del zooplancton y sus variaciones espaciales y temporales. SPINIELLO (1997) evaluó la concentración de nutrientes y herbivoría del zooplancton como mecanismos reguladores del fitoplancton. PALACIOS (2001) realizó una investigación sobre larvas de decápodos, un componente relevante del meroplancton marino, donde evidenció la importancia de la laguna como zocriadero de varias especies de camarones y de cangrejos jaibas. En la laguna de Unare, SPINIELLO (1982), estudió la composición, variaciones espaciales y sucesión del fitoplancton y CAÑIZALEZ (1992), caracterizó la composición y abundancia relativa de la comunidad zooplanctónica. Por último, MARDOMINGO (1993) estudió la composición y distribución del zooplancton de la laguna de Píritu.

**Parque Nacional Morrocoy y Refugio de Fauna Silvestre de Cuare (entre 1981 a 2018).** El Parque Nacional Morrocoy y el Refugio de Fauna Silvestre de Cuare representan un enorme reservorio de diversidad biológica. Estas dos áreas protegidas se encuentran ubicadas en la costa oriental del estado Falcón, caracterizadas por una gran heterogeneidad de ecosistemas marinos y costeros. Están ubicados entre las poblaciones de Tucacas y Chichiriviche con una superficie aproximada de 320 km<sup>2</sup>, en la que se desarrolla una intensa actividad turística y balnearia (Bone, 2005). En Morrocoy y Cuare se han realizado algunos estudios enfocados en la biología poblacional y producción secundaria del misidáceo *Metamysidopsis insularis* (PUJOL y CARREÑO, 1981; DELGADO, 1985; DUQUE, 2008). Otro aspecto evaluado, fue el balance de carbono, tasa de crecimiento y pastoreo ejercido sobre la comunidad fitoplanctónica por el zooplancton (FREIRE, 2002; PÉREZ, 2002). Por su parte, LEÓN (2009) determinó la respuesta del fitoplancton a variaciones en la concentración de nutrientes del agua.

Con el fin de obtener una visión global e integral de las comunidades marinas del parque con vías al desarrollo de planes de uso y gestión para su conservación, se realizó del 2000 al 2005, un macroproyecto conocido como “Agenda Parque Nacional Morrocoy”. El mismo tenía como objetivo conocer el estado de los principales ecosistemas del parque, así como evaluar la problemática del deterioro ambiental y contaminación (Bone, 2005). En el marco de este proyecto se obtuvieron muestras mensuales de zooplancton desde Febrero de 2000 a Enero de 2002 en 13 estaciones a lo largo de la localidad. Este material representa un recurso valioso de investigación que ha sido insuficientemente aprovechado. A partir de estas muestras, se ha evaluado la taxonomía y ecología de algunos grupos como los apendicularios y tunicados planctónicos (BERSOVINE, 2018), así como los quetognatos (TUOZZO, 2018).

**Parque Nacional Mochima (entre 1997 a 2018).** La bahía de Mochima, situada en el Parque Nacional Mochima al occidente del estado Sucre, posee una longitud de 7,6 km por 0,3-3,5 km de ancho y 60 m de profundidad en la boca (Okuda *y col.*, 1968). El área cuenta con una diversidad marina elevada y cambios hidrográficos intensos a lo largo del año. Las aguas sub-superficiales de la Fosa de Cariaco penetran por la boca de la bahía durante la época de surgencia, que ocurre en forma periódica durante los primeros meses del año (enero-abril), debido a la fuerza de los vientos alisios del noreste (González *y col.*, 2006).

Las características hidrográficas, biodiversidad, así como el potencial turístico de la bahía de Mochima fueron claves para escogerla como sitio estratégico para actividades de docencia y la investigación del plancton. Entre los estudios realizados en la comunidad planctónica destaca el de EXPÓSITO (1997) quien evaluó los efectos de las descargas de una laguna de oxidación de aguas servidas del pueblo sobre las comunidades planctónicas de la bahía. GONZÁLEZ (2004) determinó un índice de surgencia asociado con los factores fisicoquímicos del agua y la dinámica del plancton en la boca de la bahía. Posteriormente SEGOVIA (2017) y BENÍTEZ (2018) evaluaron las variaciones de los microcrustáceos (cladóceros y copépodos) y del fitoplancton respectivamente, en un gradiente de distribución horizontal.

RIVERA (2018) realizó su trabajo en la planta de tratamiento de aguas residuales del pueblo de Mochima, donde tomó muestras de fitoplancton de tanques sépticos, lagunas de oxidación y estabilización que reciben las aguas servidas para su tratamiento y posterior descarga en la bahía. Dicho estudio estuvo dirigido principalmente a la identificación de las cianobacterias y sus cianotoxinas, así como la determinación *in situ* de variables fisicoquímicas para establecer el estado de funcionamiento y mantenimiento de la planta.

**Península de Paria (entre 1998 a 2021).** La península de Paria se localiza en el extremo nororiental del estado Sucre y comprende un área de 1.078 km<sup>2</sup>. Las características ambientales más resaltantes de esta zona son pendientes que varían entre 0 a 5%, con una precipitación media anual entre 1.000 a 1.800 mm, y una temperatura media anual de 25 a 27 °C. En dicha región se realizaron estudios a través de un extenso proyecto multidisciplinario, financiado por el Fondo Nacional de Ciencia Tecnología e Innovación (FONACIT), a finales de la década de 1990 hasta 2010, con particular interés en el mosquito *Anopheles aquasalis*, principal vector del parásito de la malaria *Plasmodium vivax*. Los criaderos estudiados se ubican en la vertiente sur de la península, con diferentes tipos de ambientes a lo largo de un gradiente de salinidad que varió entre 0,1 y 17 ppm (Zoppi de Roa *y col.*, 2002). Un número importante de TEG se hicieron durante dicho proyecto, donde la comunidad planctónica y vegetación acuática de los humedales fueron descritas y se establecieron

relaciones ecológicas con la larva del mosquito. Posterior a la culminación del financiamiento del proyecto, algunos estudios han continuado hasta la década actual con la revisión de muestras depositadas en el Laboratorio de Plancton, como continuación de las investigaciones relacionadas con el vector de la malaria.

En el proyecto hubo un interés particular por encontrar posibles controles biológicos de la larva en sus primeros estadios, cuando vive en la comunidad planctónica. Es así que PERNÍA (1999) realizó un experimento *ex situ* con larvas de *An. aquasalis* y dos especies de copépodos ciclopoideos congéneres, *Mesocyclops longisetus* y *M. meridianus*, como posibles depredadores de la larva en sus dos primeros estadios. ORTIZ (2000), TORRES (2003) y GARCÍA (2008) se enfocaron en el estudio de las asociaciones del zooplancton con diferentes tipos de parches de vegetación en ambientes con presencia de la larva. Más adelante, PÉREZ (2021) reeditó dicho estudio con un análisis comparativo de las comunidades zooplanctónicas de dos humedales, donde también identificó las larvas de *An. aquasalis* y otros culicidos.

**Archipiélagos e islas oceánicas (entre 2001 a 2022).** Durante el periodo de evaluación de la comunidad planctónica en los archipiélagos e islas oceánicas, el Laboratorio de Plancton realizó una labor pionera, en la que se estudió la biodiversidad planctónica y procesos ecológicos relevantes en los ecosistemas oceánicos e insulares del mar Caribe. La región marítima e insular está conformada por 311 cayos, islotes e islas (Miloslavich y col., 2005). Algunas son islas solitarias y otras agrupadas en archipiélagos con una alta diversidad de arrecifes coralinos y praderas de fanerógamas marinas, así como bosques de manglares en algunas de ellas. Estas condiciones y gran variabilidad de ambientes a su vez, propician una elevada biodiversidad la cual es poco conocida. Adicionalmente, algunas áreas del mar venezolano resultan de particular interés debido a que representan zonas de surgencia con una elevada productividad pelágica (Miloslavich y col., 2005).

El Laboratorio de Plancton llevó a cabo proyectos de investigación en el Parque Nacional Archipiélago Los Roques y en el Refugio de Fauna Silvestre Isla de Aves. En el año 2000, se realizaron las primeras colectas de plancton en Los Roques y en años sucesivos (2005, 2008, 2009) en Isla de Aves, lo cual generó una importante colección de muestras depositadas en el Laboratorio que han sido empleadas en los últimos años para el desarrollo de varios TEG y TD, que han permitido profundizar en aspectos taxonómicos y ecológicos de ciertos grupos del zooplancton.

El estudio de CASANOVA (2001) en el Parque Nacional Archipiélago Los Roques, caracterizó las comunidades zooplanctónicas en cinco zonas del parque. Igualmente, CASANOVA (2016) trabajó en el Refugio de Fauna Silvestre Isla de Aves y evaluó la dinámica de la comunidad planctónica en

varias épocas, entre ellas, la época de alta frecuencia de huracanes que afectan a la isla. A partir de las muestras obtenidas durante este estudio, se amplió el conocimiento de 5 grupos zooplanctónicos que fueron analizados posteriormente en otras tesis. Así, BERSOVINE (2018) evaluó la taxonomía y abundancia de apendicularios y taliáceos en la isla, mientras que TUOZZO (2018) trabajó la taxonomía y ecología de los quetognatos. STELLA (2022) estimó la composición, densidad, biomasa, longitud del manto y distribución de las paralarvas planctónicas de cefalópodos y CASTILLO (2022) contribuyó al estudio de la riqueza, abundancia y distribución de larvas de crustáceos Anomura y Brachyura alrededor de la isla.

**Delta del Orinoco, océano Atlántico y golfo de Venezuela (entre 2004 a 2022).** Los estudios del plancton realizados en estas regiones se plantearon en el marco de las Líneas Bases Ambientales, correspondientes al Convenio PDVSA – INTEVEP con las universidades nacionales para el desarrollo de actividades asociadas a la extracción de hidrocarburos líquidos y gaseosos. Esto permitió estudios interdisciplinarios en conjunto con otras instituciones científicas y universidades, favoreciendo la investigación detallada de diferentes grupos del zooplancton con importancia ecológica. En el Delta del Orinoco y la costa Atlántica venezolana, los estudios de línea base se realizaron a través de los proyectos de investigación denominados Plataforma Deltana y Fachada Atlántica (Gómez *y col.*, 2005). Por su parte, en la península de Paraguaná y golfo de Venezuela, los estudios se realizaron mediante el proyecto Rafael Urdaneta (Martín, 2007). Tales investigaciones constituyen un valioso marco de referencia geográfico y ecológico, debido a la importancia que revisten para la gestión de los recursos de una amplia línea costera de 3.964 km de longitud (Miloslavich *y col.*, 2005), en las que se encuentran zonas de gran importancia pesquera (Novoa *y col.*, 1998).

En la costa Atlántica de Venezuela, CAMISOTTI (2004) estudió la distribución espacial de copépodos, quetognatos y eufáusidos. Del mismo modo, GAZZOTTI (2011) determinó la estructura poblacional, abundancia, talla y proporción de sexos en un decápodo del holoplancton (*Belzebub faxoni*, antes *Lucifer faxoni*) en el Atlántico y la península de Paraguaná. Por su parte, en la costa noroeste de la península de Paraguaná, SCOTT (2011) contribuyó con el conocimiento de la estructura poblacional de especies planctónicas de ostrácodos y cladóceros. Por último, MONCADA (2015) evaluó la composición, abundancia y distribución de especies de cnidarios planctónicos en el golfo de Venezuela y Atlántico venezolano. STELLA (2022) trabajó con paralarvas de cefalópodos en el Atlántico venezolano, y reportó la dominancia de calamares de las familias Ommasthephidae y Loliginidae.

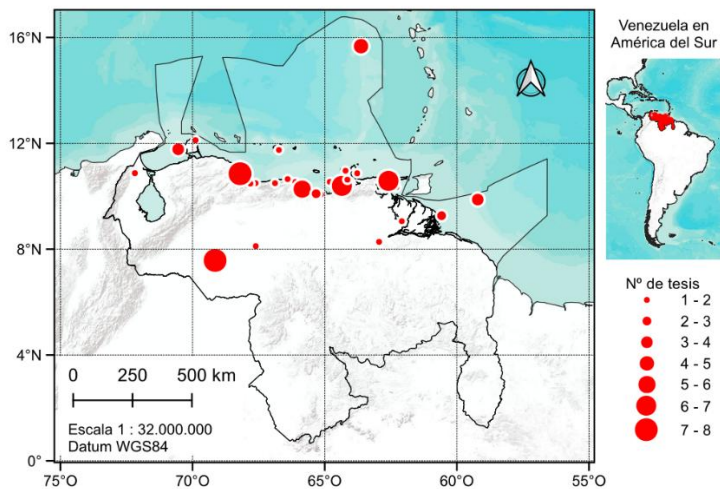
**Cuenca de Cariaco (entre 2006 a 2009).** La cuenca o fosa de Cariaco es una depresión continental con una profundidad máxima de 1.400 m, ubicada en el oriente de la plataforma continental venezolana (Astor *y col.*,

2003). En 1995 se inició un proyecto de caracterización oceanográfica de las aguas de la cuenca de Cariaco y su relación con el cambio climático, conocido como Proyecto CARIACO (Carbon Retention In A Colored Ocean). Mediante la participación multiinstitucional, permitió integrar esfuerzos entre diferentes grupos de investigación venezolanos y extranjeros con el objetivo de obtener una serie temporal de datos oceanográficos y biológicos que permitieron definir el flujo de carbono que allí ocurre (Varela y col., 2007). En este marco, se desarrolló el trabajo de STAVRINAKY (2006), quien analizó el pastoreo del microzooplancton y cómo éste afecta el crecimiento de diferentes grupos de fitoplancton. Posteriormente, ROJAS (2009) caracterizó la dinámica de la surgencia y estimó la relación entre oferta y demanda de carbono en el sistema planctónico de la cuenca de Cariaco.

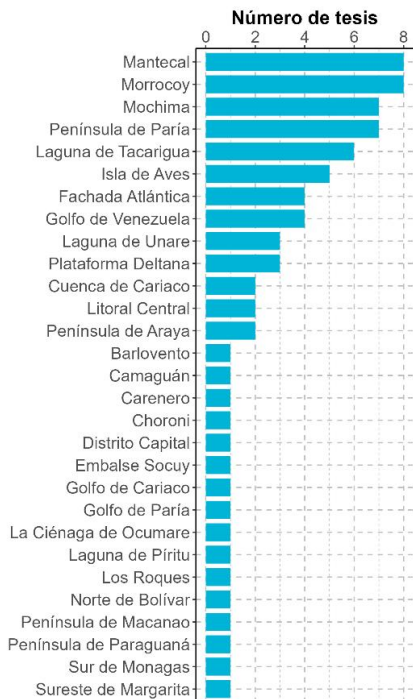
**Localidades adicionales.** Estudios realizados en localidades distintas a las previamente mencionadas, dieron lugar a trabajos de pre y postgrado con los que se desarrollaron iniciativas de investigación independientes, las cuales hicieron énfasis en diversos aspectos ecológicos del plancton. MADRIZ Y RAMOS (1993) en muestras de diatomeas obtenidas en Araya (Sucre), evaluaron su respuesta en medios de cultivo bajo distintas concentraciones de CO<sub>2</sub>. MARCHÁN (1993) estudió la estructura poblacional del misidáceo *Mysidium columbiae* en aguas aledañas a manglares de La Ciénaga de Ocumare (Aragua). LÓPEZ (2001) evaluó el comportamiento de depredación por parte de larvas de *Chaoborus* sobre crustáceos planctónicos en el embalse Socuy (Zulia); PARDO (2003) estudió la composición espacial y estacional de los rotíferos litorales (perifíticos y planctónicos asociados a la vegetación acuática) en tres cuerpos de agua someros e inundables en la Reserva de Fauna “Esteros de Camaguán” (Guárico).

Por su parte, LÓPEZ (2006) evaluó las variaciones espaciales y temporales del fitoplancton en un área del litoral central (La Guaira). GONZÁLEZ (2008) caracterizó la comunidad fitoplanctónica en Puerto Colombia (Aragua) y evaluó el efecto del enriquecimiento por nutrientes sobre el fitoplancton. TORRES (2012) determinó algunos aspectos ecológicos de cianobacterias y microalgas provenientes de muestreos de diversas localidades del país y otras obtenidas de ceparios privados, donde adicionalmente evaluó su potencial biotecnológico en medios de cultivo. MÁRQUEZ (2016) evaluó las variaciones espaciales y temporales del mesozooplancton en el saco del golfo de Cariaco (Sucre). PEREIRA (2019) estudió la dinámica del microfítobentos y su relación con el plancton en la costa Central (Miranda). Finalmente, TEZARA (2023) describió la morfología e identificación de los tardígrados limnoterrestres del valle de Caracas.

Los diversos estudios realizados durante los 55 años del laboratorio han cubierto un total de 29 localidades, en las que destacan las sabanas inundables de Mantecal y el Parque Nacional Morrocoy como las localidades con el mayor número de trabajos (8), mientras que en 16 localidades (55%) sólo se han realizado estudios únicos (Figuras 4 y 5).



**Figura 4.** Distribución geográfica y cantidad de tesis realizadas por el Laboratorio de Plancton de la Universidad Central de Venezuela. Nota: Algunos trabajos evaluaron la comunidad planctónica en más de una localidad, por esto la cantidad obtenida puede resultar mayor al número de Trabajo Especial de Grado (TEG) y Tesis de Doctorado (TD) realizados.



**Figura 5.** Número de tesis por localidad. Nota: Algunos trabajos evaluaron la comunidad planctónica en más de una localidad, por esto la cantidad obtenida puede resultar mayor al número de TEG y TD realizados.

**DESAFÍOS Y CONSIDERACIONES FINALES.** El Laboratorio de Plancton ha contribuido en gran medida al mejor conocimiento de los ambientes dulceacuícolas, estuarinos y marinos de Venezuela, especialmente en la zona costera al norte del país. Sin embargo, pocas han sido las investigaciones realizadas por el Laboratorio en los ambientes dulceacuícolas al sur del país y en aguas oceánicas del mar territorial venezolano, el cual comprende aproximadamente 500.000 km<sup>2</sup> de Zona Económica Exclusiva (Flanders Marine Institute, 2019). Existe un gran desconocimiento del plancton de las zonas mesopelágica (200 a 1000 m) y batipelágica (>1000 m), que contribuyen en los procesos ecológicos oceánicos y en particular a la economía del país, gracias al aporte de nutrientes debido a la surgencia de aguas profundas, que afectan la productividad del fitoplancton y zooplancton asociado a la actividad pesquera (Castellanos y col., 2002; Miloslavich y col., 2005).

El Laboratorio de Plancton ha estado en la vanguardia de las necesidades del país y en continua actualización con los nuevos avances tecnológicos y científicos. Por lo tanto, una necesidad para el Laboratorio es continuar desarrollando proyectos para ampliar el conocimiento de la biodiversidad planctónica venezolana, establecer el estado actual de dichas poblaciones o detectar posibles eventos de extinción de especies. Igualmente, el Laboratorio tiene el desafío de fomentar nuevas investigaciones en el campo del conocimiento del mixoplancton, que comprende la fotoautotrofia y fagotrofia por parte del plancton protista, importante como grupo funcional en las redes alimentarias, así como los impactos ecológicos en los ecosistemas acuáticos (Glibert y Mitra, 2022).

Por otra parte, es necesario la formación y divulgación científica sobre el plancton venezolano dirigida a un público general, a través de libros, capítulos de libros, folletos, videos, redes sociales, entre otras, aprovechando las nuevas estrategias pedagógicas interactivas disponibles en las plataformas virtuales, así como la facilitación de cursos, talleres, seminarios y demostraciones experimentales.

Finalmente, se presenta una lista tentativa de actividades prioritarias a desarrollar a mediano y largo plazo, las cuales se mencionan a continuación:

(i) Propiciar la adquisición de herramientas metodológicas que permitan estudiar la ecología funcional del plancton (Glibert y Mitra, 2022; Millette y col., 2023).

(ii) Continuar con el desarrollo de los estudios moleculares del plancton (González y col., 2023). Estas técnicas favorecerán la evaluación de la biodiversidad del plancton, a la vez que permitirán resolver controversias con el estatus taxonómico de algunas especies tropicales.

(iii) Realizar cultivos y experimentos *in situ* (o *ex situ*) con organismos del plancton ante contaminantes ambientales (microplásticos, pesticidas y fertilizantes, efluentes industriales y domésticos, entre otros), que

permitan diseñar modelos y estrategias que logren predecir y/o minimizar el deterioro de los ecosistemas.

(iv) Avanzar con la preparación de colecciones de referencias planctónicas, que contribuyan al Museo de Biología UCV.

(v) Desarrollar análisis de modelos de nicho, para predecir la distribución y abundancia de especies planctónicas en relación a vectores de enfermedades como la malaria o especies invasoras.

(vi) Incorporar al Laboratorio de Plancton a las Redes Regionales de Investigación del Zooplancton en Latinoamérica y el Caribe, a los fines de participar y/o aprovechar cursos y talleres orientados a investigadores y estudiantes de postgrados en los distintos países. Una de las prioridades de estas redes de investigación es la de estandarizar las metodologías a los fines de realizar comparaciones de investigaciones similares.

## AGRADECIMIENTOS

Al personal de la Sala de Publicaciones Oficiales de la Biblioteca Central, Universidad Central de Venezuela, por su diligente y amable atención. Gracias a todos los tesisas, pasantes y estudiantes que debieron “contarlo todo” a la Dra. Evelyn Zoppi de Roa (1931-2019†); con sus contribuciones el plancton continuará viviendo.

## LITERATURA CITADA

- Astor, Y., F. Muller-Karger, y M.I. Scranton. 2003. Seasonal and interannual variation in the hydrography of the Cariaco Basin: Implications for basin ventilation. *Cont. Shelf Res.* 23(1):125-144.
- Banco Mundial. 2023. Producción de la pesca de captura (toneladas métricas) - Venezuela, RB. World Bank Open Data. World Bank Open Data. Revisado julio 17, 2023. <https://datos.bancomundial.org/indicador/ER.FSH.CAPT.MT?locacion=VE>.
- Bollaín, C. y D.V. Agulló. 2019. Presencia de microplásticos en aguas y su potencial impacto en la salud pública. *Rev. Esp. Salud Pública* 93:e 1-10.
- Bone, D. 2005. *Estudio integral del Sistema Parque Nacional Morrocoy con vías al desarrollo de planes de uso y gestión para su conservación*, Informe Final. (D. Bone, ed). Universidad Simón Bolívar, Universidad Central de Venezuela, Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas, Universidad Nacional Experimental Francisco de Miranda, Fondo Nacional de Ciencias, Tecnología e Innovación (Fonacit), Caracas, Venezuela, 877 pp.
- Bulla, L., J. Pacheco, y G. Morales. 1990. Seasonally flooded Neotropical savanna closed by dikes; Pp. 177-211. En *Ecosystems of the world*. Vol. 17. Elsevier, Amsterdam, Países Bajos.
- Castellanos, P., R. Varela, y F. Muller-Karger. 2002. Descripción de las áreas de surgencia del sur del Mar Caribe examinadas con el sensor infrarrojo AVHRR. *Mem. Fund. Salle Cienc. Nat.* 154:55-76.
- Ciotti, M., M. Ciccozzi, A. Terrinoni, W.-C. Jiang, C.-B. Wang, y S. Bernardini. 2020. The COVID-19 pandemic. *Crit. Rev. Clin. Lab. Sci.* 57(6):365-388.
- Comeau, S., G. Gorsky, R. Jeffree, J.-L. Teyssié, y J.-P. Gattuso. 2009. Impact of

- ocean acidification on a key Arctic pelagic mollusc (*Limacina helicina*). *Biogeosciences* 6(9):1877-1882.
- Cressa, C., E. Vásquez, E. Zoppi de Roa, J.E. Rincón, y C. López. 1993. Aspectos generales de la limnología en Venezuela. *Interciencia* 18:237-248.
- Elias-Gutiérrez, M., M. Steinitz-Kannan, E. Suárez-Morales, y C. López. 2023. *Mastigodiatomus galapagoensis* n. sp. (Crustacea: Copepoda: Diaptomidae), a possibly extinct copepod from a crater lake of the Galápagos archipelago. *PeerJ*
- 11 Flanders Marine Institute. 2019. Marine Regions Venezuelan Exclusive Economic Zone (EEZ).
- Glibert, P.M. y A. Mitra. 2022. From webs, loops, shunts, and pumps to microbial multitasking: Evolving concepts of marine microbial ecology, the mixoplankton paradigm, and implications for a future ocean. *Limnol. Oceanogr.* 67(3):585-597.
- Gómez, M.G., M. Capaldo, C. Yanes, y A. Martín. 2005. *Frente Atlántico venezolano. Investigaciones Geoambientales*. Ciencias Ambientales. PDVSA y Fondo Editorial Fundambiente, Caracas, Venezuela, 159 pp.
- González, E.J. 2023. Agua, crisis hídrica y otras misceláneas. *Interciencia* 48(7):329.
- González, E.J., M.J. Pardo, R. Torres, J. Scott-Frias, y C. López. 2023. Studies on freshwater zooplankton of Venezuela: Present and future perspectives. *Limnologica* 100:126051.
- González, F., E. Zoppi de Roa, y E. Montiel. 2006. Productividad primaria del fitoplancton en la bahía de Mochima, Venezuela. *Investig. Mar.* 34(2):37-45.
- Gruber, N., D. Clement, B.R. Carter, R.A. Feely, S. van Heuven, M. Hoppema, M. Ishii, R.M. Key, A. Kozyr, S.K. Lauvset, C. Lo Monaco, J.T. Mathis, A. Murata, A. Olsen, F.F. Perez, C.L. Sabine, T. Tanhua, y R. Wanninkhof. 2019. The oceanic sink for anthropogenic CO<sub>2</sub> from 1994 to 2007. *Science* 363(6432):1193-1199.
- Habibullah, M.S., B.H. Din, S.-H. Tan, y H. Zahid. 2022. Impact of climate change on biodiversity loss: global evidence. *Environ. Sci. Pollut. Res. Int.* 29(1):1073-1086.
- Kholssi, R., H. Lougraimzi, y I. Moreno-Garrido. 2023. Effects of global environmental change on microalgal photosynthesis, growth and their distribution. *Mar. Environ. Res.* 184:105877.
- Martín, A. 2007. *Estudio de Línea Base del Proyecto Rafael Urdaneta Bloques Negociados: Moruy II*, Informe Final. (A. Martín, ed). INTECMAR, Universidad Simón Bolívar, Caracas, Venezuela, 159 pp.
- Millette, N.C., R.J. Gast, J.Y. Luo, H.V. Moeller, K. Stamieszkin, K.H. Andersen, E.F. Brownlee, N.R. Cohen, S. Duhamel, S. Dutkiewicz, P.M. Glibert, M.D. Johnson, S.G. Leles, A.E. Maloney, G.B. Mcmanus, N. Poulton, S.D. Princiotta, R.W. Sanders, y S. Wilken. 2023. Mixoplankton and mixotrophy: future research priorities. *J. Plankton Res.* 45(4):576-596.
- Miloslavich, P., E. Klein, A. Martín, C. Bastidas, B. Marin, y P. Spiniello. 2005. Venezuela; Pp. 109-136. En *Caribbean Marine Biodiversity - The known and unknown*. P. Miloslavich, y E. Klein, eds, DEStech Publications, Inc., Caracas, Venezuela.
- NOAA. 2023. What is ocean acidification? Revisado agosto 4, 2023. <https://oceanservice.noaa.gov/facts/acidification.html>.
- Novoa, D., J. Mendoza, L. Marcano, y J. Cardenas. 1998. *El atlas pesquero marítimo de Venezuela*. Ministerio de Agricultura y Cría, Servicio Autónomo de los Recursos Pesqueros y Acuícolas, Programa Regional de Pesca VECEP Venezuela, Colombia, Ecuador, Perú, Caracas, Venezuela, 197 pp.
- Okuda, T., J. Benítez, A. García, y E. Fernández. 1968. Condiciones hidrográficas y químicas en la Bahía de Mochima y la Laguna Grande del Obispo desde 1964 a

1966. *Bol. Inst. Ocean. Univ. Oriente* 7(2):7-38.
- OPS. 2020. La OMS caracteriza a COVID-19 como una pandemia. Revisado junio 23, 2023. <https://www.paho.org/es/noticias/>.
- Poulton, A.J., S.C. Painter, J.R. Young, N.R. Bates, B. Bowler, D. Drapeau, E. Lyczszkowski, y W.M. Balch. 2013. The 2008 *Emiliania huxleyi* bloom along the Patagonian Shelf: Ecology, biogeochemistry, and cellular calcification. *Glob. Biogeochem. Cycles* 27(4):1023-1033.
- Ramia, M. 1967. Tipos de sabanas de los llanos de Venezuela. *Bol. Soc. Venez. Cienc. Nat.* 27(112):264-288.
- Ramia, M. 1974. Estudio ecológico del módulo experimental de Mantecal (Alto Apure). *Bol. Soc. Venez. Cienc. Nat.* 31(128-129):117-142.
- Ramírez, I. y P. Roa. 1994. 5. El caso de Venezuela; Pp. En Manejo y aprovechamiento acuícola de lagunas costeras en América latina y el Caribe. G. De La Lanza, J. Salaya, y E. Varsi, eds, FAO. Proyecto GCP/IRLA/102/ITA «Apoyo a las actividades regionales de acuicultura en América Latina y el Caribe» - Aquila II, México, D.F.
- Requena, J. 2003. Venezuela: crisis puts major institutions at risk. *Nature* 422(6929):257-257.
- Requena, J. 2021. Boom and doom of scientific research in Venezuela. *Interciencia* 46(12):479-486.
- Roa, P. 1988. *Las lagunas costeras de Unare, Tacarigua y Píritu*. Convenio PAO - Universidad Simón Bolívar. *Mimografiado*, Caracas, 82 pp.
- Rocha, C. 2003. Restauración ambiental; Pp. 288-311. En Biodiversidad en Venezuela. Tomo II. M. Aguilera, A. Azocar, y E. González Jiménez, eds, Fundación Polar, Ministerio de Ciencias y Tecnología. Fondo Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (Fonacit), Caracas, Venezuela.
- Rojas, M. y C. Espinosa. 2015. Contaminantes químicos en agua y aire en Venezuela (2006-2013). *Salus* 19(2):44-52.
- SOMPAC. 2023. ¿Qué es el plancton? La Sociedad Mexicana de Planctología (SOMPAC). Soc. Mex. Planctología. Revisado junio 25, 2023.
- Taphorn, D. s.f. Estado actual de la biodiversidad ictiológica en aguas dulces de Venezuela. Revisado julio 13, 2023. [https://www.aquatic-experts.com/ESPANOL/ARTICULO\\_Estado\\_actual\\_de\\_la\\_biodiversidad\\_ictiologica\\_en\\_aguas\\_dulces\\_de\\_Venezuela\\_ES.html](https://www.aquatic-experts.com/ESPANOL/ARTICULO_Estado_actual_de_la_biodiversidad_ictiologica_en_aguas_dulces_de_Venezuela_ES.html).
- Thompson, P.A. y J. Carstensen. 2023. Global observing for phytoplankton? A perspective. *J. Plankton Res.* 45(1):221-234.
- Varela, R., E. Klein, y I. Chollet. 2007. *Características oceanográficas de la fosa de Cariaco y su relación con los cambios climáticos*. Fondo Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (FONACIT), Caracas, Venezuela, 23 pp.
- Villamizar, E. 2020. El Postgrado en Ecología de la UCV: Retos y oportunidades en sus 40 años. *Acta Biológica Venezolana* 40(1): xi-xii.
- Weky, L.B. y B. Márquez-Rojas. 2020. Libre como el plancton: Evelyn Zoppi de Roa (1931-2019) imagen y huella de la primera planctóloga venezolana. *Bol. Inst. Ocean. Venezuela* 59(1):3-8.
- Zhao, J., R. Lan, Z. Wang, W. Su, D. Song, R. Xue, Z. Liu, X. Liu, Y. Dai, T. Yue, y B. Xing. 2023. Microplastic fragmentation by rotifers in aquatic ecosystems contributes to global nanoplastic pollution. *Nat. Nanotechnol.* 1-9.
- Zoppi de Roa, E. 1991. *Zooplankton: Estudio del sistema lagunar Tacarigua - Unare - Píritu*. Informe Técnico: CONICIT, Caracas, pp.
- Zoppi de Roa, E., E. Gordon, E. Montiel, L. Delgado, J. Berti, y S. Ramos. 2002. Association of cyclopoid copepods with the habitat of the malaria vector *Anopheles aquasalis* in the peninsula of Paria, Venezuela. *J. Am. Mosq. Control Assoc.* 18(1):47-51.

**ANEXO BIBLIOGRÁFICO.** Trabajos Especiales de Grado (TEG) y Tesis de Doctorado (TD) realizados en el Laboratorio de Plancton de la Universidad Central de Venezuela, durante el periodo 1977-2025; se presentan en orden cronológico y con comentarios:

ZOPPI DE ROA, Evelyn (1977) El zooplancton marino de la Región Oriental de Venezuela. Tesis Doctoral, Postgrado en Ciencias [Tutor: Prof. Dra. Angeles Alvaríño] — Se realizó un análisis de la estructura de las comunidades zooplanctónicas presentes en la región comprendida entre la península de Araya, sureste de la isla de Margarita y la península y golfo de Paria. Se determinaron parámetros poblacionales como riqueza de especies, abundancias absolutas y relativas, variaciones espaciales y temporales asociadas a fluctuaciones de las variables bióticas y abióticas, así como la biomasa total del seston. Los copépodos, cladóceros, quetognatos, medusas y larvas de varios grupos fueron analizados en las mencionadas localidades. Se incluyeron mapas y gráficos de las especies y sus variaciones estacionales. Fueron identificadas las especies más frecuentes, dominantes y abundantes, de las cuales 44 eran copépodos, 13 medusas, 11 quetognatos y 7 sifonóforos, destacando el primer registro para el Caribe de la medusa *Octophialucium bigelovi*.

MICHELANGELLI, Franklin (1977) Comparaciones ecológicas del plancton en el Módulo Experimental de Mantecal y un estero natural, Estado Apure. Trabajo Especial de Grado, Escuela de Biología [Tutor: Prof. Dra. Evelyn Zoppi de Roa] — Se estudió la composición, diversidad, variación estacional y espacial del zooplancton, así como las relaciones fito-zooplanktonicas y la biomasa del seston en diferentes cuerpos de agua dentro y fuera del Módulo Experimental de Mantecal (MEM). El estudio se llevó a cabo entre julio de 1975 y noviembre de 1976 en un estero y dos préstamos dentro del MEM y en un estero natural. Se tomaron muestras en las zonas de pastizal y libres de vegetación en ambos esteros. En este estudio, fueron identificadas 10 especies de copépodos, 30 de cladóceros y 101 de rotíferos. Estos últimos constituyeron el grupo más abundante, seguidos por los copépodos (mayor densidad en el estero natural) y cladóceros (mayor densidad en el pastizal modulado). La mayor densidad del zooplancton fue encontrada en el estero modulado y en las estaciones de pastizal de ambos esteros, con densidades máximas en la época de lluvia y las del fitoplancton en sequía. En el estero natural las fluctuaciones del plancton fueron pocas y poco pronunciadas, indicando un carácter de mayor estabilidad respecto al modulado que muestra características propias de comunidades transitorias, bajo condiciones ambientales fluctuantes.

PUJOL, Sergio y CARREÑO, Ignacio (1981) Estudio comparativo de algunos aspectos de la historia de vida del misidáceo (*Metamysidopsis insularis*) Brattegard en dos regiones de Venezuela. Trabajo Especial de Grado, Escuela de Biología [Tutor: Prof. Dra. Evelyn Zoppi de Roa] — Se evaluó y comparó el tamaño de la camada, tamaño de los adultos, proporción de sexos y duración del ciclo larval del misidáceo *Metamysidopsis insularis* en dos localidades geográficas de Venezuela: Parque Nacional Morrocoy (estado Falcón) y Laguna Grande, Carenero (estado Miranda). La población de Morrocoy mostró un tamaño de camada mayor, tamaño de los individuos menor y reproducción más temprana que la población de Carenero. La proporción entre el tamaño promedio de los juveniles y el tamaño promedio de las hembras, así como la proporción entre el diámetro de los huevos y el tamaño de las hembras resultaron aproximadamente iguales entre las dos localidades. El ciclo larval intrabolsa de las hembras presentó igual número de estadios y duración en ambas localidades.

TARAMONA, María (1981). Sucesión y variación estacional del fitoplancton en dos pastizales de Mantecal, Edo. Apure. Trabajo Especial de Grado, Escuela de Biología [Tutor: Prof. Dra. Evelyn Zoppi de Roa] — Se analizó y comparó la dinámica de la comunidad fitoplanctónica en cuanto a su abundancia, diversidad y procesos de sucesión en relación a los cambios estacionales y fisicoquímicos en ambientes modulados y no modulados. El estudio se realizó en dos ambientes de pastizal: un bajo modulado (PM) al norte del Módulo Experimental de Mantecal, y un bajo no modulado (bajo natural o PN). En los dos ambientes, el fitoplancton estaba compuesto de seis grupos, siendo las cianobacterias y las clorofitas las más abundantes y variables. Las clorofitas fueron el grupo más diverso, seguidas por las euglenofitas y las cianofitas. La abundancia de especies varió según la época del año y el ambiente, siendo mayor en el inicio de lluvias y mayor en el PM que en el PN. El PN presentó ciclos más largos y estables de clorofitas, mientras que el PM mostró ciclos más cortos y diversos de varios grupos.

ZACARÍAS, Donis (1981) Algunos aspectos del ciclo de vida del *Oithona hebes* Giesbrecht (Copepoda: Cyclopoida) en la laguna de Tacarigua. Trabajo Especial de Grado, Escuela de Biología [Tutor: Prof. Dra. Evelyn Zoppi de Roa] — Fueron analizados algunos aspectos biológicos y productivos del copépodo *Oithona hebes* procedente de la Laguna de Tacarigua, así como su ciclo de vida en condiciones de laboratorio y naturales. Se realizaron experimentos en condiciones de laboratorio, para salinidades de 10 y 34 ppm; además se registraron las variaciones espaciales y temporales en la densidad poblacional, longitudes medias de los estadios de *O. hebes* para las diferentes salinidades, peso seco de los estadios y estimación de la relación peso – crecimiento, las tasas de crecimiento, natalidad, mortalidad, biomasa y producción en condiciones naturales. El copépodo *O. hebes* presentó mayor abundancia en la estación de las lluvias. Su ciclo de vida dependió de la salinidad: se desarrolló más rápido en 34 ppm que en 10 ppm, alcanzando tallas mayores a salinidades altas. Su producción varió diariamente de manera considerable, con un promedio de  $2,04 \mu\text{g L}^{-1} \text{ día}^{-1}$  y una relación producción/biomasa de 0,4 por día, para una salinidad de 34 ppm.

SPINIELLO, Paula (1982) Composición, variaciones espaciales y análisis de sucesión del fitoplancton de la Laguna de Unare, Estado Anzoátegui. Trabajo Especial de Grado, Escuela de Biología [Tutor: Prof. Dra. Evelyn Zoppi de Roa] — Se estudió la composición y dinámica de la comunidad fitoplanctónica de la Laguna de Unare. Los grupos principales identificados en la Laguna fueron las diatomeas y los dinoflagelados, en donde el primer grupo dominó en abundancia y diversidad durante el periodo de lluvias y comienzo de la sequía; mientras que los dinoflagelados dominaron en la época de sequía e inicios de la lluvia. Entre las especies observadas, destacan como especies autóctonas las diatomeas *Coscinodiscus centralis*, *Amphora marina* y *Nitzschia closterium*; el dinoflagelado *Exuviaella baltica* y las cianofitas *Chroococcus limneticus* y *Anabaena spiroides*. La zona de mayor turbulencia y profundidad de la Laguna (zona central) presentó la mayor abundancia de fitoplancton y también los más altos índices de diversidad y equidad. Los factores fisicoquímicos como salinidad, pH, oxígeno disuelto y transparencia mostraron poca variación entre los periodos climáticos, por lo tanto, con la excepción de *E. baltica*, no influyeron en la variación de la composición y abundancia del fitoplancton.

GUTIÉRREZ, Mario (1983) Variación estacional del fitoplancton de la Laguna de Tacarigua, Estado Miranda. Trabajo Especial de Grado, Escuela de Biología [Tutor: Prof. Dra. Evelyn Zoppi de Roa] — Fue realizado el estudio de la diversidad, abundancia, distribución y sucesión temporal de la comunidad fitoplanctónica de la

laguna de Tacarigua, así como los efectos de las condiciones fisicoquímicas sobre ésta. El fitoplancton estuvo caracterizado por 47 especies distribuidas en 5 grupos (Pyrrophyta, Chrysophyta, Cyanophyta, Chlorophyta y Euglenophyta). *Cyclotella meneghiniana* y *Exuviaella baltica* fueron las especies más importantes por su abundancia y permanencia. Mientras que *Prorocentrum micans* y *Nostoc piscinale* fueron a su vez especies abundantes pero no permanentes. Los dinoflagelados dominaron toda la Laguna. La sucesión de diatomeas a dinoflagelados fue observada durante la temporada de sequía, siendo interrumpida por la disminución de la salinidad a inicio de lluvias.

BONNIN, Miguel (1983) Estudio de la productividad primaria de la Laguna de Unare, Edo. Anzoátegui. Trabajo Especial de Grado, Escuela de Biología [Tutor: Prof. Dra. Evelyn Zoppi de Roa] - Se evaluó la productividad primaria en 3 estaciones (Boca Mora, Centro y Hatillo) en la Laguna de Unare entre los meses de abril y noviembre, así como los factores fisicoquímicos que la regulan. La productividad del fitoplancton mostró variaciones en cada estación de muestreo pero manteniendo una alta densidad de células a lo largo del año. Los dinoflagelados (en especial *Exuviaella baltica*) registraron la mayor abundancia y permanencia. La producción de clorofila "a" también presentó valores altos, con concentraciones promedio de 27,5 mg Chl-a m<sup>-3</sup>. La estación de Boca Mora presentó los valores máximos de productividad de fitoplancton (promedio de 622 mg C m<sup>-3</sup> h<sup>-1</sup>). La salinidad y transparencia fueron los parámetros que presentaron las mayores variaciones en cada una de las estaciones y a lo largo de los meses de muestreo, con la salinidad máxima medida en la estación Boca Mora con 18% y la mínima en la estación Hatillo con 0%. La salinidad fue el principal factor regulador en el proceso de producción primaria.

BETANCOURT, Gladys (1983) Sucesión de copépodos en un pastizal inundable del Módulo Experimental de Mantecal, Estado Apure. Trabajo Especial de Grado, Escuela de Biología [Tutor: Prof. Dra. Evelyn Zoppi de Roa] - En el presente trabajo, se realizó el estudio de la estructura (composición, diversidad y abundancia) de las comunidades de copépodos de la zona de pastizal en el Módulo Experimental de Mantecal, así como las características de la sucesión de especies y la determinación de la biomasa y producción de los mismos. Para ello, se realizaron dos tipos de muestreo: uno de enero a junio de 1980 para determinar las variaciones estacionales y otros muestreos diarios entre los meses de febrero a marzo (finales de sequía) y mayo (inicios de lluvia) para los análisis de sucesión. Los copépodos juveniles predominaron, especialmente entre las poblaciones del mes de marzo. Los ciclopoideos permanecieron constantes, mientras que los calanoides variaron según la época climática. *Mesocyclops brasiliensis* fue la especie más persistente, y *Notodiaptomus venezolanus* (ahora *N. henseni*) y *Prionodiaptomus colombiensis* sobresalieron al inicio de las lluvias. En general, la comunidad de copépodos se caracterizó por la coexistencia de una diversidad de especies alta y densidad poblacional baja. La producción estuvo relacionada con el estadio de desarrollo de los copépodos.

JIMÉNEZ, Beatriz (1984) Sucesión de cladóceros en un pastizal inundable del Módulo Experimental de Mantecal, Estado Apure. Trabajo Especial de Grado, Escuela de Biología [Tutor: Prof. Dra. Evelyn Zoppi de Roa] - Se determinaron la composición, abundancia y diversidad de las especies de cladóceros en la zona de pastizal del Módulo Experimental de Mantecal, así como los niveles de biomasa y producción de los mismos en el proceso de sucesión, tanto para los periodos de sequía (febrero - marzo) como de lluvia (mayo). El estudio registró 29 especies agrupadas en 4 familias: Macrothricidae, Chydoridae, Sididae y Moinidae. La época de sequía, en su fase final, estuvo caracterizada por la presencia de especies pertenecientes a las tres primeras

familias, mientras que al inicio de las lluvias se observó la aparición de especies de la familia Moinidae. *Echinisca triserialis*, *Ilyocryptus spinifer* entre otras especies fueron características del ambiente a lo largo de todo el estudio; mientras que *Pseudosida bidentata*, entre otras, desaparecieron a partir de la segunda semana de marzo. Los valores de biomasa y producción total de los cladóceros fueron más altos durante la época de sequía que en la de lluvias, debido a la mayor densidad poblacional durante ese período.

DELGADO, Miriam (1985) Dinámica y biohistoria de dos poblaciones de *Metamysidopsis insularis* Brattegard en dos ambientes diferentes en el Estado Falcón. Trabajo Especial de Grado, Escuela de Biología [Tutor: Prof. Dra. Evelyn Zoppi de Roa] - Fue realizada la comparación en la dinámica poblacional, densidad e historia de vida de poblaciones de *Metamysidopsis insularis* en dos localidades diferentes del Parque Nacional Morrocoy (Penny Lake y Los Potreros). La dinámica poblacional de ambas localidades mostró un comportamiento bien definido. Debido a esto, pudieron ser situadas dentro del "continuum" r y K, encontrando a las poblaciones de Los Potreros desplazada hacia el extremo K y Penny Lake hacia el extremo r. Penny Lake mostró mayor tamaño de camada, mayor esfuerzo reproductivo, reproducción temprana, mayor tendencia a la iteroparidad, así como una mayor variación en su estructura poblacional en todas sus fases. En el caso de Los Potreros, el esfuerzo reproductivo permaneció constante con la edad, mientras que el ciclo larval resultó ser de menor duración.

GONZÁLEZ, Federico (1985) Productividad primaria del fitoplancton en la Laguna de Tacarigua (estado Miranda). Trabajo Especial de Grado, Escuela de Biología [Tutor: Prof. Dra. Evelyn Zoppi de Roa] - Se estudió y determinó la productividad primaria del fitoplancton y su variación estacional en la Laguna de Tacarigua, con muestras recolectadas en cinco estaciones diferentes durante las épocas de lluvia y sequía. Los nutrientes no presentaron valores limitantes para el desarrollo del fitoplancton. La comunidad fitoplanctónica estuvo dominada por los dinoflagelados y las diatomeas, observando además aumentos temporales de clorofitas y cianobacterias durante la época de mayor precipitación. La productividad y concentraciones de clorofila "a", registraron variaciones a lo largo del período de estudio con valores entre 1 a 802 mg C m<sup>-3</sup> h<sup>-1</sup> y 2 a 107 mg m<sup>-3</sup> respectivamente, registrando los valores más altos durante la época de mayor precipitación. Los cambios estacionales más notables fueron observados en la estación I debido a la influencia del río Guapo, mientras que en la estación II, al ser una zona de mezcla, se obtuvieron valores bajos de productividad y concentración de clorofila "a".

PALACIOS, Mario (1991) Relevancia trófica del zooplancton en *Hemigrammus marginatus* (Pisces : Characidae) en las sabanas inundables del Módulo Experimental de Mantecal, estado Apure. Trabajo Especial de Grado, Escuela de Biología [Tutor: Prof. Dra. Evelyn Zoppi de Roa] - Se realizó un análisis comparativo entre la composición y abundancia relativa de los grupos zooplanctónicos y no zooplanctónicos presentes en el ambiente y los hábitos alimentarios mediante el análisis del contenido estomacal del pez tetra americano *Hemigrammus marginatus* colectados en el Módulo Experimental de Mantecal. Los rotíferos, cladóceros y copépodos representaron el 92% del zooplancton recolectado, mientras que el 8% restante estaba compuesto por grupos de menor abundancia como ostrácodos, rizópodos, conchostracos y estatoblastos. *H. marginatus* depredó solo el 17% de las especies de rotíferos, 50% de las de copépodos y el 50% de los cladóceros registrados en el ambiente. En menor medida consumió organismos del bento y del perifiton, seleccionando preferentemente individuos de tallas pequeñas dentro del conjunto de presas zooplanctónicas de mayor abundancia. La alimentación del pez no varió significativamente de acuerdo a la estacionalidad y el ambiente.

- CAÑIZALEZ, Elisa (1992) Evaluación de la comunidad zooplanctónica en la laguna de Unare. Trabajo Especial de Grado, Escuela de Biología [Tutor: Prof. Dra. Evelyn Zoppi de Roa] - Fue evaluada la composición y abundancia relativa de la comunidad zooplanctónica de la Laguna de Unare, correlacionada con la variación espacial y temporal de las especies zooplanctónicas predominantes, sujetas a variables fisicoquímicas de acuerdo a las condiciones ambientales y se determinó la alimentación de los peces juveniles estuarinos, específicamente de *Anchoa parva* y *Atherinella brasiliensis*. La comunidad permanente estuvo dominada por el rotífero *Brachionus plicatilis*, seguidos por los copépodos *Apocyclops distans*, *Oithona oswaldocruzi*, *O. hebes*, entre otros; y en menor medida larvas de poliquetos y de gasterópodos (*Bittium caraboboense*). El análisis de los componentes principales reveló homogeneidad en los valores de salinidad. Sin embargo, la no detección de las diferencias de salinidad debido a la variabilidad del conjunto de datos, resultó en dos componentes empíricos halinos: componente inestable (zona oriental) y estable o lagunar (zona central y occidental). *A. brasiliensis* inclinó sus hábitos alimentarios principalmente hacia los copépodos, mientras que *A. parva* se comportó como un planctófago con tendencias oportunistas.
- MARTÍNEZ, Zoila (1992) Laguna de Tacarigua: Estructura del zooplancton y sus variaciones espacio – temporales. Trabajo Especial de Grado, Escuela de Biología [Tutor: Prof. Dra. Evelyn Zoppi de Roa] - Se estudió la composición de especies, sexo y los estadios del zooplancton en la laguna de Tacarigua, donde las muestras de agua fueron tomadas en las zonas superficiales y cercanas al fondo en 23 estaciones de la laguna entre noviembre de 1988 y diciembre de 1989. El plancton resultó en una combinación de especies ocasionales y secundarias de origen marino y continental, incluyendo organismos estuarinos permanentes. También se observó un gradiente espacial en la abundancia de las especies desde la zona oriental hasta la occidental de la laguna. En los análisis de abundancia de especies y presencia de hembras ovadas, se consideraron 3 comunidades zooplanctónicas: la comunidad lagunar caracterizada por poblaciones abundantes de pocas especies; la marina diferenciada por la presencia de especies cuya penetración a la laguna fue escasa y la dulceacuicola que estuvo integrada por rotíferos, cladóceros y copépodos, destacando *Metacyclops distans* y *Hexarthra* sp. como organismos secundarios capaces de habitar y vivir en la laguna aunque en abundancia moderada. El zooplancton de aguas profundas mantuvo la misma estructura de especies lagunares halladas en las aguas superficiales.
- MADRIZ, Miguel y RAMOS, Lidia (1993) Cultivo de *Chaetoceros* sp. bajo distintas concentraciones de CO<sub>2</sub> y medio nutritivo. Trabajo Especial de Grado, Escuela de Biología [Tutor: Prof. Dra. Evelyn Zoppi de Roa] - En experimentos de laboratorio fueron determinadas las densidades celulares, el tamaño celular y el grado de acidez en distintos medios de cultivo nutritivos, aislados y bajo condiciones distintas de concentración de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), a fin de evaluar las respuestas de la diatomea *Chaetoceros* sp. obtenidas a partir de cepas de muestras marinas de la costa de la península de Araya. Las densidades celulares fueron altas, con valores de hasta 33 millones de células mL<sup>-1</sup> en condiciones de luz constante, determinando que las densidades celulares más altas se produjeron en los medios nutritivos de dilución 3 y 4 a concentraciones bajas de CO<sub>2</sub> (0 a 2%), demostrando también que concentraciones de CO<sub>2</sub> superiores a 2% limitan el crecimiento de la densidad de células. En todos los medios nutritivos y durante el tiempo de cultivo, se registraron variaciones significativas del tamaño en relación a las diferentes concentraciones de CO<sub>2</sub>: mientras que concentraciones de CO<sub>2</sub> altas (6 y 8%) produjeron células pequeñas, concentraciones bajas (0 y 2%) favorecieron tamaños de células mayores.

MARCHÁN, Sor María (1993) Estructura poblacional de *Mysidium columbiae* (Crustacea, Mysidacea) en la Ciénaga de Ocumare, edo. Aragua. Trabajo Especial de Grado, Escuela de Biología [Tutor: Prof. Dra. Evelyn Zoppi de Roa] - Se estudió la estructura poblacional del misidáceo *Mysidium columbiae* en una zona de manglar de la Ciénaga de Ocumare, con énfasis en definir los intervalos de tamaño entre los juveniles, talla de los machos y las hembras, el tamaño de la camada y la dieta de la especie. En la estructura de tallas de la especie, los juveniles median entre 1,5 a 4,0 mm, y comenzaban a diferenciarse como machos o hembras a partir de los 4,0 a 4,7 mm, alcanzando las hembras mayor tamaño que los machos. En *M. columbiae* el tamaño de camada estuvo regulado por el tamaño de las hembras y el de cada uno de los huevos. Esta especie formó agregaciones monoespecíficas, cuya organización interna está influida por el tiempo atmosférico. La dieta de la especie estuvo compuesta principalmente por diatomeas y dinoflagelados, con tendencia oportunista.

MARDOMINGO, Rommel (1993) Composición y distribución del zooplancton en la Laguna de Piritu, estado Anzoátegui, Venezuela. Trabajo Especial de Grado, Escuela de Biología [Tutor: Prof. Dra. Evelyn Zoppi de Roa] - Algunos aspectos de la estructura del zooplancton en la Laguna de Piritu, fueron estudiados mediante el análisis de la composición y abundancia del zooplancton en muestras recolectadas en 9 estaciones que cubren toda el área de la laguna, realizados mensualmente entre noviembre de 1988 y julio de 1989. La composición del zooplancton de la laguna fue el resultado de una mezcla de especies permanentes, secundarias y esporádicas, con los organismos holoplanctónicos dominando sobre los meroplanctónicos. La especie dominante en el sistema lagunar fue *Brachionus plicatilis*, mientras que *Oithona oswaldocruzi* y *Bittium caraboboense* representaron nuevos registros para la laguna de Piritu. Los componentes del zooplancton presentaron los valores más altos de abundancia en la zona occidental de la laguna, la cual representó el extremo de un gradiente que comienza desde la zona de la boca, debido a las descargas de materia orgánica y nutrientes desde el río Unare.

SERRANO, Aurora (1995) Caracterización de la especie *Alona pulchella* King (Cladocera : Crustacea) con la utilización de métodos multivariantes. Trabajo Especial de Grado, Escuela de Biología [Tutores: Prof. Dra. Evelyn Zoppi de Roa, Prof. MSc. Edie Montiel] - Se obtuvieron datos biométricos de las estructuras comúnmente consideradas importantes para caracterizar al cladóceros *Alona pulchella* y determinar su presencia en las sabanas de Mantecal. Para el análisis de los datos se utilizó un Análisis de Componentes Principales (ACP) y un Análisis de Agrupaciones de Casos (AAC), en individuos provenientes de dos áreas de muestreo distintas: pastizal y espejo de agua en Mantecal (edo. Apure). Los resultados del ACP determinaron que, en orden de importancia, las variables número de setas laterales, número de denticulos, longitud del postabdómen parte próxima, longitud de la espina basal del postabdómen y longitud de la anténula, son necesarias para la identificación de la especie *Alona pulchella*. El AAC arrojó el mismo resultado que el ACP, es decir, que se estaba en presencia de la especie en las sabanas inundables de Mantecal. En general, los individuos del "pastizal" presentaron mayor longitud total del cuerpo en relación con los del "espejo de agua".

EXPÓSITO, Nora (1997) Estudio de los efectos de las descargas de una laguna de oxidación sobre las comunidades planctónicas en la bahía de Mochima (Edo. Sucre). Trabajo Especial de Grado, Escuela de Biología [Tutor: Prof. Dra. Evelyn Zoppi de Roa] - Se estudió la influencia de las descargas de la laguna de oxidación del pueblo de Mochima al medio acuático, sobre la composición, abundancia y diversidad de las comunidades de fitoplancton y zooplancton, la biomasa fitoplanctónica y las variables

físicas y químicas. En la laguna de oxidación se encontraron condiciones diferentes a las de zonas adyacentes, con mayor abundancia de nutrientes, altas temperaturas y turbidez, así como baja salinidad, pH y oxígeno. En la zona interna de la bahía, el fitoplancton estuvo dominado por diatomeas, euglenofitas, cianobacterias y dinoflagelados, con una mayor frecuencia y abundancia de especies características de zonas neríticas, dulceacuicolas y estuarinas. Las diatomeas dominaron en las capas más profundas de la columna de agua, mientras que las cianobacterias y dinoflagelados dominaron en las capas intermedias y superficiales. El zooplancton estuvo representado por copépodos, cladóceros y apendicularios. La zona interna de la bahía es mesotrófica, con alta biomasa pero baja diversidad de fitoplancton y alta de zooplancton.

SPINIELLO, Paula (1997) Evaluación experimental de la limitación por nutrientes y el pastoreo por el zooplancton como mecanismos reguladores del fitoplancton de la Laguna de Tacarigua, Edo. Miranda. Tesis Doctoral, Postgrado en Ciencias, Mención Ecología [Tutor: Prof. Dra. Evelyn Zoppi de Roa] - Se evaluó la respuesta temporal del fitoplancton al incremento en las concentraciones de nutrientes (nitrógeno y fósforo), y al pastoreo por parte del zooplancton. La comunidad fitoplanctónica de la Laguna de Tacarigua se encontró limitada por el nitrógeno, el pastoreo y la disponibilidad de luz que variaron estacionalmente dependiendo tanto de la influencia fluvial, como de la abundancia del zooplancton. El nitrógeno favoreció el crecimiento de las algas de las que se alimenta el zooplancton. El pastoreo sólo afectó al nanoplancton, formado por diatomeas, nanoflagelados y cianobacterias. El nitrógeno y la luz limitaron tanto al nano como al microfitoplancton. El fitoplancton fue aprovechado en su gran mayoría por el zooplancton de talla pequeña (especialmente rotíferos y tintínidos).

PERNÍA, Alejandro (1999) Evaluación de la relación depredador – presa de los copépodos *Mesocyclops meridianus* (Kiefer) y *Mesocyclops longisetus* (Thiébaud), con larvas de *Anopheles aquasalis* (Curry) y *Anopheles albimanus* (Wiedemann) en condiciones de laboratorio. Trabajo Especial de Grado, Escuela de Biología [Tutor: Prof. Dra. Evelyn Zoppi de Roa] - Se determinó la eficiencia de depredación de los copépodos ciclopoideos *Mesocyclops meridianus* y *M. longisetus* hacia las larvas de los mosquitos *Anopheles aquasalis* y *An. albimanus*. También se estudió el cambio en la tasa de consumo de ambos copépodos como consecuencia del aumento en la disponibilidad de ambas larvas y las interacciones interespecíficas entre ambos copépodos cuando explotan el mismo alimento. *M. longisetus* y *M. meridianus* depredaron por igual a larvas de *An. aquasalis*, pero *M. longisetus* fue más eficiente consumiendo *An. albimanus* cuando la densidad se encontraba entre 40 y 160 larvas L<sup>-1</sup>. *Mesocyclops longisetus* presentó un cambio en la tasa de consumo de larvas que se ajusta a una respuesta funcional de tipo III, mientras que *M. meridianus* tuvo una similar a la fase inicial de ese tipo. La interacción interespecífica entre ambos copépodos no afectó su depredación sobre *An. albimanus* a densidades menores de 40 larvas L<sup>-1</sup>, salvo que hubiesen más de 80 larvas L<sup>-1</sup>, se sugiere la presencia de un efecto numérico para *M. longisetus* que enmascara la interacción interespecífica.

ORTIZ, Dayana (2000) Caracterización de la comunidad zooplanctónica en dos manglares criaderos del vector de la malaria, península de Paria, Edo. Sucre. Trabajo Especial de Grado, Escuela de Biología [Tutor: Prof. Dra. Evelyn Zoppi de Roa] - Durante este estudio se analizaron la composición y abundancia de la comunidad zooplanctónica a lo largo del ciclo estacional de precipitación en dos manglares diferentes: Yaguarapo (en contacto con el mar) e Irapa (aislado), donde habita la larva del vector de la malaria *Anopheles aquasalis*. Además, se evaluó la variación temporal de la composición, la abundancia del zooplancton y su relación con los parámetros fisicoquímicos del agua.

El zooplancton de Irapa y Yaguarapo estuvo integrado por rotíferos, cladóceros y copépodos, con mayor riqueza de especies de rotíferos y mayor abundancia de copépodos. Estas especies son típicas de aguas estuarinas, como *Brachionus plicatilis* y *Apocyclops distans*. Irapa presentó mayor variación temporal que Yaguarapo en el zooplancton y los factores fisicoquímicos, pero ambos manglares fueron similares en la composición zooplanctónica.

ROJAS, Diego (2000) Estudio de la diapausa en copépodos (Crustacea: Copepoda) de un cuerpo de agua temporal (Mantecal, Edo. Apure). Trabajo Especial de Grado, Escuela de Biología [Tutor: Prof. MSc. Edie Montiel] - Se estudió el efecto de la estacionalidad y las variables abióticas de una laguna temporal en la distribución espacial de copépodos y cladóceros que entran en latencia temporal. Se realizaron comparaciones de modelos teóricos del problema de la fracción óptima de latencia con la dinámica real y las implicaciones de la distribución espacial como método evolutivo. Los resultados confirmaron la latencia temporal como un fenómeno común de ciertos componentes del zooplancton (copépodos y cladóceros) de cuerpos de agua efímeros. Se observó que en las zonas tropicales, las señales que gobiernan la salida de los estadios de latencia (fotoperíodo, temperatura, luz) no necesariamente son las mismas que en las zonas templadas. La selección natural fue el modelo que explicó la distribución espacial característica para los estadios de latencia de los componentes del zooplancton.

LÓPEZ, Carlos (2001) Depredación por *Chaoborus* en los crustáceos zooplanctónicos del Embalse Socuy, Estado Zulia. Tesis Doctoral, Postgrado en Ciencias, Mención Ecología [Tutor: Prof. Dra. Evelyn Zoppi de Roa] - Se evaluó la capacidad y el comportamiento de depredación de las larvas del IV estadio del mosquito *Chaoborus* sobre los crustáceos zooplanctónicos del embalse Socuy. Se analizó la abundancia y distribución vertical del depredador y sus presas, así como el estudio de la dieta, respuesta funcional y efecto de la selectividad de las larvas sobre sus presas. Las larvas de *Chaoborus* depredaron todos los crustáceos zooplanctónicos, excepto los ostrácodos. *Ceriodaphnia comuta* y *Moina micrura* fueron las presas más consumidas y las más vulnerables al ataque. La respuesta funcional fue de tipo II y la selectividad disminuyó con la densidad de las presas. El tiempo de manipulación fue menor en *C. comuta* que en *M. micrura*.

PALACIOS, Mario (2001) Dinámica de la distribución y movimiento de las larvas de peneidos y *Callinectes* (Crustacea: Decapoda) en la Laguna de Tacarigua, Edo. Miranda. Tesis Doctoral, Postgrado en Ciencias, Mención Ecología [Tutor: Prof. Dra. Evelyn Zoppi de Roa] - Se estudiaron los factores que rigen la dinámica de la distribución y movimiento de las poblaciones de larvas y postlarvas del género *Callinectes* y los peneidos presentes en la Laguna de Tacarigua. Además, fueron determinadas las proporciones de los grupos planctónicos consumidos por las larvas de *Callinectes* y de los camarones peneidos, relacionándolos con su abundancia en la laguna, las variaciones espaciales y temporales en las poblaciones de larvas de ambos grupos. Los camarones peneidos de Tacarigua incluyeron a *Litopenaeus schmitti*, y como primeros reportes para la laguna, a las especies *Farfantepenaeus aztecus*, *F. duerarum* y *F. brasiliensis*. Los camarones y cangrejos presentaron hábitos alimentarios similares, pero se distribuyeron de forma diferente según las condiciones ambientales. Los camarones entran a la laguna desde la fase de postlarvas y muestran diferencias de corte ecológico en su desarrollo, en relación con la talla, estructura del cuerpo, velocidad de crecimiento y etapas de engorde. Los cangrejos se desarrollan dentro de la laguna en todos sus estadios larvales. Ambos grupos tuvieron dos picos de abundancia al año, uno en los meses de marzo a mayo y otro entre noviembre y febrero.

CASANOVA, Egleé (2001). Caracterización de las comunidades zooplanctónicas del Parque Nacional Archipiélago Los Roques, Venezuela. Trabajo Especial de Grado, Escuela de Biología [Tutor: Prof. Dra. Evelyn Zoppi de Roa] - Se determinó la riqueza, composición y densidad del zooplancton en diferentes ecosistemas marinos del Parque Nacional Archipiélago Los Roques, así como sus variaciones espaciales y temporales en relación con algunos parámetros fisicoquímicos. El muestreo se llevó a cabo en 30 estaciones ubicadas en 5 zonas, realizado durante las épocas de sequía, transición y lluvia; donde las zonas están representados los siguientes ambientes: manglares, arrecifes coralinos, fanerógamas marinos y ambientes pelágicos. El zooplancton estuvo representado principalmente por los copépodos con 57 especies, resultando *Oithona nana*, *Paracalanus aculeatus*, *Acartia spinata*, *Farranula gracilis*, *Oncaea mediterranea* y *Temora turbinata* las especies de mayor abundancia. La mayor densidad del zooplancton fue observada en todas las zonas durante el mes de mayo (época seca). En la laguna Central se encontró la mayor densidad poblacional del zooplancton total y la menor en la Barrera Este, que a su vez contó con la menor riqueza. Las diferencias espaciales y temporales de las abundancias y composiciones del zooplancton estuvieron relacionadas con las variaciones en los parámetros fisicoquímicos a lo largo de la estacionalidad (lluvia y sequía).

FREIRE, Raquel (2002) Dinámica espacio – temporal del balance de carbono entre fitoplancton y el zooplancton en el Parque Nacional Morrocoy, Edo. Falcón, Venezuela. Trabajo Especial de Grado, Escuela de Biología [Tutor: Prof. Dra. Evelyn Zoppi de Roa] - Se determinó el balance de carbono mediante la estimación de la oferta (productividad primaria fitoplanctónica neta) y la demanda (producción secundaria del zooplancton bruta) de carbono así como su variación espacio-temporal en el Parque Nacional Morrocoy. En éste Parque fueron identificadas dos zonas con condiciones ambientales y comunidades planctónicas distintas: una interna, somera y eutrófica; y otra externa, profunda y oligotrófica. Los copépodos fueron el grupo más diverso y abundante del zooplancton en ambas zonas, con mayor biomasa y producción que en otros sistemas tropicales. El balance de carbono fitoplanctónico fue negativo en la zona interna y positivo en la externa. Los factores abióticos influyeron más que los bióticos en la dinámica trófica planctónica.

PÉREZ, Gabriela (2002) Estudio comparativo de la tasa de crecimiento y la tasa de pastoreo de la comunidad fitoplanctónica en tres zonas contrastantes del Parque Nacional de Morrocoy, Edo. Falcón. Trabajo Especial de Grado, Escuela de Biología [Tutor: Prof. Dra. Paula Spiniello] - Fue estimada la tasa de crecimiento del fitoplancton y el efecto del pastoreo por parte de zooplancton en los diferentes grupos fitoplancton en distintas localidades costeras del Parque Nacional Morrocoy: bahía de Tucacas, Las Luisas y Boca Grande. Adicionalmente, fueron estudiadas las variaciones espaciales en las tasas de crecimiento del fitoplancton, la tasa neta de cambio poblacional y la pérdida de la abundancia potencial en los diferentes grupos y taxones fitoplanctónicos. En las tres localidades estudiadas, las diatomeas dominaron el fitoplancton, seguidas por dinoflagelados y cianobacterias. El microzooplancton fue el principal consumidor de fitoplancton, pero el macrozooplancton herbívoro también tuvo un papel importante. El pastoreo afectó más a la localidad de bahía de Tucacas, donde el zooplancton fue más abundante, que a localidades de Las Luisas y Boca Grande, donde los nutrientes y la luz tuvieron mayor influencia en el crecimiento fitoplanctónico.

PARDO, María José (2003) Rotíferos de la clase Monogononta planctónicos y perifíticos de la zona Litoral de tres lagunas inundables de los esteros de Camaguán, estado Guárico. Tesis Doctoral, Postgrado en Ciencias, Mención Zoología [Tutor: Prof. Dra.

Evelyn Zoppi de Roa] - Se estudió la composición, riqueza y similitud faunística de los rotíferos planctónicos litorales y perifíticos de la clase Monogononta asociados a la vegetación acuática, en tres lagunas someras inundables de los Esteros de Camaguán, así como su relación con la estacionalidad. Se incluyen claves de las familias, géneros, especies e ilustraciones de las especies identificadas. En las lagunas, fueron identificadas 112 especies de rotíferos planctónicos litorales y perifíticos asociados a un total de 11 especies de macrofitas acuáticas. El género *Taphrocampa* con dos especies más otras diez son nuevos registros para Venezuela y uno de ellos para Sur América. La taxocenosis y la distribución geográfica de la rotíferofauna encontrada refleja una composición típica de las zonas litorales y de la región tropical. La riqueza mayor de especies coincidió con la época de máximas lluvias y la menor con la de inicios de lluvia. Aunque algunas especies de macrofitas o partes de éstas albergaron una riqueza mayor de especies de rotíferos que otras, y la similitud faunística fue en general baja entre las macrofitas, no se observaron preferencias o selección de alguna especie de rotífero por sustratos específicos.

TORRES, Rubén (2003) El zooplancton asociado a la vegetación acuática de un humedal herbáceo (península de Paria, Edo. Sucre). Trabajo Especial de Grado, Escuela de Biología [Tutor: Prof. Dra. Evelyn Zoppi de Roa] - Fue determinada la abundancia, riqueza y distribución espacial y temporal de la comunidad zooplanctónica de zonas contiguas de plantas emergentes o helófitas de un humedal herbáceo en la península de Paria, en dos periodos de lluvia (noviembre de 2000 y agosto de 2002) y uno en sequía (marzo de 2001). En este último se registró un evento de quema, donde hubo oportunidad de tomar muestras de suelo para hacer un experimento de diapausa *ex situ* e identificar las especies emergentes, como parte de la caracterización del plancton del lugar. De esta manera fueron comprobados los patrones de zonación, gradientes de abundancia y riqueza del zooplancton, desde las zonas hasta los ecotonos. Los copépodos, los rizópodos y los cladóceros fueron los grupos más abundantes y variaron según la época y el tipo de vegetación. *Moina minuta*, *Prionodiptomus colombiensis* y *Microcyclops anceps* estuvieron presentes en todos los ambientes y emergieron de la diapausa. Los ecotonos tuvieron menor riqueza y composición mixta de especies. La salinidad cambiante limitó la diversidad del zooplancton y la quema no afectó a las especies latentes, lo que permitió su persistencia en el ambiente.

GONZÁLEZ, Federico (2004) Índice de surgencia asociado con los factores físico-químicos y la dinámica del plancton, en la Bahía de Mochima, Edo. Sucre. Tesis Doctoral, Postgrado en Ciencias, Mención Ecología [Tutor: Prof. Dra. Evelyn Zoppi de Roa] - Fueron estudiados los cambios producidos por la velocidad del viento en los factores físico-químicos y la comunidad del plancton ante los eventos de surgencia y no surgencia en la boca de la bahía de Mochima. El análisis permitió evaluar las variación intradiaria de la abundancia y distribución vertical del fitoplancton y el zooplancton con respecto a los factores físico-químicos, los índices de surgencia y su relación con el plancton. El microplancton dominó en la superficie y el nanoplancton en el período de no surgencia. Las diatomeas y dinoflagelados fueron los más diversos y abundantes, destacando como las más abundantes durante la surgencia, *Chaetoceros* sp., *Thalassiosira* sp. entre otras especies. Del zooplancton, el grupo con mayor densidad fueron los copépodos con un 72%, seguido por los quetognatos durante la no surgencia y los cladóceros en surgencia. Las especies más importantes fueron *Acartia danae*, *Euchaeta marina*, *Corycaeus speciosus*, *Lubbockia aculeata*, *Euterpina acutifrons*, *Temora turbinata* y *Oithona plumifera*. La temperatura y la transparencia estuvieron correlacionados negativamente con el zooplancton y el índice de surgencia, evidenciando la influencia de la velocidad del viento en el ambiente.

CAMISOTTI, Humberto (2004) Distribución espacial de copépodos, quetognatos y eufáusidos de la Fachada Atlántica de Venezuela. Trabajo Especial de Grado, Escuela de Biología [Tutor: Prof. Dra. Evelyn Zoppi de Roa] - Se determinó la riqueza, biomasa, abundancia, distribución, proporción de sexos y estadios de copépodos, quetognatos y eufáusidos de la Fachada Atlántica venezolana. Se registraron 43 especies de copépodos, 10 especies de quetognatos y 8 eufáusidos. Los copépodos presentaron una abundancia de 80%, quetognatos 11% y eufáusidos <1%. Los copépodos estuvieron representados por especies de aguas litorales y oceánicas, con mayor número de especies en la región litoral, mientras que los quetognatos se concentraron fuera de la plataforma continental, principalmente especies de la región intermedia. La biomasa de los grupos no presentó gradientes observables. Los juveniles y adultos de copépodos tuvieron densidades similares, en cambio los quetognatos fueron predominantemente inmaduros. Por su parte, los eufáusidos observados eran mayoritariamente adultos.

STAVRINAKY, Aristóteles (2006) Efecto del microzooplancton sobre el fitoplancton en una zona de surgencia costera como la Fosa de Cariaco. Trabajo Especial de Grado, Escuela de Biología [Tutor: Prof. Dra. Paula Spiniello] - Fueron registradas y estudiadas las variaciones temporales del impacto del pastoreo por parte del microzooplancton en las tasas de crecimiento sobre los distintos grupos de la comunidad fitoplanctónica de la Fosa de Cariaco realizada en la estación Cariaco (10°30' N, 64°40' O), localizada en la depresión este del sistema que conforma la fosa. Las diatomeas (Bacillariophyta) resultaron ser el grupo más abundante y con mayor riqueza de especies. Para todos los grupos del fitoplancton hubo un aumento en la abundancia durante la surgencia pero la diversidad y equidad disminuyeron, sobre todo posterior al evento. Los nauplios y tintínidos fueron los componentes dominantes dentro del microzooplancton. Las variaciones a nivel temporal en la abundancia microzooplanctónica y en la composición del fitoplancton modularon las diferencias en cuanto a tasas de pastoreo, registrando los mayores valores de mortalidad por consumo durante los meses de mayor abundancia de los dinoflagelados y del microzooplancton. Las respuestas selectivas alimenticias mostradas por parte del microzooplancton operaron posiblemente en función de la calidad, la talla y la cantidad de alimento presente.

LÓPEZ, María Eugenia (2006) Dinámica espacio - temporal de la comunidad fitoplanctónica presente en el litoral central, Estado Vargas, Venezuela. Trabajo Especial de Grado, Escuela de Biología [Tutor: Prof. Dra. Paula Spiniello] - Fue evaluada la composición, riqueza y distribución de las diferentes especies de la comunidad fitoplanctónica, así como las variaciones espaciales y temporales de ciertos parámetros fisicoquímicos y su relación con la comunidad fitoplanctónica en distintas localidades playeras del Litoral Central de Venezuela (estado Vargas) (La Guaira). El fitoplancton del área estudiada estuvo dominado por las diatomeas, con mayor riqueza y abundancia que otros grupos. Los dinoflagelados, las cianobacterias y las euglenofitas fueron menos frecuentes. La riqueza de especies varió según la localidad y el mes, siendo mayor en la localidad de Playa Caribe y entre abril-mayo. *Chaetoceros*, *Ceratium* y *Oscillatoria* fueron los géneros más diversos. La abundancia promedio de células del fitoplancton fue mayor en abril y estuvo determinada por algunas especies de diatomeas y dinoflagelados.

GONZÁLEZ, Joel (2008) Efectos del enriquecimiento con nitrógeno y fósforo sobre la estructura comunitaria fitoplanctónica en Puerto Colombia, Edo. Aragua. Trabajo Especial de Grado, Escuela de Biología [Tutor: Prof. Dra. Paula Spiniello] - Fue caracterizada la comunidad fitoplanctónica en la ensenada de Puerto Colombia,

Choroní (edo. Aragua) durante las épocas de lluvia y sequía, evaluando el efecto del enriquecimiento con nitrógeno (N) y fósforo (P) sobre la abundancia y la estructura de tamaños del fitoplancton y su variación temporal, así como el efecto de encierro en microcosmos. La comunidad fitoplanctónica de la ensenada varió según la época del año. Los grupos más abundantes fueron las diatomeas, clorofitas y dinoflagelados. La diversidad y equidad fueron mayores en sequía que en lluvia. El encierro favoreció a algunas especies de diatomeas, clorofitas y dinoflagelados, y perjudicó a criptofitas, cianobacterias y euglenofitas. La adición de N y P no tuvo un efecto significativo en la abundancia ni en la estructura del fitoplancton de la zona para ambas épocas, mientras que el efecto del encierro por sí solo mostró una estimulación significativa en ambas épocas, expresado esto en aumentos de las abundancias totales y abundancias de ciertos grupos (diatomeas y dinoflagelados).

GARCÍA, Afrodita (2008) Variación del zooplancton en tres criaderos de la larva de *Anopheles aquasalis* en la península de Paria, estado Sucre. Trabajo Especial de Grado, Escuela de Biología [Tutor Prof. Dra. Evelyn Zoppi de Roa] - Se estudió la composición, abundancia y biomasa de la comunidad zooplanctónica en tres criaderos (Majabil, Bohordal y Catuaro) del vector de la malaria *Anopheles aquasalis* en la península de Paria. Adicionalmente, fueron establecidas las relaciones espaciales y temporales del zooplancton con variables ambientales (época de lluvia y sequía). La densidad zooplanctónica total y la biomasa, tanto de la laguna de Bohordal como del canal de Catuaro, incrementaron en la época de lluvia. En los criaderos, fueron identificadas 70 especies de zooplancton, siendo Bohordal el ambiente que registró la mayor riqueza con 53 especies. Los grupos zooplanctónicos aumentaron su abundancia media total en la época lluviosa, con los copépodos como grupo dominante en los tres ambientes estudiados para ambas épocas. Los rotíferos fueron el grupo más diverso, destacando el nuevo registro para la zona de *Scarcidium longicaudum* en la Laguna de Majabil. Sólo se evidenció la presencia de larvas del vector de la malaria en el humedal Catuaro.

DUQUE, Lilibeth (2008) Estimación de la producción de *Metamysidopsis insularis* (Crustacea: Mysidacea) en el golfe de Cuare, Edo. Falcón. Trabajo Especial de Grado, Escuela de Biología [Tutor Prof. Dra. Evelyn Zoppi de Roa] - Fueron estimadas la producción, densidad poblacional, estructura etaria, proporción de sexos y biomasa (diaria y total por época muestreada) de *Metamysidopsis insularis* en muestreos realizados en aguas interiores del golfe de Cuare, en la zona de entrada de agua marina, correspondiente a zonas de fijación de manglar de Punta Varadero. Tanto la biomasa como la densidad poblacional de *M. insularis* durante las épocas estudiadas no presentaron diferencias significativas. Las densidades entre las clases de tallas resultaron diferentes para ambas épocas, con una notable tendencia hacia las clases de tallas de individuos con longitudes intermedias. Las hembras fueron más abundantes que los machos durante las dos épocas de estudio. La producción de *M. insularis* en época de sequía fue menor que la encontrada en el período de lluvias. Sin embargo, no presentaron diferencias estadísticas significativas, lo que indica que la producción de esta especie en el Golfo de Cuare es homogénea y constante a lo largo del año.

ROJAS, Jaimie (2009) Variación temporal en la oferta – demanda de carbono de una fracción de la comunidad planctónica durante eventos de surgencia en la Fosa de Cariaco. Trabajo Especial de Grado, Escuela de Biología [Tutor: Prof. Dra. Paula Spiniello] - Fue caracterizada la dinámica de surgencia estimando la profundidad de la Capa Superficial Mezclada (CSM) y la velocidad de surgencia para el período de muestreo, estimando la variación temporal de la oferta de carbono con base a la productividad primaria neta (PPN) del fitoplancton, así como la producción secundaria y demanda de carbono de los copépodos herbívoros/omnívoros. También fue

caracterizada la comunidad del zooplancton y la estructura trófica de los copépodos; y por último, fue estimada la relación oferta y demanda de carbono en el sistema planctónico de la Fosa de Cariaco, realizada en la estación Cariaco (10°30' N, 64°40' O). En el estudio, fueron observados dos eventos de pulso de surgencia: uno en febrero de mayor intensidad y otro en julio menos intenso. El zooplancton estaba compuesto principalmente de copépodos de aguas someras, con 87 especies y 89% de abundancia. Los más demandantes de carbono fueron tres especies de copépodos, tres de apendicularios y todos los quetognatos. El balance de carbono fue negativo en ambos pulsos de surgencia, indicando que el zooplancton usó otras fuentes de carbono además del fitoplancton.

LEÓN, Hilda (2009) Respuesta del fitoplancton al enriquecimiento con nitrógeno y fósforo en cosmos en el golfe de Cuare, estado Falcón. Trabajo Especial de Grado, Escuela de Biología [Tutor: Prof. Dra. Evelyn Zoppi de Roa] - Se evaluó la respuesta *in situ* del fitoplancton a la adición de nitrógeno (N) y fósforo (P) empleando microcosmos. Adicionalmente, fue determinada la variación estacional en la estructura comunitaria, composición y abundancia del fitoplancton durante las épocas de sequía y lluvia en el golfe de Cuare. En los microcosmos, fueron identificadas 136 especies pertenecientes a los 6 grupos taxonómicos (Bacillariophyta, Pyrrophyta, Cyanophyta, Euglenophyta, Chromophyta y Chlorophyta). Las bacilariofitas presentaron la mayor riqueza y abundancia de especies para ambas épocas. La adición de N y P en el microcosmos no produjo cambios relativos en la estructura comunitaria. Los efectos del enriquecimiento con nutrientes sobre la abundancia y riqueza del fitoplancton no mostraron diferencias significativas importantes entre las dos épocas. Las especies con mayor abundancia en los microcosmos con o sin tratamiento para ambas épocas fueron *Cylindrotheca closterium*, *Fragilaria crotonensis* y *Prorocentrum compressum*.

SCOTT, Joxmer (2011) Estructura poblacional de las especies planctónicas de ostrácodos y cladóceros (Crustacea) en la costa noroeste de Paraguaná (Falcón, Venezuela). Trabajo Especial de Grado, Escuela de Biología [Tutor: Prof. Dra. Evelyn Zoppi de Roa] - Se determinó la estructura poblacional, composición, abundancia, biomasa, talla, estructura etaria y proporción de sexos de las especies de ostrácodos y cladóceros en la costa noroeste de la península de Paraguaná. En el área de estudio, fueron registradas 13 especies de ostrácodos y 3 de cladóceros, siendo el ostrácodo *Euchonchoecia chierchiae* y el cladóceros *Penilia avirostris* las especies más frecuentes halladas en todas las estaciones y dominando la abundancia en sus respectivos grupos. En las 10 especies de ostrácodos fue observada la presencia de adultos, encontrando valores de edad media poblacional altos en la mayoría de estas, mientras que la proporción de sexos fue mayor en las hembras y sólo en dos especies el porcentaje de hembras grávidas fue mayor de 50%. Todas las poblaciones de cladóceros estuvieron integradas por hembras con predominio de talla adulta y en sólo una especie, las hembras no reproductivas superaron a las grávidas.

GAZZOTTI, Lizet (2011) Estructura poblacional de *Lucifer faxoni* Borradaile, 1915 (Decapoda: Luciferidae) en el Caribe y Atlántico venezolano. Trabajo Especial de Grado, Escuela de Biología [Tutor: Prof. Dra. Evelyn Zoppi de Roa] - Se determinó la estructura poblacional, abundancia, talla y proporción de sexos de *Lucifer faxoni* en la costa noroccidental de la península de Paraguaná y la costa atlántica venezolana (Plataforma Deltana y Fachada Atlántica). Las densidades poblacionales de la especie en la Fachada Atlántica fueron significativamente menores que las poblaciones de la Plataforma Deltana y la península de Paraguaná. Las proporciones de sexos variaron en las diferentes localidades, aunque estas variaciones no fueron significativas. La longitud total de los individuos presentó diferencias significativas entre localidades, no así entre sexos.

TORRES, Rubén (2012). Aspectos ecológicos de microalgas con potenciales biotecnológicos. Tesis Doctoral, Postgrado en Ciencias, Mención Ecología [Tutores: Prof. Dra. Evelyn Zoppi de Roa, Dr. Diego Rodríguez] - Se estudió la dinámica del crecimiento poblacional de *Arthrospira platensis* en condiciones a cielo abierto (planta piloto: Ficotrón) y controladas (Cámara de Crecimiento) en medios de cultivo para fines productivos y biotecnológicos. Adicionalmente, fueron determinados la riqueza, abundancia, índices de diversidad y relaciones con variables fisicoquímicas de especies de microalgas en muestras colectadas en diferentes localidades del país. La dinámica de crecimiento poblacional de *A. platensis* presentó densodependencia logística evidenciada por determinación indirecta (absorbancia) y estructura de tallas. El crecimiento diferencial de esta especie en tratamientos con condiciones aleatorias y centrales de nutrientes indicó que *A. platensis* creció en condiciones muy selectivas. La profundidad de la lámina de agua en sistemas de tanques circulares a cielo abierto influye notablemente en el crecimiento poblacional y producción de biomasa de *Arthrospira*. Entre las especies identificadas en los muestreos y sembradas en diferentes medios de cultivos destacan las cianobacterias *Arthrospira* spp., *Spirulina subsalsa*, *Lynghya* spp., *Dunaliella salina*, *D. viridis*, *Tetraselmis chuii*, entre otras.

MONCADA, Andrea (2015) Cnidarios planctónicos en el Caribe occidental y Atlántico venezolano. Trabajo Especial de Grado, Escuela de Biología [Tutor: Lic. Joxmer Scott Frias] - Fue evaluada y comparada la composición, abundancia y distribución de especies de cnidarios planctónicos entre el golfo de Venezuela y el Atlántico venezolano. La recolección de muestras del Atlántico venezolano incluye estaciones a todo lo largo de las áreas costera y nerítica de la Plataforma Deltana y las áreas marinas de la Fachada Atlántica; mientras que en el golfo de Venezuela fueron realizados muestreos en los siguientes sectores: Urumaco I, Moruy II, Cardón III, Cardón IV y Barracuda. En las descripciones taxonómicas, fueron incluidos dibujos y fotografías de las especies observadas. Fueron identificadas 34 especies de cnidarios, de las cuales 13 eran medusas y 21 sifonóforos. En el Atlántico venezolano los sifonóforos dominaron sobre las medusas en cuanto a abundancia, mientras que en el golfo de Venezuela prevalecieron las medusas. En ambas áreas de estudio, la especie más frecuente y abundante fue la medusa *Liriope tetraphylla*. En el golfo, la especie de sifonóforo más abundante fue *Chelophyes contorta*, mientras que para el Atlántico fue la especie *Lensia cossack*.

CASANOVA, Egleé (2016) Dinámica de la comunidad planctónica en relación a las perturbaciones naturales en el Refugio de Fauna Silvestre Isla de Aves, Venezuela. Tesis Doctoral, Postgrado en Ciencias, Mención Ecología [Tutor: Prof. Dra. Evelyn Zoppi de Roa] — Fue determinada la composición, riqueza, abundancia, distribución y biomasa de la comunidad fitoplanctónica y zooplanctónica antes y después de los ciclones tropicales en la isla de Aves; así como la variación interdiaria de la comunidad planctónica y sus relaciones con variables ambientales en condiciones pre y post perturbación durante el período de alta frecuencia de huracanes, en estaciones ubicadas de forma concéntrica alrededor de la plataforma interna de la isla. En el Refugio, fueron identificados 38 taxa de fitoplancton (32 pre – huracanes y 25 post – huracanes), dominados por las diatomeas (>60%), seguidos de los dinoflagelados. La riqueza, abundancia y clorofila “a” fueron mayores en condiciones pre – perturbación. Las especies más abundantes fueron *Skeletonema costatum*, *Leptocylindrus danicus* y *Coscinodiscus centralis*. En el caso del zooplancton, fueron identificados 97 taxa (81 pre – huracanes y 42 post – huracanes), dominados por los copépodos (75-88%), seguidos de los sifonóforos y cladóceros. Entre las especies más abundantes destacaron *Nannocalanus minor*, *Calocalanus pavo*, *Flaccisagitta enflata*, *Oikopleura fusiformis*. La abundancia del zooplancton fue mayor en la época pre-perturbación, mientras que la riqueza y biomasa total fueron mayores en la época post- perturbación.

MÁRQUEZ, Brightdoom (2016) Dinámica del mesozooplancton en el sector oriental (saco) del golfo de Cariaco, estado Sucre, Venezuela. Tesis Doctoral, Postgrado en Ecología [Tutor: Prof. Dra. Evelyn Zoppi de Roa] - Fueron evaluadas las variaciones espaciales y temporales de la composición, abundancia y biomasa de los grupos mesozooplancónicos obtenidos en el saco (sector oriental) del golfo de Cariaco. Éstos fueron relacionados con las variaciones observadas en los patrones de distribución de los grupos fitoplanctónicos, las condiciones meteorológicas y oceanográficas, así como posibles perturbaciones por la entrada de agua dulce. En el área de estudio, fueron registradas 158 especies de fitoplancton, siendo los grupos con mayor riqueza de especies los dinoflagelados con 73 especies, seguido por las diatomeas con 66. Los dinoflagelados dominaron en abundancia en época de lluvia y sequía, con *Prorocentrum mexicanum*, *P. minimum* y *P. compressum* como las especies más frecuentes. Del mesozooplancton, destacaron 46 especies de copépodos, siendo *Acartia tonsa* la más abundante y frecuente; 4 especies de cladóceros, con *Pseudoevadne tergestina* y *Penilia avirostris* como las más abundantes; quetognatos, apendicularios y meroplancton, representado por larvas de decápodos Brachyura y cirripedios. La abundancia del mesozooplancton fue alta en lluvia y baja en sequía. La salinidad influyó en la distribución espacial de algunas especies del mesozooplancton. La lluvia, el fosfato y los silicatos influyeron en la distribución temporal del mesozooplancton.

SEGOVIA, Daniela (2017) Copépodos y cladóceros (Crustacea) en época de surgencia de la bahía de Mochima (edo. Sucre). Trabajo Especial de Grado, Escuela de Biología [Tutor: Prof. Dr. Rubén Torres] - Fue evaluada la composición y abundancia de especies de fitoplancton, copépodos y cladóceros, así como sus relaciones con variables biológicas y fisicoquímicas durante la época de surgencia en 6 estaciones ubicadas a lo largo de la bahía de Mochima: Mangle Quemado, Punta Leona, Las Maritas, Playa Blanca, La Boca y a Mar Abierto. En las localidades estudiadas durante la época de surgencia, fueron identificadas 78 especies de fitoplancton: 6 cianobacterias, 21 diatomeas y 51 dinoflagelados. Los dinoflagelados dominaron con una abundancia del 75% del total. Los copépodos estuvieron representados por 45 especies, mientras que solo fueron registradas 4 especies de cladóceros. El cuerpo de agua se encontraba estratificado al momento del muestreo correspondiente a la época de no surgencia, registrando la dominancia de los dinoflagelados, así como la menor densidad de cladóceros. La temperatura y disponibilidad de alimento (fitoplancton) fueron las variables fundamentales que influyeron en la abundancia, composición y distribución de copépodos y cladóceros en la bahía.

BENÍTEZ, Diego (2018) Efecto de la descarga de una planta de tratamiento de aguas residuales sobre el fitoplancton de la Bahía de Mochima (Edo. Sucre). Trabajo Especial de Grado, Escuela de Biología [Tutor: Prof. Dr. Rubén Torres] — Fue determinada la composición, diversidad y abundancia del fitoplancton en la zona interna y canal central de la Bahía de Mochima en 6 estaciones a lo largo de un gradiente horizontal, desde la descarga de la planta de tratamiento hasta la zona intermedia del canal, donde las muestras fueron colectadas en marzo de 2017, durante la época de surgencia. El fitoplancton estuvo representado por 51 especies, con Dinoflagellata (25 especies) como el grupo más abundante, Cyanobacteria (17 especies) como el segundo y Bacillariophyta (8 especies) como el menos abundante. Las cianobacterias *Lyngbya lutea* y *Nostoc* sp. y los dinoflagelados *Prorocentrum gracile*, *Triplos fusus* y *T. furca* fueron las especies más abundantes. Las variables atmosféricas oscilaron en los dos días de muestreo y las fisicoquímicas fueron similares en la columna de agua. Los valores horizontales mostraron que la surgencia no estaba en su máxima intensidad en las zonas internas, tampoco en el canal de la bahía. Las descargas de agua dulce de la planta de tratamiento influyeron en la distribución del fitoplancton, extendiendo especies dulceacuícolas hasta el tramo Mangle Quemado a mitad del canal.

BERSOVINE, Deyarling (2018) Tunicados planctónicos (Appendicularia y Thaliacea) del Caribe venezolano. Trabajo Especial de Grado, Escuela de Biología [Tutores: Prof. Dr. Rubén Torres, Prof. MSc. Sheila Marques Pauls] - Se realizó el estudio taxonómico y el análisis de la abundancia relativa de especies de apendicularios y taliáceos encontrados en muestras recolectadas en tres localidades del Caribe venezolano: Parque Nacional Morrocoy, Parque Nacional Mochima y el Refugio de Fauna Silvestre Isla de Aves. Se incluye la descripción y fotografías de las especies identificadas. En las tres localidades, fueron identificadas 8 especies de apendicularios y 6 de taliáceos. Morrocoy e Isla de Aves presentaron 9 especies de ambos grupos cada una y Mochima con 8 especies de ambos grupos. Las especies más frecuentes de apendicularios en las tres localidades fueron: *Fritillaria haplostoma*, *Oikopleura dioica*, *O. fusiformis* y *O. longicauda*; y de los taliáceos: *Doliolum nationalis* y *Thalia democratica*. Los apendicularios presentaron una abundancia relativa superior al 90% en las zonas neríticas de Morrocoy y Mochima, mientras que los taliáceos fueron los más abundantes (54%) en la localidad oceánica (Isla de Aves).

RIVERA, César (2018) Cianobacterias y cianotoxinas presentes en la planta de tratamiento de aguas residuales de la población de Mochima, estado Sucre. Trabajo Especial de Grado, Escuela de Biología. [Tutores: Prof. Dr. Rubén Torres y MSc. Eliaira Rodríguez] - Fue estudiada la comunidad fitoplanctónica, con énfasis en la identificación, cuantificación de las cianobacterias y presencia de cianotoxinas en lagunas de oxidación de la planta de tratamientos de aguas residuales del pueblo de Mochima con muestras recolectadas en cada una de las lagunas en dos meses de 2016: marzo y diciembre. La composición del fitoplancton correspondió a un sistema eutrofizado, con dominancia de cianobacterias en marzo y euglenofitas en diciembre, donde fueron registradas 16 especies de algas, siendo *Microcystis aeruginosa* la más abundante y tóxica. La turbidez y las cianobacterias disminuyeron de una laguna a otra. Las toxinas fueron más altas en marzo que en diciembre. La planta de tratamiento no cumple con la normativa establecida, liberando cianotoxinas a la bahía.

TUOZZO, Miraidi (2018) Los quetognatos (Animalia: Chaetognatha) del Caribe venezolano. Trabajo Especial de Grado, Escuela de Biología [Tutor: Prof. Dr. Rubén Torres] - Fue realizada la descripción taxonómica y evaluación de la composición, riqueza, abundancia y estructura poblacional de especies de Chaetognatha en 3 localidades del Caribe venezolano (Parque Nacional Morrocoy, Parque Nacional Mochima y el Refugio de Fauna Silvestre Isla de Aves). Fueron identificadas 11 especies y 9 géneros de quetognatos. Se incluyeron fotografías de las especies observadas. La localidad con mayor riqueza y abundancia de especies fue el Parque Nacional Mochima. La especie más abundante registrada en el estudio fue *Flaccisagitta enflata* y la menos abundante *Sagitta bipunctata*.

PEREIRA, Carlos (2019) Dinámica del microfítobentos y su relación ecológica con el plancton de la zona costera central de Venezuela. Tesis Doctoral, Postgrado en Ciencias, Mención Ecología [Tutor: Prof. Dra. Evelyn Zoppi de Roa] - Fue analizada la dinámica del microfítobentos, su relación ecológica con el microfítoplancton, el meiobentos y el zooplancton. Adicionalmente, fue estudiada su composición taxonómica, abundancia y variables espaciales y temporales en relación a las variables ambientales en la zona costera entre Chirimena y Puerto Francés (estado Miranda). Las diatomeas y los dinoflagelados dominaron el microfítobentos, y su abundancia varió temporalmente. El microfítoplancton presentó una mayor diversidad y abundancia en los meses de surgencia, y resultó afectado por el aporte de aguas continentales. El zooplancton y la meiofauna tuvieron una riqueza similar, con predominio de copépodos, foraminíferos y cnidarios, y mostraron un patrón temporal

parecido. Las macroalgas estuvieron dominadas por Rhodophyta y Ochrophyta. A pesar de que el fitoplancton y el microfítobentos comparten especies, cada comunidad presentó especies características con patrones de distribución diferentes.

PÉREZ, Carlos Luis (2021) Caracterización de la comunidad zooplanctónica, con énfasis en copépodos (Crustacea: Maxillopoda) y larvas de mosquito del género *Anopheles* (Diptera: Culicidae), en dos localidades de la península de Paria (estado Sucre). Trabajo Especial de Grado, Escuela de Biología [Tutores: Prof. Dra. Evelyn Zoppi de Roa y Prof. Dra. Laura Delgado] - Fue estudiada la composición de la comunidad zooplanctónica en los humedales de Catuaro e Irapa en la península de Paria, con el objetivo de determinar si existe una relación significativa entre la presencia o ausencia de larvas de mosquito del género *Anopheles* con la presencia o ausencia de los grupos zooplanctónicos, con especial énfasis en los copépodos del género *Mesocyclops*. En los humedales, fueron encontradas dos especies de copépodos del género: *M. longisetus* y *M. meridianus*, los cuales son depredadores de las larvas de *Anopheles*. La presencia o ausencia de estos copépodos influyó en la densidad de las larvas de *Anopheles* en ambos humedales. Estos resultados confirmaron el potencial de los *Mesocyclops* como control biológico de los criaderos de *Anopheles*.

STELLA, Bruno (2022) Paralarvas de cefalópodos (Mollusca: Cephalopoda) en el Caribe y Atlántico venezolano. Trabajo Especial de Grado, Escuela de Biología [Tutor: Lic. Joxmer Scott Frias] - Fue estimada la composición, densidad, biomasa, longitud del manto y distribución de las paralarvas planctónicas de cefalópodos en las campañas oceanográficas del Atlántico venezolano, golfo de Venezuela e Isla de Aves. En las muestras recolectadas de las áreas de estudio, fueron identificadas 55 paralarvas pertenecientes a 4 familias de calamares (Amphitretidae, Loliginidae, Octopodidae y Ommastrephidae) y una especie de pulpo (*Octopus vulgaris*). En las descripciones taxonómicas, fueron incluidas fotografías de las paralarvas identificadas. La biomasa estimada presentó valores menores del 1% de la biomasa total del zooplancton en casi todas las estaciones, con la excepción de Isla de Aves que presentó un valor mayor al 6% del zooplancton. En cuanto a distribución, los calamares de la familia Ommastrephidae y Loliginidae estaban ubicados en la zona oceánica de la Fachada Atlántica, mientras que Octopodidae estuvo presente en Isla de Aves y en la zona nerítica del golfo de Venezuela. El único ejemplar de Amphitretidae fue encontrado en Isla de Aves.

CASTILLO, Alfredo (2022) Larvas de crustáceos Anomura y Brachyura (Arthropoda: Crustacea: Decapoda) de Isla de Aves (Dependencia Federal). Trabajo Especial de Grado, Escuela de Biología [Tutores: Prof. MSc. Jonathan Vera-Caripe, Prof. Dr. Rubén Torres] - Se estudió la riqueza, abundancia y distribución de larvas de crustáceos Anomura y Brachyura en muestras recolectadas en 2009 y 2012 alrededor de la isla. En este estudio, fueron identificados 15 taxa o morfotipos, 6 de ellos pertenecientes al infraorden Anomura y 9 al infraorden Brachyura. En las descripciones de los taxa observados, fueron incluidos diagramas y fotografías de las larvas. El anomuro *Pagurus* sp. y el braquiuro *Eurytium limosum* resultaron ser las especies más abundantes. La localidad oeste de la isla presentó la mayor diversidad y abundancia de larvas de crustáceos. La concentración de oxígeno disuelto fue el único factor fisicoquímico determinante en la distribución de las larvas de crustáceos en Isla de Aves.

TEZARA, Rodrigo (2023) Caracterización de los tardigrados (Tardigrada) limnoterrestres en algunas localidades del Valle de Caracas. Trabajo Especial de Grado, Escuela de Biología [Tutor: Prof. Dr. Rubén Torres] - Fue realizada la caracterización, descripción

e identificación taxonómica de los tardígrados limnoterrestres presentes en muestras de sustratos bióticos y antrópicos dominados por líquenes y musgos, colectadas en 4 localidades urbanas de Distrito Capital: Facultad de Ciencias UCV, San Bernardino y Sebuacán, y estado Miranda: conjunto residencial Villa Hermosa, ubicada en la ciudad de Guatire. El estudio incluye fotografías, tablas y diagramas de los 15 géneros encontrados, 12 de ellos nuevos registros para el país. La mayoría de los tardígrados observados pertenecen a la Clase Eutardigrada, y los géneros más abundantes fueron *Minibiotus*, *Minilentus* y *Xerobiotus*. Sebuacán y la Facultad de Ciencias de la Universidad Central de Venezuela resultaron las localidades con mayor riqueza de géneros, mientras que San Bernardino fue la de menor riqueza.

**CONTRIBUTIONS TO THE KNOWLEDGE OF THE  
BIODIVERSITY OF CRUSTACEAN DECAPODS OF  
VENEZUELA. II.- FIRST RECORDS OF *Eucinetops blakianus*  
AND *Inachoides forceps* (DECAPODA: BRACHYURA:  
MAJOIDEA) WITH KEYS TO SPECIES**

Carlos Lira<sup>1\*</sup>, Jonathan Vera-Caripe<sup>1,2</sup>, Ducverly Fernández<sup>1</sup>,  
Juan Bolaños<sup>1†</sup>, Jesús Hernández<sup>1</sup>, William Santana<sup>3</sup>  
and Régulo López<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Laboratorio de Zoología y Carcinología. Grupo de Investigación en Carcinología de la Universidad de Oriente (GICUDONE), Universidad de Oriente, Núcleo de Nueva Esparta, Boca del Río, Isla de Margarita, Venezuela. Cod. Postal. 6401. † *In memoriam*. <sup>2</sup>Centro Museo de Biología de la Universidad Central de Venezuela (MBUCV), Laboratorio de Invertebrados, Facultad de Ciencias, Paseo Los Ilustres, Los Chaguaramos, Apartado Postal 47058, Caracas 1041, Distrito Capital, Venezuela. <sup>3</sup>Universidade Regional do Cariri (URCA), Rua Cel. Antônio Luis, 1161, Pimenta, 63105-000, Crato, Ceará, Brazil.\*carloslirag@gmail.com

**ABSTRACT**

The spider crabs, *Eucinetops blakianus* Rathbun, 1896 (Inachidae) and *Inachoides forceps* A. Milne-Edwards, 1879 (Inachoididae) are here reported for the first time for Venezuelan waters. *Eucinetops blakianus* is a very rare crab, with few records along the Caribbean Sea. Although *Inachoides forceps* is not rare, the record presented here fills a gap in the distribution of this species previously known from Cape Lookout, North Carolina, US to Santa Catarina, Brazil.

**Keywords:** brachyuran crabs, spider crabs, Inachidae, Inachoididae, Caribbean Sea.

**Contribuciones al conocimiento de la biodiversidad de  
crustáceos decápodos de Venezuela. II.- Primeros  
registros de *Eucinetops blakianus* e *Inachoides forceps*  
(Decapoda: Brachyura: Majoidea)  
con claves para las especies**

**RESUMEN**

Los cangrejos araña, *Eucinetops blakianus* Rathbun, 1896 (Inachidae) e *Inachoides forceps* A. Milne-Edwards, 1879 (Inachoididae) son reportados por primera vez para aguas marinas venezolanas. *E. blakianus* es un cangrejo muy poco común, con escasos registros a lo largo del mar Caribe. A pesar de que *I. forceps* no es infrecuente, el presente registro llena un vacío en la distribución previamente conocida de esta especie, que abarca desde Cape Lookout, Carolina del Norte, EE. UU. hasta Santa Catarina, Brasil.

**Palabras clave:** cangrejos braquiura, cangrejos araña, Inachidae, Inachoididae, mar Caribe.

## INTRODUCTION

Majoid spider crabs are represented in Venezuela by the families Epialtidae MacLeay, 1838, Inachidae MacLeay, 1838, Inachoididae Dana, 1851 and Mithracidae MacLeay, 1838. These families form one of the groups of brachyuran crabs with the largest number of marine species found in Venezuela (Lira *et al.*, 2013).

Traditionally, crabs of family Inachidae present eyes without orbit, long eyestalks and basal article of antenna extremely slender and usually elongated (Rathbun, 1925), while the Inachoididae present a dorsal exposure of the pleurites 5–8 and the first abdominal somite (Santana, 2008; Guinot, 2012). The genus *Stenorhynchus* Lamarck, 1818, is placed by Guinot (2012) among the Inachoididae in its own subfamily, *Stenorhynchinae* Dana, 1851, due to significant morphological differences presented by this genus (seen Santana, 2008).

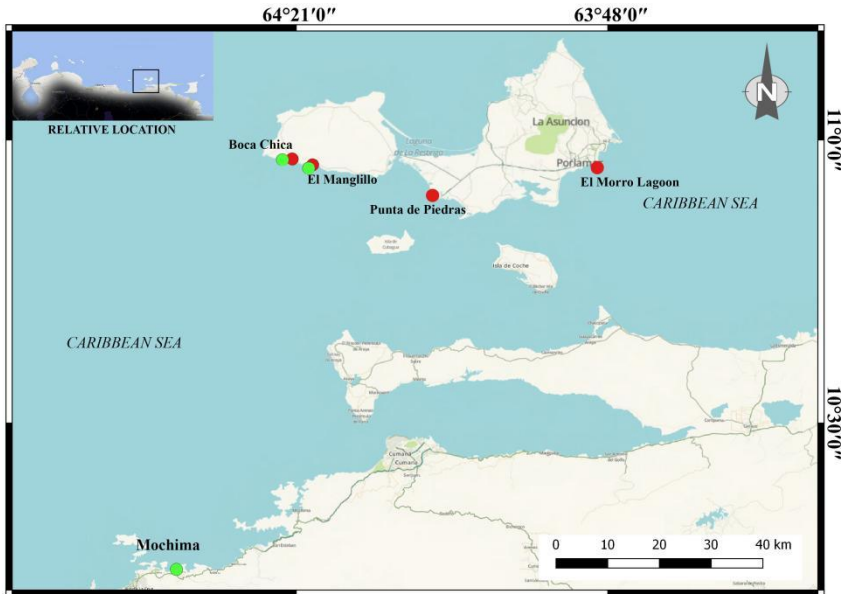
Inachidae is represented in Venezuela by *Coryrhynchus riisei* (Stimpson, 1860), *Ericerodes botti* (Türkay, 1968), *Podochela grossipes* Stimpson, 1860 and *Podochela macrodera* Stimpson, 1860 (Türkay, 1968; Rodríguez, 1980; Marcano and Bolaños, 2001), while Inachoididae is represented by *Anasimus latus* Rathbun, 1894, *Batrachonotus fragosus* Stimpson, 1871, *Collodes inermis* A. Milne-Edwards, 1878, *Pyromaia tuberculata* (Lockington, 1877), *Stenorhynchus seticornis* (Herbst, 1788) (Rathbun, 1925; Türkay, 1968; Rodríguez, 1980; Marcano and Bolaños, 2001) and *Paulita tuberculata* (Lemos de Castro, 1949) (Rodríguez *et al.*, 2025).

The Research Group on Carcinology of the Universidad de Oriente, Venezuela (GICUDONE) carries out inventories of decapod crustaceans in different localities of Venezuela. As a result, an initial contribution to the knowledge of the biodiversity of decapod crustaceans was made by Lira *et al.* (2013) with the additions of *Macrocoeloma concavum* Miers 1886 and *Omalacantha interrupta* (Rathbun, 1920) (as *Microphrys interruptus* Rathbun, 1920), both Mithracidae species. Here, we present a second contribution of this series, with new records for *Eucinetops blakianus* Rathbun, 1896 (Inachidae) and *Inachoides forceps* A. Milne-Edwards, 1879 (Inachoididae) collected in Venezuelan waters.

## MATERIALS Y METHODS

The material analyzed comes from several field trips, including samples collected by students of the Carcinology course at the Universidad de Oriente in Boca del Río, Venezuela, while other specimens were collected

during a study of the decapod carcinofauna from the seashore of El Manglillo, Margarita Island. One specimen of *Inachoides forceps* was part of the master's thesis of one of the authors (JVC), conducted in the Mochima National Park, Anzoátegui state (Figure 1).



**Figure 1.** Distribution of *Eucinetops blakianus* Rathbun, ● 1896 and *Inachoides forceps* A. Milne-Edwards, 1879 ● in Venezuela.

The samples were preserved in 95% ethyl alcohol and/or 5% formalin and subsequently identified with the help of a stereoscopic microscope. Carapace length (CL, dorsal distance between the distal part of the front and the posterior margin of the carapace) and the carapace width (CW, widest distance between the lateral margins of the carapace) were measured using a millimeter calibration electronic vernier. Other abbreviations and symbols include: USNM, National Museum of Natural History, Smithsonian Institution; MNHN Muséum National d'Histoire Naturelle; coll. collector or collected by; m, meters; mm, millimeters; ♂, male; ♀, female; ♀♀, ovigerous female. Synonymic list not exhaustive.

## RESULTS

Superfamily Majoidea Samouelle, 1819

**Family Inachidae MacLeay, 1838**

*Eucinetops blakianus* Rathbun, 1896 (Figure 2)



**Figure 2.** *Eucinetops blakianus* Rathbun, 1896, specimen collected at El Manglillo, Margarita Island, Venezuela.

*Eucinetops blackiana* Rathbun, 1896: 141 (type locality: Port Royal, Jamaica, USNM 19405). – Rathbun, 1925: 88, pl. 23, figs., 1-2, text fig. 24A, B; 1933: 10, fig. 6; Rodríguez, 1980: 270; Coelho, 1999: 151.

*Eucinetops blakianus* – Ng *et al.*, 2008: 111; Carmona-Suárez and Poupin, 2016: 362, fig. 1B; Poupin, 2018: 189.

**Material examined:** *Venezuela*, Margarita Island, Punta de Piedras (10°54'15"N – 64°06'37"W): 29/X/08, 2 ♀ (5.2 mm CL – 4.4 mm CW and 5.2 mm CL – 4.5 mm CW respectively), 1 ♂ (parasited by a sacculinid; 6.4 mm CL – 4.9 mm CW); coll. M. Marval, 0.5 m, rocky bottom (GIC-162). – El Manglillo (10°57'26"N – 64°19'14"W): 29/I/11, 1 ♂ (6.4 mm CL – 4.9 mm CW), 1 ♀ (5.0 mm CL – 4.1 mm CW), coll. C. Lira and R. López, 0.75 m, rocky bottom (not preserved). – 31/VI/11, 1 ♀ (7.2 mm LC – 5.1 mm AC), coll. C. Lira and R. López, 0.25 m, rocky bottom (GIC-886). – 29/X/11, 1 ♂ (7.6 mm CL – 6.5 mm CW), 1 ♀♀ (5.7 mm CL – 4.5 mm CW), coll. C. Lira and R. López, 0.75 m, rocky bottom (not preserved). – Boca Chica (10°57'40"N – 64°21'57"W): 10/XI/05, 1 ♂ (5.6 mm CL – 4.3 mm CW), 1 ♀♀ (5.5 mm CL – 4.5 mm CW), coll. D. Fernández and T. Blanco, 0.75 m, rocky bottom (GIC-633). – El Morro Lagoon (10°57'25"N – 63°49'25"W), 1 ♀♀ (6.0 mm CL – 4.8 mm CW), 18/VII/11, coll. H. Montoya, 0.25 m, rocky bottom (GIC-263).

**Distribution:** Western Atlantic: In Bahamas, Jamaica, Puerto Rico, Guadeloupe, Bonaire, Colombia (Rathbun, 1925; Coelho, 1999; Carmona-Suárez and Poupin, 2016), and Venezuela (present study).

**Remarks:** This species was described by Rathbun (1896) based on material collected in Jamaica. Rathbun (1925, 1936) recorded this species for Bahamas, Porto Rico and Bonaire and she indicated that this is a rare species (1933: 10). Although Rodriguez (1980: 270) included this species in his report of the Venezuelan decapods, he mentioned that this species was never recorded by him, and the only material known from the region of Venezuela was reported by Rathbun (1925). After that, the only records of this species were made by Coelho (1999) for Colombia, Carmona-Suárez and Poupin (2016) and Poupin (2018) for Guadeloupe, with very few specimens collected.

*Eucinetops blakianus* appears to be more common on the eastern coasts of Venezuela, however it does not figure in the inventories available up to date. Its cryptic habits and relatively small body size and a similar general body shape could lead to confuse it with a juvenile *Macrocoeloma* Miers, 1879, causing its absence in these inventories. The specimens collected and herein presented are the first for Venezuelan waters and an addition to the knowledge of this species as all specimens were collected in rocky bottoms and shallow waters of about or less than 1 m depth.

**Family Inachoididae** Dana, 1851.

*Inachoides forceps* A. Milne-Edwards, 1879 (Figure 3).



**Figure 3.** *Inachoides forceps* A. Milne-Edwards, 1879, specimen collected at El Manglillo, Margarita Island, Venezuela.

*Inachoides forceps* A. Milne-Edwards, 1879: 199, pl. 33, figs. 4-4d (type locality: Guiana, and Desterro, Brazil, types material in MNHN, Paris). - Garth, 1958: 99, 101; Powers, 1977: 45; Melo, 1996: 206; 1998: 146; Camp., 1998: 146; Boschi, 2000: 88; Nizinski, 2003: 129; McLaughlin *et al.*, 2005: 251, 311; Coelho, 2006: 18; Ng *et al.*, 2008: 115; Santana and Tavares 2009: 62, figs., 1B, D, 2C, 3B.

*Inachoides obtusus* A. Milne-Edwards, 1879: 199, pl. 33, figs. 3, 4d.

*Inachoides intermedius* Rathbun, 1894: 57. - Rathbun, 1901: 59.

*Podochela meloi* Sankarankutty, Ferreira and Cunha, 2001: 552, figs. 1,2.-Coelho, 2006: 678.

**Material examined:** *Venezuela*, Margaita Island, Boca Chica (10°57'40"N - 64°21'57"W): 30/IV/07, 1 ♀, 4.10 mm CL - 2.60 mm CW, coll. D. Fernández and T. Blanco, 0.3 m, associated with unidentified brown algae (GIC-389). - El Manglillo (10°57'26"N - 64°19'14"W): 24 / XI / 11: 1 ♂, 5.10 mm CL - 3.60 mm CW, coll. C. Lira and R. López, 0.75 m, rocky bottom (GIC-543). - Anzoátegui State, Mochima, Vencemos Beach (10°14'30"N - 64°33'41"W): 01/VIII / 12, 1 ♀, 6.80 mm CL - 4,00 mm CW, coll. J. Vera-Caripe, 5 m, coral rocks (GIC-587).

**Distribution:** Western Atlantic: In North Carolina to Florida (USA), Gulf of Mexico, Antilles, Guianas and Brazil (Amapá to Santa Catarina) (Santana and Tavares, 2009) and Venezuela (present study).

**Remarks:** *Inachoides forceps* is a small spider crab, commonly found on some types of algae and in shallow waters. Specimens of *I. forceps* can be confused with other *Podochela* species due to their overall morphology (see Santana and Tavares, 2009 for details). The absence in previous reports from Venezuela can be a consequence of these misidentifications. This species presents a broad and discontinuous distribution from North Carolina (USA) to Santa Catarina (Brazil) (Santana and Tavares, 2009) and had not been previously recorded for Venezuelan waters.

## DISCUSSION

The family Inachidae is represented in the Americas by at least 34 species (Boschi, 2000), of which 15 have been recorded in the Caribbean and only 4 in Venezuela, while the Inachoididae family includes 31, 16 and 6 species for Americas, Caribbean and Venezuela, respectively. Table 1 shows the species of both families found in Venezuela.

*Eucinotops* Stimpson, 1860 is a genus of spider crabs restricted to America, composed of four species of which *E. blakianus* is the only representative in the western Atlantic, while the other three species are circumscribed to the Pacific coasts of America (Coelho 1999, Boschi, 2000). The classification of this genus has undergone numerous modifications

within Majoidea, being placed in Mithracinae (= Mithracidae) by some authors whereas others have included it among Inachoidinae, Ophthalmiinae and Anomalipinae (Coelho, 1999).

**Table 1.** Species of Inachidae and Inachoididae recorded from Venezuelan waters.

Family	Species	Localities	First record
Inachidae	<i>Coryrhynchus riisei</i>	Sucre state, Margarita Island, Los Frailes Archipelago	Rodríguez (1980)
	<i>Ericerodes botti</i>	Margarita Island	Türkay (1968)
	<i>Eucinetops blackianus</i>	Punta de Piedras El Manglillo Boca Chica El Morro Lagoon	Present study
	<i>Podochela grossipes</i>	La Guaira state	Rodríguez (1980)
	<i>Podochela macrodera</i>	La Tortuga, Margarita and Cubagua islands	Marcano and Bolaños (2001)
Inachoididae	<i>Stenorhynchus seticornis</i>	Zulia, Falcón, Miranda and Sucre states, La Tortuga, Margarita, Cubagua and La Blanquilla islands, Los Lobos and Caribe islets, Los Roques and Los Frailes archipelagos.	Chace (1956)
	<i>Anasimus latus</i>	Falcón and Sucre states, Margarita, Coche and Cubagua islands	Rathbun (1925)
	<i>Batrachonotus fragosus</i>	Zulia, Falcón and Sucre states, Margarita Island.	Rodríguez (1980)
	<i>Collodes inermis</i>	Margarita Island.	Sánchez (1997)
	<i>Inachoides forceps</i>	Boca Chica El Manglillo Mochima	Present study
	<i>Pyromaia tuberculata</i>	Cubagua Island	Marcano and Bolaños (2001)
	<i>Paulita tuberculata</i>	Margarita Island	Rodríguez et al. (2025)

The genus *Inachoides* H. Milne Edwards and Lucas, 1842, on the other hand, includes three species, *I. laevis* Stimpson, 1860 and *I. lambriformis* (De Haan, 1839), on the Pacific coast of America and *I. forceps*, on the Atlantic coast. With these findings, the number of species of Inachidae and Inachoididae, recorded for Venezuela is increased to five and seven, respectively. Keys for the Majoidea families, as well as species of Inachidae and Inachoididae reported to date for Venezuela are presented below.

**KEY TO MAJOIDEA FAMILIES PRESENT IN VENEZUELA** modified from Rathbun (1925) and Poore and Ahyong (2023):

- 1A. Pleurites of the thoracic somites 5–8 and of the first abdominal somite dorsally exposed; branchiostegite weakly developed or absent ..... Inachoididae
- 1B. Pleurites of the thoracic and abdominal somites not exposed dorsally; branchiostegite well developed ..... 2
- 2A (1). Eyes with complete or almost complete orbits ..... Mithracidae
- 2B. Eyes without orbits or with vestigial ones ..... 3
- 3A (2). Eyes without orbit. Basal article of antenna long and thin ..... Inachidae
- 3B. Eyes with vestigial orbits. Basal article of antenna not long nor thin ..... Epiplatidae

**KEY TO INACHIDAE SPECIES PRESENT IN VENEZUELA** modified from Rathbun (1925) and Coelho (2006):

- 1A. Third pair of maxillipeds podiformes, with the ischium wider than the merus, palp elongated ..... 2
- 1B. Third pair of maxillipeds not podiformes, with the ischium of the same width as the merus, palp not extended ..... *Eucinetops blakianus*
- 2A (1). Rostrum triangular, not ending in spine ..... (*Podochela*) ..... 3
- 2B. Rostrum rounded or ending in spine ..... 4
- 3A (2). Propodus of first walking leg four or more times as long as the dactylus; propodus of last two legs considerably longer than the dactylus and slightly curved ..... *Podochela macrodera*
- 3B. Propodus of the first walking leg two or at most three times as long as the dactylus; propodus of the last two legs slightly longer than the dactyl and strongly curved ..... *Podochela grossipes*
- 4A (2). Rostrum rounded, hood-shaped ..... *Coryrhynchus riisei*
- 4B. Rostrum triangle, tapering to a tip ..... *Ericerodes botti*

**KEY TO INACHOIDIDAE SPECIES PRESENT IN VENEZUELA** modified from Poore and Ahyong (2023):

- 1A. Rostrum single, longer than carapace. Postorbital spine small, distant from eyestalk. Carapace and exposed thoracic pleurites 5–8 smooth ..... *Stenorhynchus seticornis*
- 1B. Rostrum single, shorter than carapace. Postorbital process triangular or cup-shaped, close to eyestalk. Carapace and exposed thoracic pleurites 5–8 granular or tuberculate ..... 2
- 2A (1). Pereopod 2 shorter than pereopod 3. Carapace broadly triangular, regions convex, tuberculate, divided by deep transverse parallel grooves ..... *Paulita tuberculata*
- 2B. Pereopod 2 as long or longer than pereopod 3. Carapace not as in 2A ..... 3
- 3A (2). Antennal basal article with carina or row of tubercles subparallel to lateral margin of antennular fossa ..... 4
- 3B. Antennal basal article without carina subparallel to lateral margin of antennular fossa, sometimes with few tubercles, sometimes with tooth ..... 12
- 4A (3). Rostrum longer than wide at base, tapering or with distal spine ..... *Inachoides forceps*
- 4B. Rostrum not longer than wide, truncate or triangular, sometimes bifid or with medial notch (Fig. 14.84e–g, i) ..... 5
- 5A (4). Carapace about as wide as long, with 1 gastric, 1 cardiac and 1 intestinal spines; postorbital spine triangular, shorter than hepatic angle ..... *Batrachonotus fragosus*
- 5B. Carapace pyriform, longer than wide, spines or tubercles; postorbital spine triangular, as long as hepatic angle, or elongate, remote from hepatic margin ..... *Collodes inermis*
- 6A (3). Antennal basal article with strong tooth near midpoint. Pereopods 2–5 dactyli with 2 rows of setae, one on mesial margin, other lateral ..... *Anasimus latus*
- 6B. Antennal basal article without or with few tubercles subparallel to lateral margin of antennular fossa, usually with subterminal marginal tooth. Pereopod 2–5 dactyli without setae or with setae all around ..... *Pyromaia tuberculata*

## ACKNOWLEDGMENTS

This work was partially funded by the Consejo de Investigación of Universidad de Oriente, Núcleo Nueva Esparta, Project No. C16-030602-1687-10. WS thanks the Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) [grant BIOTA #2013/01201-0], the Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq [grant Universal #429334/2016-8 and PQ2 #315185/2020-1], and the Fundação Cearense de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico (fellowship # 6647309/2017).

## LITERATURE CITED

- Boschi, E.E. 2000. Species of decapod crustaceans and their distribution in the American marine zoogeographic provinces. *Rev. Invest. Des. Pesq.* 13: 1-136.
- Camp, D. K. 1998. Checklist of shallow-water marine malacostracan Crustacea of Florida. In: *Checklists of selected shallow-water marine invertebrates of Florida* (D. K. Camp, W. G. Lyons and T.H. Perkins, eds.). Florida Marine Research Institute Technical Report TR-3. St. Petersburg, FL: Florida Department of Environmental Protection. Pp. 123-189.
- Carmona-Suárez, C. and J. Poupin. 2016. Majoidea crabs from Guadeloupe Island, with a documented list of species for the Lesser Antilles (Crustacea, Decapoda, Brachyura, Majoidea). *Zoosystema* 38(3): 353-387.
- Chace, F. A., Jr. 1956. Crustáceos decápodos y estomatópodos del Archipiélago de Los Roques e Isla de La Orchila. (A. Méndez et al., eds.) *Archipiélago de Los Roques y la Orchila*. 145-168 p., 4 pl. Sociedad de Ciencias Naturales La Salle, Editorial Sucre, Caracas.
- Coelho, P.A. 1999. Revision of the genera *Eurypodius* Guérin, 1825, *Anomalothir* Miers, 1879 and *Eucinetops* Stimpson, 1860, in the Caribbean and Atlantic coasts of South America (Crustacea, Decapoda, Majidae). *Trab. Oceanogr. da Univ. Federal de PE, Recife* 27(1): 149-168.
- Coelho, P.A. 2006. Revisão de *Podochela* Stimpson e géneros afins nas costas caribenha e atlântica da América do Sul (Crustácea; Decapoda, Inachidae). *Rev. Bras. Zool.* 23(3): 678-691.
- Dana, J.D. 1851. On the classification of the maioid Crustacea or Oxyrhyncha. *Am. J. Sci., series 2*, 11(33): 425-434.
- De Haan, W. 1833-1850. Crustacea. In: Siebold, P.F. von (ed.) *Fauna Japonica sive Descriptio Animalium, Quae in Itinere per Japoniam, Jussu et Auspiciis Superiorum, qui Summum in India Batava Imperium Tenent, Suscepto, Annis 1823-1830 Collegit, Noitis, Observationibus et Adumbrationibus Illustravit*. Leiden: Lugduni-Batavorum. Pp. i-xvii, i-xxxii, ix-xvi, 1-243, Plates A-J, L-Q, 1-55, circ. Table 2.
- Garth, J.S. 1958. Brachyura of the Pacific coast of America: Oxyrhyncha. *Allan Hancock Pacific Expeditions*, 21(1): 1-499.
- Guinot, D. 2012. Remarks on Inachoididae Dana, 1851, with the description of a new genus and the resurrection of Stenorhynchinae Dana, 1851, and recognition of the inachid subfamily Podochelinae Neumann, 1878 (Crustacea, Decapoda, Brachyura, Majoidea). *Zootaxa* 3416: 22-40.
- Herbst, J.F.W. 1782-1804. *Versuch einer Naturgeschichte der Krabben und Krebse, nebst einer systematischen Beschreibung ihrer verschiedenen Arten*. Erster

- Band. Mit XXI Kupfer-Tafeln und Register. Krabben. Joh. Casper Fuessly, Zürich / Gottlieb August Lange, Berlin und Stralsund, iv + 274 pp., 21 pls
- Lamarck, J.B. 1818. *Histoire naturelle des Animaux sans Vertèbres, présentant les caractères généraux et particuliers de ces animaux, leur distribution, leurs classes, leurs familles, leurs genres, et la citation des principales espèces qui s'y rapportent; précédés d'une Introduction offrant la détermination des caractères essentiels de l'Animal, sa distinction du végétal et des autres corps naturels, enfin, l'Exposition des Principes fondamentaux de la Zoologie*. Paris, Deterville. vol 5: 612 pp.
- Lemos de Castro, A. 1949. "*Dasygygius tuberculatus*", uma nova espécie de Crustáceo do Brasil (Decapoda, Majidae). *Revista Brasil. Biol.* 9(3): 349-352.
- Lira, C., D. Fernández, J. Bolaños, G. Hernández and I. Hernández-Ávila. 2013. Contribuciones al conocimiento de la biodiversidad de crustáceos decápodos de Venezuela. I. Primeros registros de *Macrocoeloma concavum* Miers 1886 y *Microphrys interruptus* Rathbun 1920 (Brachyura: Majoidea: Majidae). *Bol. Centro Invest. Biol. Univ. Zulia* 47(1): 47-62.
- Lockington, W.N. 1877. Description of seventeen new species of Crustacea. *Proc. Calif. Acad. Sci.* 7 [for 1876]: 41-48.
- MacLeay, W.S. 1838. On the brachyurous decapod Crustacea brought from the Cape by Dr. Smith. In: Smith, A. (ed.) *Illustrations of the Annulosa of South Africa; being a portion of the objects of natural history chiefly collected during an expedition into the interior of South Africa, under the direction of Dr. Andrew Smith, in the years 1834, 1835. and 1836; fitted out by "The Cape of Good Hope Association for Exploring Central Africa"*. Published under the Authority of the Lords Commissioners of Her Majesty's Treasury, London, pp. i-iv + 53-71, pls. 2, 3.
- Marcano, J. and J. Bolaños. 2001. Cangrejos májidos (Decapoda: Brachyura: Majidae) de las aguas marinas someras venezolanas. *Bol. Inst. Oceanogr. Venez.* 40: 71-82.
- McLaughlin, P. A., D. K. Camp, M. Angel, E. L. Bousfield, P. Brunel, R. C. Brusca, D. Cadien, A. C. Cohen, K. Conlan, L. G. Eldredge, D. L. Felder, J. W. Goy, T.A. Haney, B. Hann, R. W. Heard, E. A. Hendrycks, H. H. Hobbs III, J. Holsinger, B. Kensley, D. R. Laubitz, S. E. Lecroy, R. Lemaitre, R. F. Maddocks, J. W. Martin, P. Mikkelsen, E. Nelson, W. A. Newman, R. M. Overstreet, W. J. Poly, W. W. Price, J. W. Reid, A. Robertson, D. C. Rogers, A. Ross, M. Schotte, F. R. Schram, C. T. Shih, L. Watling, G. D. F. Wilson and D. D. Turgeon. 2005. Common and scientific names of aquatic invertebrates from the United States and Canada: Crustaceans. *American Fisheries Society* (Special Publication), 31, 1-545.
- Melo, G.A.S. 1996. Manual de identificação dos Brachyura (Caranguejos e Siris) do litoral brasileiro. Sao Paulo, Brasil. Pp. 1-362.
- Melo, G.A.S. 1998. Malacostraca - Eucarida. Brachyura. Oxyrhyncha and Brachyrhyncha, In: *Catalogue of Crustacea of Brazil* (P. S. Young, ed.). Rio de Janeiro, Museu Nacional, Série Livros, n° 6. pp. 455-515.
- Miers, E.J. 1879. Descriptions of new or little-known species of maioid Crustacea (Oxyrhyncha) in the collection of the British Museum. *Ann. Mag. Nat. Hist.* 4(19): 1-28.
- Miers, E.J. 1886. Report on the Brachyura collected by H.M.S. Challenger during the years 1873-1876. In: *Zoology. Report on the Scientific Results of the Voyage of H.M.S. Challenger During the Years 1873-76 Under the Command of Captain George S. Nares, R.N., F.R.S. and the Late Captain Frank Tourle Thomson, R.N. Wyville (J. Murray, ed.) Thomson, C. and J. Murray (series eds.)* Vol. 17. Edinburgh: Neill and Company. Pp. 1-362, Plates 1-29.

- Milne-Edwards, A. (1873-1880). *Études sur les xiphosures et les crustacés de la région mexicaine*. In: *Mission scientifique au Mexique et dans l'Amérique centrale, ouvrage publié par ordre du Ministre de l'Instruction publique. Recherches Zoologiques pour servir à l'histoire de la faune de l'Amérique centrale et du Mexique, publiées sous la direction de M. H. Milne Edwards, membre de l'Institut. Imprimerie nationale, Paris*. Cinquième partie. Tome premier. [8 unpaginated] + 1-368 + [63 unpaginated plate legends] pp., Pls. 1-61 + 5A + 31A [= 63 plates]. Dates of publication—Livraison 1: [6 unpaginated] + 1-24 pp., Pls. 1-7: 20 September 1873; Livraison 2: 25-56 pp., Pls. 8-14: 28 October 1873; Livraison 3: 57-120 pp., Pls. 15-20: 4 December 1875; Livraison 4: 121-184 pp., Pls. 21-27, 29, 30: 1878; Livraison 5: 185-224 pp., Pls. 31-39: 1879; Livraison 6: 225-264 pp., Pls. 40-43, 45-48, 5A: 1879; Livraison 7: 265-312 pp., Pls. 31A, 44, 49-54: 1880; Livraison 8: 313-368 + [8 unpaginated] pp., Pls. 55-61: 1880.
- Milne-Edwards, H. and H. Lucas. 1842-1844. Crustacés. In: *Voyage dans l'Amérique méridionale (le Brésil, la république orientale de l'Uruguay, la république Argentine, la Patagonie, la république du Chili, la république de Bolivie, la république du Pérou), exécutée pendant les années 1826, 1827, 1828, 1829, 1830, 1831, 1832 et 1833* (A, d'Orbigny, ed.). Vol. 6(1). Paris, Strasbourg: P. Bertrand, Vve Levrault. Pp. 1-37, 1-17.
- Nizinski, M.S. 2003. Annotated checklist of decapod crustaceans of Atlantic coastal and continental shelf waters of the United States. *Proc. Biol. Soc. Wash.* 116(1): 96-157.
- Ng, P.K.L., D. Guinot and P. Davie. 2008. Systema Brachyurorum: Part I. An annotated checklist of extant brachyuran crabs of the world. *Raffles Bull. Zool.* 17: 1-286.
- Poore, G. and S. Ahyong. 2023. *Marine Decapod Crustacea. A guide to families and genera of the world*. CSIRO Publishing - CRC Press. Australia and New Zealand, 916 p.
- Poupin, J. 2018. Les Crustacés décapodes des Petites Antilles: Avec de nouvelles observations pour Saint-Martin, la Guadeloupe et la Martinique. Muséum national d'Histoire naturelle, Paris, 264 p. (Patrimoines naturels; 77).
- Powers, L.W. 1977. Crabs of the Gulf of Mexico. *Contrib. mar. sci.* 20: 1-190.
- Rathbun, M.J. 1894. Notes on the crabs of the family Inachidæ in the United States National Museum. *Proc. U.S. Natl. Mus.* 17(984): 43-75.
- Rathbun, M.J. 1896. Description of a new genus and four new species of crabs from the West Indies. *Proc. U.S. Natl. Mus.* 19(1104): 141-144.
- Rathbun, M.J. 1901. The Brachyura and Macrura of Porto Rico. *Bulletin of the United States Fish Commission for 1900* 2(2): 3-127.
- Rathbun, M.J. 1920. New species of spider crabs from the Straits of Florida and Caribbean Sea. *Proc. Biol. Soc. Wash.* 33: 23-24.
- Rathbun, M.J. 1925. The spider crabs of America. *Bull. U.S. Natl. Mus.* 166: 1-758.
- Rathbun, M.J. 1933. Scientific survey of Porto Rico and the Virgin Islands Volume XV - Part 1 Brachyuran crabs of Porto Rico and the Virgin Islands. New York: New York Academy of Sciences. 121 pp.
- Rathbun M.J. 1936. Zoologische ergebnisse einer Reise nach Bonaire, Curaçao und Aruba in Jahre 1930. 17. Brachyuran Crustacea from Bonaire, Curaçao and Aruba. *Zool. Jahrb. Abt. Syst.* 67: 379-388.
- Rodríguez, G. 1980. Crustáceos decápodos de Venezuela. IVIC. Caracas. 1-444 pp.
- Rodríguez, P., C. Lira and W. Santana. 2025. First record of *Paulita tuberculata* (Brachyura, Majoidea, Inachoididae) in the Caribbean Sea. *Bol. Invest. Mar. Cost.* 54(1): 175-184.

- Sánchez, L. 1997. Crustáceos presentes en la pesca industrial de arrastre al norte del estado Sucre y alrededores de la isla de Margarita, Venezuela. MSc. dissertation Thesis in Marine Sciences. Universidad de Oriente. Cumaná, Venezuela. 154 pp.
- Samouelle, G. 1819. The entomologist's useful compendium; or an introduction to the knowledge of British insects, comprising the best means of obtaining and preserving them, and a description of the apparatus generally used; together with the genera of Linné, and the modern method of arranging the classes Crustacea, Myriapoda, Spiders, Mites and Insects, from their affinities and structure, according to the views of Dr. Leach. Also, an explanation of the terms used in entomology; a calendar of the times of appearance and usual situations of near 3,000 species of British insects; with instructions for collecting and fitting up objects for the microscope. London, Thomas Boys. Pp 1-496.
- Santana, M. 2008. Revisão taxonômica e relações filogenéticas em Inachoididae Dana, 1851 (Crustacea, Brachyura, Majoidea). Dr. Dissertation Thesis in Zoology. Universidade de São Paulo. São Paulo, Brazil. 240 pp.
- Santana, W. and M. Tavares. 2009. *Podochela meloi* Sankarankutty, Ferreira & Cunha, 2001, a junior synonym of the spider crab *Inachoides forceps* A. Milne-Edwards, 1879. *Zootaxa* 2294: 62-68.
- Sankarankutty, C., A.C. Ferreira and I.M.C. Cunha. 2001. On a new species of spider crab (Crustacea, Brachyura, Majidae) from the Northeast of Brazil. *Rev. Bras. Zool.* 18(2): 551-556.
- Stimpson, W. 1860. Notes on North American Crustacea, in the Museum of the Smithsonian Institution, No. II. *Ann. Lyceum Nat. Hist. New York* 7: 177-246, Plates II and V.
- Stimpson, W. 1871. Preliminary report on the Crustacea dredged in the Gulf Stream in the Straits of Florida by L.F. de Pourtales, Assist. U. S. Coast Survey. Part I. Brachyura. *Bull. Mus. Comp. Zool.* 2: 109-160.
- Türkay, M. 1968. Dekapoden von den Margarita-Inseln (Venezuela) (Crustacea). *Senckenbergiana Biol.* 49(3/4): 249-257.

# FITORREMEDIACIÓN DE UN SUELO CONTAMINADO CON PETRÓLEO PESADO USANDO *Megathyrus maximus*

Ismael Hernández-Valencia\* y Guillermo Méndez

Instituto de Zoología y Ecología Tropical. Facultad de Ciencias. Universidad Central de Venezuela. Ciudad Universitaria. Apdo Postal 20513. Caracas 1020-A. Venezuela. \*ismael.hernandez@ciens.ucv.ve

## RESUMEN

En el presente trabajo se estudió la capacidad del pasto *Megathyrus maximus* para fitorremediar un suelo contaminado con petróleo pesado, a través de los cambios durante 180 días en el contenido de aceites y grasas y de indicadores de la actividad microbiológica en el suelo (actividad de la enzima deshidrogenasa, biomasa del carbono microbiano y respiración basal), los cuales fueron evaluados en dos tratamientos, uno en suelos contaminados al 5% con petróleo pesado (15°API), en donde se trasplantó *M. maximus* y otro en suelos contaminados sin la planta. Los resultados mostraron que en 180 días el contenido de hidrocarburos se redujo en un 46 %, en el tratamiento con *M. maximus* y en 37 % en el tratamiento sin plantas. Para ambos tratamientos las fracciones de los hidrocarburos que disminuyeron fueron las de aromáticos y saturados, mientras que las resinas y asfaltenos permanecieron sin variaciones. Los indicadores bioquímicos y microbiológicos evaluados, mostraron cambios en el tiempo para ambos tratamientos, siendo por lo general superiores en el tratamiento con el pasto, a excepción del coeficiente metabólico. La mayor actividad microbiana en el tratamiento con plantas, probablemente se deba a la presencia de una rizósfera que favorece esta actividad y consecuentemente la degradación del hidrocarburo.

**Palabras clave:** contaminación, biorremediación, pastos, petróleo, trópico.

## Phytoremediation of a soil contaminated with heavy oil using *Megathyrus maximus*

## ABSTRACT

In the present work, the ability of the grass *Megathyrus maximus* to phytoremediate a soil contaminated with heavy oil was studied, through the changes during 180 days in the content of oil and grease and indicators of microbiological activity in the soil (dehydrogenase activity, microbial carbon biomass and basal respiration), which were evaluated in two treatments, one in contaminated soils where *M. maximus* was transplanted in a soil with 5% of heavy oil (15°API) and another in contaminated soils without the plant. The results showed that in 180 days the hydrocarbon content was reduced by 46 % in the treatment with *M. maximus* and by 37 % in the treatment without plants. For both treatments, the hydrocarbon fractions that decreased were aromatic and saturated, while resins and asphaltene remained unchanged. The biochemical and microbiological indicators evaluated showed changes over time for both treatments, being generally higher in the treatment with grass, except for the metabolic coefficient. The greater microbial activity in the treatment with plants is probably due to the presence of a rhizosphere that favors this activity and consequently the degradation of the hydrocarbon.

**Keywords:** Pollution, bioremediation, pastures, petroleum, tropic.

## INTRODUCCIÓN

La industria petrolera tiene el potencial de contaminar el entorno por accidentes o descargas controladas a través de sus diferentes procesos, como son la exploración, perforación, producción, refinación, almacenamiento, distribución y comercialización. Variadas técnicas bajo principios físicos, químicos y biológicos han sido desarrolladas para atender los problemas de contaminación de suelos, con ventajas y desventajas en cuanto a los requerimientos de recursos, eficiencia de la limpieza, costos asociados, requerimientos de mano de obra especializada e impactos ambientales en las áreas recuperadas, entre otros factores (Yavari *y col.*, 2015). Dentro de la variedad de técnicas biológicas de restauración de suelos contaminados, la fitorremediación se considera una técnica con el menor impacto ecológico, ya que es un proceso pasivo, estéticamente agradable, útil para degradar una gran variedad de contaminantes y que procura una mejora en la calidad del suelo con el aumento del contenido del carbono orgánico, la porosidad y la infiltración del agua, y reduce los riesgos de erosión (Frick *y col.*, 1999; Pivetz, 2001).

Otras ventajas que ofrece la fitorremediación son: (a) Por lo general se realiza *in situ*, (b) Las plantas son fácilmente monitoreadas, (c) Permite la utilización de técnicas agrícolas convencionales, (d) Puede tratar volúmenes mayores de suelo en comparación con las técnicas basadas en procesos físicos y químicos, (e) puede utilizar las plantas y microorganismos autóctonos, (f) sus costos son menores (Alkorta *y col.*, 2010; Khan *y col.*, 2013). Sin embargo, a la fitorremediación también se le han reconocido limitaciones, y estas son: (a) sólo es aplicable si la concentración del contaminante en el suelo no es tóxica para la planta, (b) está limitada a la profundidad del suelo a la cual pueden penetrar las raíces, (c) su aplicación requiere de periodos más largos que las técnicas basadas en procesos físicos y químicos, (d) el potencial de contaminación de la cadena trófica debe ser considerado, (e) la volatilización de los contaminantes a la atmósfera puede generar problemas de contaminación atmosférica, (f) podrían necesitarse mecanismos de control de la erosión durante la fase de establecimiento de las plantas (Alkorta *y col.*, 2010; Khan *y col.*, 2013; Pilon-Smits, 2005, Infante *y col.* 2012).

Las plantas tienen diferentes mecanismos para la remoción, estabilización y/o degradación de hidrocarburos orgánicos, aunque sólo se producen unos pocos procesos de degradación directamente en los tejidos vegetales, la mayor parte de la degradación es el resultado de la compleja asociación de raíces y sus microorganismos asociados, que se denomina rizorremediación (Cai *y col.*, 2010; Khan *y col.*, 2013; Ndimele *y col.*, 2011). Las plantas promueven la actividad y el crecimiento microbiano en la rizósfera (efecto rizosférico) regulando o alterando positivamente el ambiente del suelo (por ejemplo liberación de exudados, modificación del pH, etc.) (Cunningham *y col.*, 1996). Así como los microorganismos se benefician de las plantas, también ciertas bacterias llamadas rizobacterias promotoras del crecimiento (plant growth

promoting rhizobacteria o PGPR en inglés), tienen un efecto benéfico, pues incrementan la tolerancia de las plantas a la contaminación con petróleo (Huang *y col.*, 2005). Ellas promueven el crecimiento de las plantas, el cual resulta en una acumulación rápida de biomasa. Esto lo logran evitando la síntesis de etileno y proveyendo auxinas a las raíces, lo cual resulta en una mayor biomasa, especialmente de las raíces, y en consecuencia una remediación más rápida (Huang *y col.*, 2005).

Debido a la penetración de las raíces en el suelo, se facilita el ingreso del oxígeno necesario para la oxidación de los contaminantes hacia zonas más profundas de éste. Por otra parte, los exudados de la raíz liberados en el suelo, sirven como sustratos fácilmente degradables por los microorganismos y pueden selectivamente aumentar su crecimiento en la rizósfera (Burken & Schnoor, 1996; Chaîneau *y col.*, 2000; Cunningham *y col.*, 1996; Hegde y Fletcher, 1996; Wenzel, 2009; White *y col.*, 2006). Los sustratos liberados por las raíces en su mayoría consisten de carbohidratos, vitaminas, amino ácidos, ácidos orgánicos y nucleótidos (White *y col.*, 2006). Además de sustratos degradables, las raíces de las plantas también exudan enzimas y co-factores de éstas, siendo de particular interés para la fitorremediación, la dehalogenasa (transformación de compuestos clorados), peroxidasa (transformación de compuestos fenólicos), nitroreductasa (transformación de explosivos y otros compuestos nitrogenados), nitrilasa (transformación de compuestos aromáticos con cianuro) y fosfatasa (transformación de pesticidas organofosfatados) (Susarla *y col.*, 2002).

Para el desarrollo de un sistema efectivo de fitorremediación se deben cumplir criterios de factibilidad técnica, económica y social. En este sentido, las especies vegetales a ser seleccionadas para este propósito deben ser capaces de tolerar concentraciones del contaminante relativamente altas y procurar la descontaminación del suelo en los tiempos más cortos posibles, para que los efectos de la contaminación no se propaguen de manera intensa e irreversible en el ambiente.

Como contribución al estudio del potencial fitorremediador de plantas adaptadas al trópico, el presente trabajo evaluó la capacidad de *Megathyrsus maximus* para remediar suelos con crudo pesado. Esta especie ya probó en estudios previos tener capacidad para remediar suelos contaminados con crudos livianos (Hernández-Valencia y Mager, 2003), y además posee otras características deseables de una buena planta fitorremediadora, como son: (a) tolerancia a niveles moderados de contaminación con petróleo, (b) su rápido crecimiento, (c) rizósfera fasciculada y extendida que favorece el desarrollo de una microbiota asociada con potencial para degradar crudo, (d) requerimientos agronómicos ampliamente conocidos y propágulos que se expenden fácilmente. Se parte del principio que la rizósfera de esta planta estimula la actividad microbiana y con ello la degradación del hidrocarburo, el cual se constituye en una fuente de carbono y energía para los microorganismos, reduciendo así la concentración del contaminante.

## MATERIALES Y MÉTODOS

**Diseño experimental y preparación de muestras.** Se utilizó para los ensayos un suelo obtenido del horizonte A de un Typic Haplustox, franco arenoso, fuertemente ácido y pobre en nutrientes (Hernández-Valencia y Mager, 2003), proveniente de la localidad de El Sombrero, estado Guárico, Venezuela. El petróleo utilizado presentó una gravedad específica de 15° API que lo identifica como petróleo pesado. Se utilizó *Megathyrsus maximus* (Jacq.) B.K. Simon & S.W.L. Jacobs (gamelote), ya que estudios previos han demostrado su potencial fitorremediador en suelos contaminados con hidrocarburos livianos (Hernández-Valencia y Mager, 2003). Esta gramínea es proveniente de África, pero de amplia distribución en Venezuela por su uso en el establecimiento de pastizales mejorados. Se utilizaron plantas con alturas entre 25-30 cm, obtenidas a partir de la germinación de semillas certificadas en suelos no contaminados.

Se establecieron dos tratamientos en condiciones de invernadero: a) suelo contaminado con 50.0 mg/g de petróleo pesado y con el pasto (CP), y b) suelo contaminado con 50.0 mg/g de petróleo pesado sin el pasto (SP). El suelo contaminado fue una mezcla preparada con 85 % de suelo, 5 % de petróleo extra pesado y 10 % de cáscara de arroz (m/m). La cáscara de arroz funge como agente estructurante, permite una mayor capacidad de retención de agua, favoreciendo la actividad microbiana (Infante *y col.*, 2012). Una cantidad de 2.5 kg de las mezclas fue colocada en envases cilíndricos de policloruro de vinilo (PVC) de 30 cm de alto y 10 cm de diámetro. En el tratamiento con el pasto se sembró un individuo de *M. maximus* por envase. Las condiciones microclimáticas promedio del invernadero durante el ensayo fueron 23.2 °C de temperatura, 450 µE/s de radiación y 85 % de humedad relativa. Para cada tratamiento se establecieron 5 réplicas y la duración del experimento fue de 180 días.

Todos los tratamientos fueron fertilizados con N:P:K: (15:15:15) y sulfato de amonio, en una relación C:N:P de 100:2:0.2, similar a la utilizada por Hutchinson *y col.*, (2001). El fertilizante se incorporó un 50 % (1.772 g de N:P:K y 4.264 g de sulfato de amonio por envase) al inicio del ensayo, y el restante 50 % fue repartido equitativamente a los 30 y 60 días siguientes. Los envases fueron regados cada 5 d con agua del servicio doméstico, manteniendo el suelo a 50 % de su capacidad de campo. La capacidad de campo fue estimada por triplicado en una masa de suelo previamente contaminada con el petróleo extra pesado a la concentración de 50 mg/g, al cual se agregó agua hasta su saturación, luego el suelo fue cubierto con un manto plástico para reducir las pérdidas de agua por evaporación y posteriormente se dejó drenar el excedente de agua durante 72 h. El agua retenida o capacidad de campo se estimó como la diferencia de masa entre el suelo húmedo luego de 72 h y el suelo seco, después de ser secado por 48 h a 105 °C en una estufa (Anderson e Ingram, 1992).

**Determinación de hidrocarburos del petróleo y sus fracciones.** Se tomaron muestras de los suelos de ambos tratamientos a los 0, 15, 30, 60, 120 y 180 d de iniciado el ensayo para realizar determinaciones del contenido de aceites y grasas por el método EPA 3540C (USEPA, 1996), empleando como agente extractante diclorometano. Adicionalmente, a los extractos de hidrocarburos obtenidos al inicio y al final del ensayo de cada tratamiento se hizo un fraccionamiento para determinar las variaciones en el contenido de saturados, aromáticos, resinas y asfaltenos (SARA), de acuerdo con el método 5520 (APHA, 1998), procedimiento que se basa en la separación de las diferentes fracciones del petróleo a través de técnicas de precipitación y adsorción, según la solubilidad y polaridad de dichas fracciones.

**Determinación de indicadores de la actividad microbiológica en el suelo.** En las muestras de suelos obtenidas en cada muestreo se determinó la actividad de la enzima deshidrogenasa (ADH), el carbono de la biomasa microbiana (Cmic) y la respiración basal (RB). La ADH se estimó de acuerdo al método de (Casida *y col.*, 1964), que se basa en la reducción del cloruro de trifenil tetrazolium (TTC) por la acción de dicha enzima a trifenil formazan (TPF), lo que origina un pigmento de color rojo soluble en metanol. Para el análisis se emplearon 1.5 g suelo en peso fresco que se colocaron en tubos de ensayo con 0.25 mL de TTC al 3 %, 0.05 g de CaCO<sub>3</sub> y 2.5 mL de agua destilada. Las muestras se incubaron por 24 h a 37 °C y posteriormente se añadieron 2.5 mL de CH<sub>3</sub>OH. Finalmente, la muestra se filtró y se midió la absorbancia a 485 nm. Los patrones fueron preparados a partir de una solución estándar de TPF de 1mg/L.

La determinación del C microbiano (Cmic) empleó el método de fumigación-extracción según (Vance *y col.*, 1987) que estima este indicador como el contenido de carbono soluble en una solución de K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 0.5 M. Se utilizaron 5 g de suelo a 50 % de su capacidad de campo. Cinco réplicas se fumigaron con cloroformo libre de etanol en una cámara de vacío por 24 h con el fin de provocar la muerte de las células microbianas, mientras que las cinco réplicas restantes no fueron fumigadas. El carbono de las muestras fumigadas y no fumigadas se extrajo con 40 ml de K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 0.5 M agitando durante 1 h. Luego se tomaron 8 mL del extracto y se añadieron 15 mL de una mezcla ácida (2/3 partes de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> y 1/3 de H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>), 2 mL de K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub> 66,7 mM y 70 mg de HgO. La mezcla se colocó a digestión durante 30 min a 150 °C, y luego se valoró con sulfato amónico ferroso 33 mM empleando como indicador 1,10 fenantrolina-ferrosa 25 mM. La cantidad de carbono de la biomasa microbiana se determinó mediante la fórmula:

$$C_{mic} = (C \text{ orgánico fumigado} - C \text{ orgánico no fumigado})/K_{ec}$$

Donde  $K_{ec} = 0,38$ , una constante de recuperación calculada a partir de la correlación de los resultados obtenidos en doce suelos diferentes en donde se utilizó este método (Vance *y col.*, 1987).

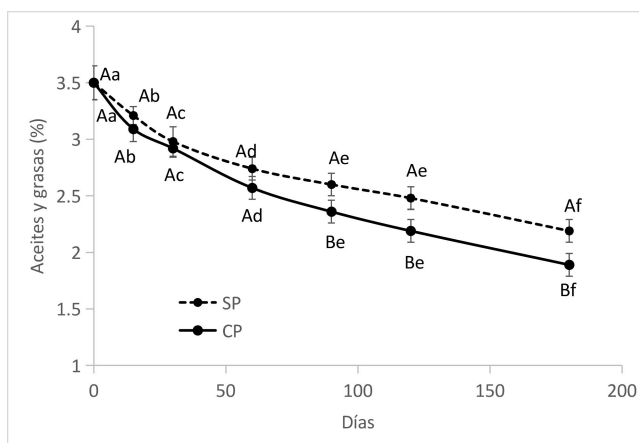
La respiración basal (RB) o CO<sub>2</sub> liberado por los microorganismos fue determinada por el método de Anderson e Ingram (1992). Para cada tiempo se utilizaron 25 g de suelo al 50% de capacidad de campo y se colocaron en envases de plástico con 50 mL de capacidad. En envases similares se colocaron 10 mL de NaOH 0.5 M como solución que absorbe el CO<sub>2</sub> emitido por los microorganismos. Ambos envases se colocaron dentro de un recipiente de vidrio de 1L herméticamente cerrado, e incubados en la oscuridad a 23 °C durante 48 h. Transcurrido el tiempo de incubación se añadió a cada envase con el álcali, 1 mL de BaCl<sub>2</sub> 0.5 M para precipitar como carbonato al CO<sub>2</sub> fijado y el NaOH remanente se valoró con HCl 0.5 M, utilizando como indicador fenolftaleína. Con los datos de respiración basal y Cmic se calculó el coeficiente metabólico ( $q_{CO_2} = RB/Cmic$ ), que es una medida de la eficiencia con la cual los microorganismos utilizan el carbono disponible para la biosíntesis (Marín *y col.*, 2005). Los resultados de los indicadores antes mencionados fueron expresados en base al peso seco, luego de secar triplicados de las muestras de suelo en una estufa a 105 ° C por 48 h y pesadas en una balanza de 0,01 g de precisión.

**Análisis estadísticos.** Las medias de los tratamientos de los diferentes parámetros evaluados fueron comparadas a través de un análisis de varianza de dos vías y la prueba *a posteriori* Fisher Least Significant Difference (LSD) con un nivel de significancia del 0.05. Previamente se mostró la homocestacidad de los datos con la prueba de Bartlett. También se realizaron pruebas de correlación lineal de las variaciones en el tiempo entre el contenido de hidrocarburos, respiración basal, C microbiano, coeficiente metabólico y actividad de la enzima deshidrogenasa. Para todas las pruebas estadísticas se usó el programa Statistica 8.0 (Statsoft, 2007).

## RESULTADOS

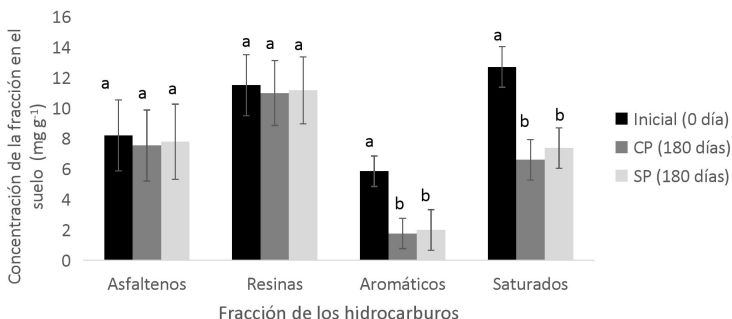
Se debe mencionar que el método utilizado para estimar aceites y grasas permite determinar tanto los hidrocarburos de tipo mineral, como vegetal y animal, pero en vista que análisis previos mostraron que el contenido de aceites y grasas en suelos no contaminados fue inferior a 5 mg/g, se desestimó la contribución de la fracción vegetal y animal, por lo que en consecuencia nos referiremos indistintamente a los aceites y grasas extraídos en este estudio como a hidrocarburos del petróleo. Adicionalmente, es importante destacar que a pesar de preparar mezclas de suelos contaminado con una concentración del 5.0%, la estimación inicial de aceites y grasas por el método de extracción utilizado fue de 3.5%. Ello es usual, ya que dicha técnica no es completamente eficiente en la extracción de todo el hidrocarburo, además que parte de él se pierde por volatilización durante la preparación de la mezcla. Por esta razón tomaremos para el análisis de los resultados una concentración inicial de 3.5% obtenida en la extracción.

La Figura 1 muestra la variación en el contenido de aceites y grasas respecto al tiempo para los tratamientos evaluados. De una concentración inicial de aceites y grasas de 3,5%, al término del ensayo esta disminuyó a 1,89% en el suelo con el pasto (CP) y a 2,19% para el tratamiento sin pasto (SP), siendo los tratamientos estadísticamente diferentes entre sí al término del ensayo y con respecto al inicio del ensayo, confirmando la disminución de la contaminación del suelo en los tratamientos considerados. En términos porcentuales, CP redujo en un 46% la concentración de aceites y grasas y SP en un 37%. La disminución de la concentración de aceites y grasas en el tiempo fue progresiva, estableciéndose diferencias a partir de los 90 días entre los tratamientos CP y SP. Al inicio del ensayo se observan las mayores tasas de degradación de aceites y grasas que posteriormente se va reduciendo en el tiempo.



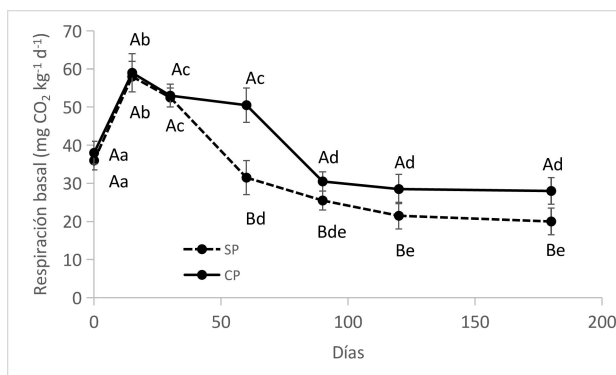
**Figura 1.** Variación en el tiempo del contenido de aceites y grasas. Letras minúsculas iguales indican que no hay diferencias para un mismo tratamiento en diferentes tiempos. Letras mayúsculas iguales indican que no hay diferencias entre tratamientos para un mismo tiempo. Las barras corresponden a la desviación estándar (n = 5). CP: tratamiento con el pasto, SP: tratamiento sin el pasto.

Cuando se evalúan los cambios en las fracciones de hidrocarburos, se observa una disminución en la concentración de las fracciones de aromáticos y saturados (Figura 2), mientras que las fracciones de resinas y asfaltenos se mantienen similares. Pese a que se encontraron diferencias en la degradación de aceites y grasas entre tratamientos, la disminución en el contenido de saturados y aromáticos en CP y SP fueron de similar magnitud. El tratamiento CP mostró para los saturados una disminución del 48%, en tanto que el tratamiento SP un 42%. Para los aromáticos la pérdida fue de un 70% para el suelo CP, un 66% para SP.

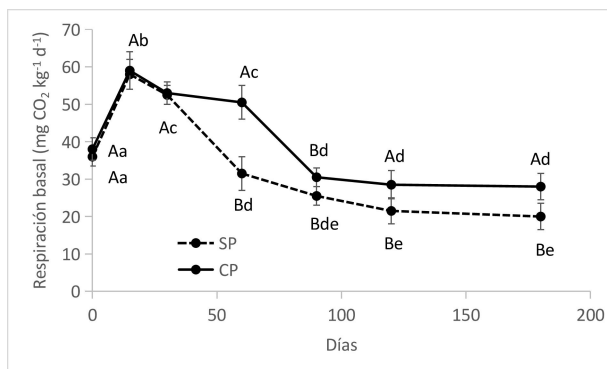


**Figura 2.** Variaciones en las fracciones de aromáticos, resinas, aromáticos y saturados al inicio y luego de 180 días del tratamiento. Letras similares indican que no existen diferencias significativas entre las fracciones. Barras indican el error estándar.

La respiración basal registró un pico a los 15 días para ambos tratamientos y luego presenta una disminución progresiva hasta el término del ensayo (Figura 3). El valor máximo fue de 59 y 58 mg CO<sub>2</sub> kg<sup>-1</sup> d<sup>-1</sup> a los 15 días, y disminuye al final del ensayo a 28 y 20 mg CO<sub>2</sub> kg<sup>-1</sup> d<sup>-1</sup> para CP y SP respectivamente. En líneas generales, la respiración basal es similar entre tratamientos a los 0, 15 y 30 días y luego se diferencian, siendo superior en el tratamiento CP respecto al SP. Por su parte, el C microbiano mostró para ambos tratamientos un incremento hasta el día 30 y posteriormente se mantiene estable hasta el término del ensayo, siendo mayor a partir del día 60 para CP (Figura 4). Los valores de C microbiano variaron entre 50 mg C kg<sup>-1</sup> al inicio de ambos tratamientos hasta un máximo el día 60 de 330 y 230 mg C kg<sup>-1</sup> para CP y SP, respectivamente.

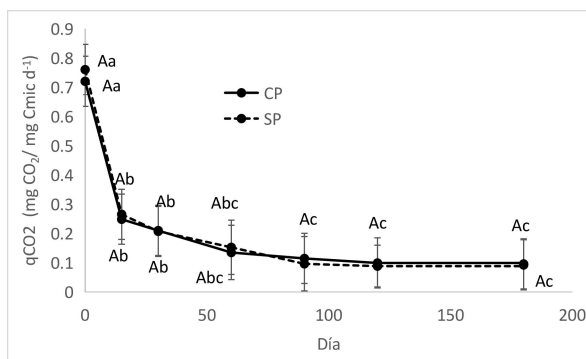


**Figura 3.** Variación en el tiempo de la respiración basal. Letras minúsculas iguales indican que no hay diferencias para un mismo tratamiento en diferentes tiempos. Letras mayúsculas iguales indican que no hay diferencias entre tratamientos para un mismo tiempo. Las barras corresponden a la desviación estándar (n = 5). CP: tratamiento con el pasto, SP: tratamiento sin el pasto.

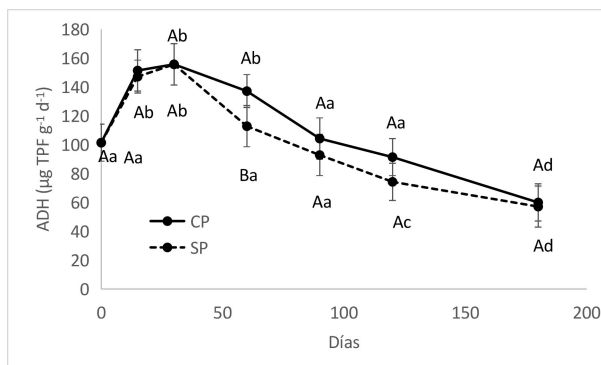


**Figura 4.** Variación en el tiempo del contenido de C microbiano. Letras minúsculas iguales indican que no hay diferencias para un mismo tratamiento en diferentes tiempos. Letras mayúsculas iguales indican que no hay diferencias entre tratamientos para un mismo tiempo. Las barras corresponden a la desviación estándar (n = 5). CP: tratamiento con el pasto, SP: tratamiento sin el pasto.

El coeficiente metabólico mostró una tendencia similar entre ambos tratamientos. Por una parte, el máximo valor del coeficiente se observó al inicio del ensayo (día 0), disminuyendo progresivamente al término del ensayo (Figura 5). Por otra parte, no se observaron diferencias significativas entre tratamientos. Finalmente, la ADH mostró un comportamiento similar al de la respiración basal, con un incremento hasta el día 30 y luego una disminución progresiva al término del ensayo (Figura 6). De hecho, la única correlación estadísticamente significativa entre todas las variables estudiadas fue entre la ADH y la respiración basal ( $r = 0.93$  para CP y  $r = 0.97$  para SP,  $n = 6$ ,  $p \leq 0.05$ ).



**Figura 5.** Variación en el tiempo del coeficiente metabólico ( $qCO_2$ ). Letras minúsculas iguales indican que no hay diferencias para un mismo tratamiento en diferentes tiempos. Letras mayúsculas iguales indican que no hay diferencias entre tratamientos para un mismo tiempo. Las barras corresponden a la desviación estándar (n = 5). CP: tratamiento con el pasto, SP: tratamiento sin el pasto.



**Figura 6.** Variación en el tiempo de la actividad de la enzima deshidrogenasa (ADH). Letras minúsculas iguales indican que no hay diferencias para un mismo tratamiento en diferentes tiempos. Letras mayúsculas iguales indican que no hay diferencias entre tratamientos para un mismo tiempo. Las barras corresponden a la desviación estándar (n = 5).  
 CP: tratamiento con el pasto, SP: tratamiento sin el pasto.

## DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos en este estudio y en ensayos anteriores con *M. maximus* (Hernández Valencia *y col.*, 2017; Mager y Hernández-Valencia, 2013), confirman la capacidad fitorremediadora de esta especie. En el trabajo de Mager y Hernández-Valencia (2013) el porcentaje de reducción fue superior; un 63%; sin embargo, los ensayos tuvieron una duración de 240 días, se utilizó un crudo liviano con una mayor proporción de fracciones biodegradables (aromáticos y saturados), y una concentración inicial de petróleo del 3%, que es menos tóxico para las plantas (Hernández-Valencia *y col.*, 2017). Adicionalmente, estos autores aplicaron cal al suelo para disminuir la acidez (aumentar el pH de 4,9 a 6,5) y mejorar el desarrollo de las plantas; algo que eventualmente también pudo favorecer la actividad microbiana. Se ha observado que a valores de pH más ácidos en el suelo benefician a las comunidades de hongos en detrimento de las comunidades de bacterias, mientras que a pH menores a 4.5 se inhibe fuertemente la actividad de ambos grupos. Este aspecto puede estar asociado a un efecto tóxico por la mayor solubilidad del aluminio en estas condiciones y/o una menor productividad de las plantas (Rousk *y col.*, 2009). En este sentido, se ha determinado que la presencia de bacterias y hongos formando los denominados “consorcios microbianos” acelera la degradación del petróleo respecto a ensayos en donde se ha inoculado exclusivamente uno de los dos grupos (Rivera-Cruz *y col.*, 2004).

La disminución del contenido de aceites y grasas hasta 1,89 % al final del ensayo en el tratamiento con *M. maximus*, no cumplió con el límite establecido por el Decreto 2635, pues excede el 1 % de aceites y grasas (República de Venezuela, 1998). La dinámica observada en la disminución

del contenido de aceites y grasas en el tiempo sugiere que en un período más largo hubiera podido alcanzarse dicho límite. Incluso una mayor frecuencia de aireación a través de aporques, así como el encalado hubieran podido reducir más significativamente la concentración de aceites y grasas (Infante *y col.*, 2010; Mager y Hernández-Valencia, 2013).

La mayor disminución del contenido de hidrocarburos al inicio del ensayo para ambos tratamientos se relaciona con la rápida degradación de los componentes más lábiles, como son los saturados y los aromáticos, las fracciones más biodegradables (Ehrmann *y col.*, 2009; Infante y Morales, 2012) y posiblemente en la medida que estas fracciones van disminuyendo, también lo hace la tasa de degradación del hidrocarburo, tal como se observa al final del ensayo. De hecho, las fracciones de aromáticos y saturados son las únicas que muestran una disminución significativa en este estudio. Ensayos de fitorremediación realizados con crudos pesados por (Merkl *y col.*, 2005a), encontraron que luego de 180 días, las fracciones de resinas y asfaltenos no fueron degradadas, mientras que los saturados y aromáticos disminuyeron su concentración, tanto en suelos con plantas como los suelos sin plantas. En suelos plantados con *Urochloa brizantha* obtuvieron una disminución del 50% para los saturados; mientras que los aromáticos mostraron una disminución del 15 %, disminución similar a la obtenida en este ensayo en donde los saturados disminuyeron en un 48%, aunque para los aromáticos la disminución fue mayor con un 70%. Esto revela importantes diferencias en la degradación de las fracciones del petróleo, lo cual podría estar asociado no sólo a la especie, sino al tipo de manejo agronómico recibido (p.e. fertilización, riego, encalado, etc).

Es posible que para lograr una disminución efectiva de las fracciones polares se requiere una biorremediación por fases con un período más largo de tratamiento, que incluya una combinación de técnicas de limpieza, que además de la fitorremediación, también se incorpore el landfarming y la inoculación de organismos promotores del crecimiento (PGPR) y degradadores de hidrocarburos. Resultados que concuerdan con esta propuesta fueron obtenidos por (Huang *y col.*, 2005), quienes lograron reducción del 90% de los hidrocarburos totales de petróleo en un sistema de remediación multiprocesos durante 240 días, en donde no solo se incorporaron plantas, sino también landfarming, PGPR y microorganismos degradadores de hidrocarburos.

Se puede hablar de un efecto de aclimatación inicial, tal como lo muestran los datos de respiración basal, biomasa de carbono microbiano y ADH. Al inicio, la contaminación genera un impacto sobre la comunidad microbiana del suelo, y solo favorece a aquellos grupos que pueden tolerar la contaminación y aprovechar la fuente de carbono que representa el hidrocarburo (Zamora *y col.* 2012). Posteriormente, los microorganismos aptos para aprovechar esta fuente de carbono, aumentan su actividad y

comienzan a crecer. Cuando los sustratos carbonados biodisponibles comienzan a disminuir, la actividad microbiana también lo hace (Margesin y Schinner, 2001). La presencia de exudados en la rizósfera parece haber estimulado la actividad microbiana, lo cual se refleja en valores superiores de respiración basal de CP con respecto a SP (Mager y Hernández-Valencia, 2013). Otros factores a tomar en cuenta de los valores superiores de CP con respecto a SP, es que el tratamiento con *M. maximus*, puede contar con mejor aireación y mejor distribución del agua por las raíces, factores que también favorecen una mayor actividad microbiana.

En lo que respecta a la biomasa microbiana, el tratamiento CP mostró un incremento desde el inicio hasta los 60 días, con diferencias significativas hasta el periodo mencionado, estabilizándose luego hasta el final del ensayo; no encontrándose diferencias significativas al compararse los días 90, 120 y 180 con el día 60. El tratamiento SP también experimentó un incremento significativo de la biomasa microbiana hasta el día 30; observándose un descenso al finalizar la bioestimulación y manteniéndose constante hasta el término del ensayo. La justificación a esta tendencia es similar a la dada para la respiración basal, con un incremento inicial debido a la mayor disponibilidad de sustratos carbonados y luego decrece en la medida que la disponibilidad de estos se reduce, especialmente en la zona de la rizósfera (Mager y Hernández-Valencia, 2013). En el caso de CP este descenso no se observó, posiblemente por la fuente alternativa de carbono que representan los exudados y otras mejoras (p.e. oxigenación) que procuran las raíces. Además, otra característica a resaltar en este ensayo es la utilización de plantas adultas con raíces desarrolladas a diferencia de ensayos en los cuales se sembraron semillas (Huang *y col.*, 2005; Merkl *y col.*, 2005a, 2005b). Esta mayor biomasa de raíces produjo una mayor cantidad de exudados que llegaron a mayor profundidad, y esto probablemente haya influido en el mantenimiento de valores superiores de biomasa microbiana en CP con respecto a SP.

En referencia al coeficiente metabólico, los resultados no fueron significativamente diferentes para CP y SP. Una posible explicación a este hecho, es que si bien el tratamiento con *M. maximus* tenía una respiración basal superior al suelo sin plantas, éste también poseía una mayor biomasa microbiana; resultando esto en una relación o proporción muy similar a la del tratamiento SP. Al inicio del ensayo, los valores de  $qCO_2$  fueron más altos y después fueron disminuyendo progresivamente con el tiempo. Este mayor  $qCO_2$  al inicio podría interpretarse como un ambiente más estresante que requiere una mayor demanda de carbono para mantener el metabolismo de una menor biomasa microbiana, y en consecuencia una menor eficiencia energética (Anderson y Domsch, 2010). En la medida que procede la biodegradación de hidrocarburos, especialmente las fracciones de aromáticos y saturados que son más

tóxicas, el ambiente se hace menos estresante para los microorganismos y  $qCO_2$  disminuye, con menores requerimientos de carbono para el mantenimiento del metabolismo de los microorganismos (Dilly *y col.*, 2001).

La enzima deshidrogenasa es frecuentemente usada en la estimación de los procesos *oxidativos* de sustancias orgánicas bajo condiciones aeróbicas. Esta oxidación de sustancias orgánicas está ligada a una cadena de transferencia de electrones ubicada en la membrana celular de los microorganismos, con el oxígeno como aceptor final de esos electrones (Casida *y col.*, 1964). Esta actividad enzimática ocurre en el interior de la célula, por lo cual su determinación es una medida directa de la actividad microbiana (García y Hernández, 1997).

El comportamiento de la actividad de la enzima deshidrogenasa tiene una explicación similar a la de la respiración basal. Un incremento inicial en los primeros 30 días y posteriormente un descenso sostenido asociado a la disminución de las fuentes de carbono degradables, en la medida que estas son consumidas por los microorganismos y las fracciones restantes más resistentes no pudieron ser utilizadas por su condición recalcitrante (Margesin y Schinner, 1997; Merkl *y col.*, 2005a). A los 60 días el efecto de la planta puede notarse en las diferencias significativas obtenidas del ensayo CP con respecto a SP. Esta mayor actividad de la enzima en el tratamiento CP puede explicarse por una mejor aireación y penetración más profunda del agua en el suelo por las raíces, y por presencia de exudados; factores que estimulan el metabolismo microbiano (Cunningham *y col.*, 1996; Merkl *y col.*, 2005b).

En síntesis, los resultados ratifican la capacidad de *M. maximus* para descontaminar suelos con crudos pesados, lo cual está ligado a la estimulación de la actividad biológica que produce el sistema de raíces, con un consecuente valores más altos del carbono de la biomasa microbiana, la respiración basal y la actividad de la enzima deshidrogenasa, que en su conjunto favorecen a una tasa mayor de degradación del hidrocarburo. El máximo de actividad de estos indicadores biológicos se observa a los 15-60 días, lo cual indica un proceso de aclimatación inicial de los microorganismos degradadores, que posteriormente adaptados favorecen la degradación del hidrocarburo. Las fracciones de aromáticos y saturados, que son las más biodisponibles, son las que acusan las mayores disminuciones por la degradación.

## LITERATURA CITADA

- Alkorta, I., J. Becerril y C. Garbisu. 2010. Recovery of soil health: The ultimate goal of soil remediation processes. En: G. Plaza (Ed.), *Trends in bioremediation and phytoremediation* (1st ed., Vol. 1, pp. 1-9). Research Signpost. .
- Anderson, J., y J. Ingram. 1992. *Tropical soil biology and fertility: A handbook of methods*. (Vol. 1). C.A.B. International.

- Anderson, T.H. y K.H. Domsch. 2010. Soil microbial biomass: The eco-physiological approach. *Soil Biology and Biochemistry*, 42(12), 2039–2043.
- APHA. 1998. *Standard methods for the examination of water and wastewater* (20th ed.). American Public Health Association.
- Burken, J.G. y J.L. Schnoor. 1996. Phytoremediation: Plant Uptake of Atrazine and Role of Root Exudates. *Journal of Environmental Engineering*, 122(11), 958–963.
- Cai, Z., Q. Zhou, S. Peng y K. Li. 2010. Promoted biodegradation and microbiological effects of petroleum hydrocarbons by *Impatiens balsamina* L. with strong endurance. *Journal of Hazardous Materials*, 183(1–3), 731–737.
- Casida, L.E., D.A. Klein y T. Santoro. 1964. Soil dehydrogenase activity. *Soil Science*, 98(6), 371–376.
- Chaîneau, C.H., J.L. Morel y J. Oudot. 2000. Biodegradation of Fuel Oil Hydrocarbons in the Rhizosphere of Maize. *Journal of Environmental Quality*, 29(2), 569–578.
- Cunningham, S.D., T.A. Anderson, A. Paul Schwab y F.C. Hsu. 1996. *Phytoremediation of Soils Contaminated with Organic Pollutants* (pp. 55–114).
- Dilly, O., K. Winter, A. Lang y J.C. Munch. 2001. Energetic eco-physiology of the soil microbiota in two landscapes of southern and northern Germany. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*, 164(4), 407.
- Ehrmann, U., C. Infante y H. Martinez. 2009. Correlation between physical chemical properties of different venezuelan crude oils and their biodegradability. *Memorias Del 24th International Conference on Solid Waste Technology and Management*, 1–9.
- Frick, C.M., R.E. Farrel y J.J. Germida. 1999. *Assessment of phytoremediation as an in situ technique for cleaning oil-contaminated sites*. Petroleum Technology Alliance of Canada.
- García, C. y T. Hernández. 1997. Biological and biochemical indicators in derelict soils subject to erosion. *Soil Biology and Biochemistry*, 29(2), 171–177.
- Hegde, R.S. y J.S. Fletcher. 1996. Influence of plant growth stage and season on the release of root phenolics by mulberry as related to development of phytoremediation technology. *Chemosphere*, 32(12), 2471–2479.
- Hernández-Valencia, I., L.M. Lárez y J. García. 2017. Evaluación de la toxicidad de un suelo contaminado con diferentes tipos de crudos sobre la germinación de dos pastos tropicales. *Bioagro*, 29(2), 73–82.
- Hernández-Valencia, I. y D. Mager. 2003. Uso de *Panicum maximum* y *Brachiaria brizantha* para fitoremediar suelos contaminados con un crudo de petróleo liviano. *Bioagro*, 15(3): 149–153.
- Hernández Valencia, I., G. Navas y C. Infante. 2017. Fitorremediación de un suelo contaminado con petróleo extra pesado con *Megathyrus maximus*. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental* 33(3):495–503.
- Huang, X.D., Y. El-Alawi, J. Gurska, B.R. Glick y B.M. Greenberg. 2005. A multi-process phytoremediation system for decontamination of persistent total petroleum hydrocarbons (TPHs) from soils. *Microchemical Journal*, 81(1):139–147.
- Hutchinson, S.L., M.K. Banks y A.P. Schwab. 2001. Phytoremediation of Aged Petroleum Sludge: Effect of Inorganic Fertilizer. *Journal of Environmental Quality*, 30(2), 395–403.
- Infante, C. y F. Morales. 2012. Evaluación de la toxicidad en desechos y suelos petrolizados empleando semillas de *Lactuca sativa* L. *Interciencia*, 37, 1–7.
- Infante, C., F. Morales, E.U. Ehrmann, I. Hernández-Valencia y N. León. 2010. Hydrocarbons bioremediation and phytoremediation in tropical soils: Venezuelan study case. En: G. Plaza (Ed.), *Trends in bioremediation and phytoremediation* (pp. 429–451).

- Khan, S., M. Afzal, S. Iqbal y Q.M. Khan. 2013. Plant-bacteria partnerships for the remediation of hydrocarbon contaminated soils. *Chemosphere*, 90(4), 1317-1332.
- Mager, D. e I. Hernández-Valencia. 2013. Actividad microbiana durante la fitorremediación de un suelo contaminado con un crudo liviano. *Revista de La Facultad de Agronomía de La Universidad Del Zulia*, 30, 52-71.
- Margesin, R. y F. Schinner. 1997. Efficiency of indigenous and inoculated cold-adapted soil microorganisms for biodegradation of diesel oil in alpine soils. *Applied and Environmental Microbiology*, 63(7), 2660-2664.
- Margesin, R. y F. Schinner. 2001. Biodegradation and bioremediation of hydrocarbons in extreme environments. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 56(5-6), 650-663.
- Marin, J.A., T. Hernandez y C. Garcia. 2005. Bioremediation of oil refinery sludge by landfarming in semiarid conditions: Influence on soil microbial activity. *Environmental Research*, 98(2), 185-195.
- Merkel, N., R. Schultze-Kraft y C. Infante. 2005a. Assessment Of Tropical Grasses And Legumes For Phytoremediation Of Petroleum-Contaminated Soils. *Water, Air, and Soil Pollution*, 165(1-4), 195-209.
- Merkel, N., R. Schultze-Kraft y C. Infante. 2005b. Phytoremediation in the tropics - influence of heavy crude oil on root morphological characteristics of graminoids. *Environmental Pollution*, 138(1), 86-91.
- Ndimele, P.E., C.A. Kumolu-Joh y M.A. Anetekhai. 2011. The Invasive Aquatic Macrophyte, Water Hyacinth (*Eichhornia crassipes* (Mart.) Solm-Laubach: Pontedericeae): Problems and Prospects. *Research Journal of Environmental Sciences*, 5(6), 509-520.
- Pilon-Smits, E. 2005. Phytoremediation. *Annual Review of Plant Biology*, 56(1), 15-39.
- Pivetz, B. E. 2001. *Phytoremediation of contaminated soil and ground water at hazardous waste sites. Ground Water Issue EPE/540/S-01/500*. USEPA: Office of Solid Waste and Emergency Response.
- República de Venezuela. 1998. Normas para el control de la recuperación de materiales peligrosos y el manejo de los desechos peligrosos., Pub. L. No. Decreto 2635, Gaceta Oficial Extraordinaria No 5245 del 3 de agosto de 1998. 1 (1998).
- Rivera-Cruz, M., R. Ferrera-Cerrato, P. Sánchez-García, V. Volke-Haller, L. Fernández-Linares y R. Rodríguez-Vázquez. 2004. Descontaminación de suelos con petróleo crudo mediante microorganismos autóctonos y pasto alemán [*Echinochloa polystachya* (H.B.K.) Hitchc.]. *Agrociencia*, 38, 1-12.
- Rousk, J., P.C. Brookes y E. Bååth. 2009. Contrasting Soil pH Effects on Fungal and Bacterial Growth Suggest Functional Redundancy in Carbon Mineralization. *Applied and Environmental Microbiology*, 75(6), 1589-1596.
- Statsoft. 2007. *Statistica. for Window* (8.0). Statsoft.
- Susarla, S., V.F. Medina y S.C. McCutcheon. 2002. Phytoremediation: An ecological solution to organic chemical contamination. *Ecological Engineering*, 18(5), 647-658.
- USEPA. 1996. *Soxhlet extraction, v. I-B. Method 3540C*.
- Vance, E.D., P.C. Brookes y D.S. Jenkinson. 1987. An extraction method for measuring soil microbial biomass C. *Soil Biology and Biochemistry*, 19(6), 703-707.
- Wenzel, W.W. 2009. Rhizosphere processes and management in plant-assisted bioremediation (phytoremediation) of soils. *Plant and Soil*, 321(1-2), 385-408.

- White, P.M., D.C. Wolf, G.J. Thoma y C.M. Reynolds. 2006. Phytoremediation of Alkylated Polycyclic Aromatic Hydrocarbons in a Crude Oil-Contaminated Soil. *Water, Air, and Soil Pollution*, 169(1-4), 207-220.
- Yavari, S., A. Malakahmad y N.B. Sapari. 2015. A Review on Phytoremediation of Crude Oil Spills. *Water, Air, y Soil Pollution*, 226(8), 279.

# PRIMER REGISTRO DE ALOPECIA EN *Glossophaga soricina* (CHIROPTERA:PHYLLOSTOMIDAE) EN UN AMBIENTE URBANO DE CARACAS, VENEZUELA

Grecia De La Cruz Melo-Torres<sup>1\*</sup> y Mercedes Salazar Candelle<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Programa de Postgrado en Ciencias (Ecología), Facultad de Ciencias, Universidad Central de Venezuela. <sup>2</sup>Centro Museo de Biología de la Universidad Central de Venezuela, Instituto de Zoología y Ecología Tropical, Facultad de Ciencias, Universidad Central de Venezuela, Caracas, Venezuela. \*greciadelacruzmelot@gmail.com

## RESUMEN

El presente trabajo documenta el primer registro de alopecia en el murciélago *Glossophaga soricina* en un área urbana de Caracas (Venezuela). El hallazgo corresponde a una hembra adulta con ausencia del pelaje en un 30% del cuerpo tanto en la cabeza como en la región ventral. Se discuten las posibles causas de la alopecia y la importancia de monitorear poblaciones de murciélagos asociados a ambientes urbanos.

**Palabras clave:** *Glossophaga soricina*, murciélago nectarívoro común, pérdida de pelaje, alopecia, áreas urbanas.

## First record of alopecia in *Glossophaga soricina* (Chiroptera: Phyllostomidae) in an urban area of Caracas, Venezuela

## ABSTRACT

This work aims to document the first case of alopecia in *Glossophaga soricina* in an urban area of Caracas city. An adult female was caught with 30% of alopecia in her body, which is distributed in the ventral region (stomach and thorax) and head. The possible causes of these conditions are being discussed, as well as the importance of monitoring bat populations that dwell in urban environments.

**Keywords:** *Glossophaga soricina*, Pallas's long-tongued bat, hair loss, alopecia, urban areas.

## INTRODUCCIÓN

La alopecia es la pérdida de pelos en específicas áreas o en todo el cuerpo del animal (McElwee *y col.*, 1999; 2013). Esta enfermedad es autoinmune y se expresa raramente en animales silvestres (Acosta, 2016; Peña *y col.*, 2000); esta condición puede ser de origen hereditario o adquirirse durante alguna etapa de la vida, como producto de diferentes patologías y ha sido considerada un indicador de la salud poblacional (Martin-Delgado *y col.*, 2022).

La información respecto a las afecciones cutáneas que afectan a los mamíferos silvestres es escasa (Grajales-Suaza *y col.*, 2023). Se tienen reportes de dermatitis en diferentes especies tanto en mamíferos en cautiverio como de vida libre en zonas rurales y urbanas; esta condición se relaciona con la transmisión de enfermedades por artrópodos (González *y col.*, 2015), hongos y endoparásitos, que usualmente desencadenan en complicaciones secundarias (Patel, 2009). Otras causas de lesiones dermatológicas son las alteraciones genéticas, metabólicas, inmunológicas nutricionales, agresiones físicas o químicas, así como factores psicógenos, como el estrés (Novak y Meyer, 2009).

Aunque la alopecia en murciélagos silvestres es un fenómeno escasamente documentado, su frecuencia ha incrementado en los últimos 20 años, y se asocia con desbalances en los niveles de selenio, yodo, zinc, biotina, ácidos grasos y proteínas, reacciones alérgicas, parasitismo, estrés reproductivo y traumático (Olsson y Barnard, 2009).

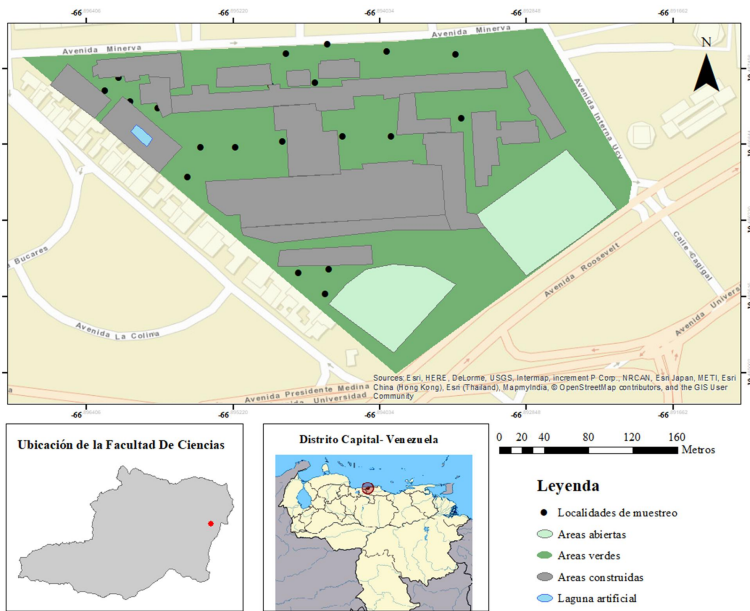
Los murciélagos conforman uno de los grupos de mamíferos de mayor diversidad taxonómica y ecológica, los que habitan en las zonas tropicales, son particularmente diversos y abundantes, asociado a factores ecológicos y ambientales, como la heterogeneidad espacial, la estabilidad climática, la productividad del ecosistema y la abundancia de refugios y fuentes alimentarias (Kalko, 1998; Willig y Lyons, 1998; Soriano, 2000; Kalko y Handley, 2001; Flores Saldaña, 2008; Mendoza Sáenz *y col.*, 2017). Se consideran excelentes indicadores de calidad ambiental y de degradación de los ecosistemas (Park, 2015; Martín-Delgado *y col.*, 2022), vinculado a factores biológicos como sus bajas tasas reproductivas, longevidad y altas tasas metabólicas (Voigt y Kingston, 2016).

En los sistemas ecológicos urbanos, se manifiesta un impacto negativo sobre las comunidades de murciélagos, donde los individuos se enfrentan a diferentes amenazas relacionadas con la pérdida de diversidad del paisaje y a lo sensible que pueden ser ante los cambios antropogénicos, viéndose afectados no solo a nivel reproductivo sino también a nivel poblacional y en la diversidad (Jones *y col.*, 2009; Russo y Ancillotto, 2015).

La alopecia en quirópteros parece presentarse con mayor incidencia en áreas urbanas (Bello-Gutiérrez *y col.*, 2010; Tang *y col.*, 2012; Martín-Regalado *y col.*, 2022; Cable *y col.*, 2023), siendo necesario incrementar el monitoreo para comprender las implicaciones de estas afecciones en las poblaciones silvestres que habitan en medios ambientes urbanizados. El objetivo de este trabajo, fue documentar el primer registro de alopecia en la especie *Glossophaga soricina* Pallas, 1766 (Chiroptera: Phyllostomidae) en un área urbana de Caracas, Venezuela.

## MATERIALES Y MÉTODOS

La captura del ejemplar se realizó durante la ejecución del proyecto ¿Con quién compartes la Universidad Central de Venezuela (UCV)? I Etapa: “Caracterización de la fauna urbana asociada a los espacios adscritos a la Facultad de Ciencias-UCV”. El *campus* de Ciencias está ubicado en la Urbanización Valle Abajo, Paseo Los Ilustres, Los Chaguaramos, tiene una extensión de 10 hectáreas (Figura 1) y se encuentra a 900 m de altitud, con una temperatura anual de 30,2-35,2°C. La precipitación varía entre los 900 y 1.300 mm anuales y posee una vegetación modificada producto de la intervención por paisajismo, conformada por monocotiledóneas, dicotiledóneas y cacaotales (Figura 2).



**Figura 1.** Localidades de muestreo en la Facultad de Ciencias, UCV. (Elaborado por Grecia De La Cruz Melo).

Las capturas se realizaron durante tres días al mes durante la fase de luna nueva desde abril de 2016 hasta mayo de 2017, usando tres redes de neblina de 12 m de largo por 2,5 m de ancho y una apertura de la malla de 22 mm (Kunz y Kurta, 1988), de las cuales dos redes se colocaron en las áreas verdes y una en las edificaciones en el área de estudio y fueron abiertas de las 18:00 hasta las 24:00 horas, periodo de mayor actividad de los murciélagos (Ochoa y col., 2005; De La Cruz Melo-Torres, 2014), y se revisaron a intervalos de 30 minutos.



**Figura 2.** Áreas verdes de la Facultad de Ciencias en el *campus* universitario.  
(Fotos: Grecia De La Cruz Melo).

Cada individuo capturado fue georreferenciado y se le tomaron las medidas morfométricas estándar: longitud total del cuerpo, longitud de la cola, longitud de la pata posterior, longitud de la oreja y longitud del antebrazo, empleando un calibrador digital (Mitutoyo Digital Caliper, CD-6C). Se tomó el peso corporal con un dinamómetro de 60 gramos; se determinó sexo, condición reproductiva, edad y la presencia de ectoparásitos (Racey, 1988; De La Cruz Melo- Torres, 2014; De La Cruz Melo-Torres y Salazar Candelle, 2016).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Durante el desarrollo del proyecto fueron registrados 17 individuos pertenecientes a la especie *Glossophaga soricina* de los cuales un solo ejemplar (5,88%) mostró señales del síndrome de alopecia en la superficie ventral a nivel del tórax y del abdomen y en la región central de la cabeza (Figura 3). El ejemplar corresponde a una hembra adulta, cuyas medidas externas corporales fueron las siguientes: longitud total del cuerpo = 51,1mm, longitud de la cola= 5,7 mm, longitud de la pata posterior = 11mm, longitud de la oreja = 14mm, longitud del antebrazo = 32,7mm, y un peso de 13 gramos. Estas medidas están dentro de los intervalos normales reportados para *G. soricina* en el país (Fernández- Badillo *y col.*, 1988; Linares, 1998; Gardner, 2007).

El tamaño del área sin pelaje en la región ventral es 25,1mm de largo y 10 mm ancho abarcando gran parte del tórax y del abdomen (Figura 3A, 3B) y un área de menor tamaño en la cabeza de 8 mm de largo y 7 mm de ancho (Figura 3D) representando aproximadamente el 30% de la superficie corporal del individuo.

La alopecia en murciélagos silvestres es un fenómeno escasamente documentado; solo ha sido referido en 28 trabajos de los cuales 21 se realizaron en América, cuatro en Europa, dos en Asia y uno en Oceanía (Martin-Delgado *y col.*, 2022).

En *G. soricina* sólo se tiene información de un individuo alopécico en Brasil con un 17,4% de superficie del cuerpo sin pelaje (Correia *y col.*, 2016) y en Venezuela hasta la fecha no se tenían registros de este fenómeno para ninguna especie de murciélagos. El individuo capturado posee un mayor porcentaje de alopecia en el cuerpo comparado con el de Brasil, variabilidad que es común, ya que se han reportado individuos con 0,44% (Bello-Gutiérrez *y col.*, 2010) hasta individuos con 81,3% (Pedersen *y col.*, 2012) de alopecia o ejemplares que presentan sólo pequeños parches de pelo como es el caso de un ejemplar de *Carollia perspicilata* en Bolivia (Acosta, 2016) y de un *Myotis nigricans* en Colombia (Corrales y Saavedra, 2020).



**Figura 3.** Fotos del ejemplar alopécico de *Glossophaga soricina*. En vista: A. Lateral, B. Ventral, C. Rostro lateral y D. Cabeza dorsal. (Fotos: Grecia De La Cruz Melo).

En murciélagos, varias son las posibles causas que provocarían el síndrome alopécico, el estrés endocrino asociado al proceso reproductivo y/o al proceso de la lactancia, carga parasitaria, infecciones fúngicas y/o bacterianas, deficiencia nutricional que suprime el sistema inmunológico,

enfermedades renales, ingesta de toxinas, contaminación ambiental, o combinación de varios factores (Pedersen *y col.*, 2012; Tang *y col.*, 2012; Correia *y col.*, 2016; Corrales y Saavedra, 2020; Cable *y col.*, 2023). En hábitats perturbados en sistemas urbanos, las poblaciones de murciélagos pueden sufrir estrés crónico y deterioros inmunes haciéndolos más susceptibles ante patógenos y condiciones climáticas adversas (Seltmann *y col.*, 2017), afectando su condición física y de salud (Brearley *y col.*, 2013).

En el caso de la especie registrada en el *campus* de Ciencias, la alopecia se podría atribuir a estrés ambiental al que el individuo estuvo expuesto en el área urbana estudiada, sujeto a factores ambientales adversos relacionados con una baja disponibilidad del recurso alimentario y de refugio, además de estar sometido a contaminación lumínica y sónica (da Silva *y col.*, 2010; Monteiro *y col.*, 2016; Guedes *y col.*, 2020). Es importante señalar que además de los factores mencionados, los murciélagos en el área de estudio estuvieron sometidos al uso de gas lacrimógeno, arma química utilizada durante las protestas suscitadas en el período del muestreo de los especímenes. El gas lacrimógeno está químicamente compuesto por ortoclorobenzilideno malononitrilo, el cual se descompone en cianuro, ácido clorhídrico, óxido nitroso, monóxido de carbono, cloro, acetileno y fosgeno que produce efectos negativos en humanos, como son: abundante lagrimeo, tos, estornudos, irritación de las mucosas de los ojos, nariz, boca y garganta, además este tipo de gases provocan náuseas, dolor de cabeza, dermatitis, vómitos, disnea, pérdida del pelaje y de la conciencia y en algunos casos hasta convulsiones, taquicardia, paro cardio-respiratorio y/o la muerte (Báez, 2009; Rísquez, 2013; Schep *y col.*, 2015).

Aunque el efecto de los gases ha sido ampliamente documentado en humanos poco se sabe sobre el efecto en la flora y fauna. En el caso de los mamíferos, se han realizado estudios en animales silvestres como *Didelphis marsupialis*, *Procyon lotor*, *Urocyon cinereoargenteus*, *Marmota monax* (Andrews, 1964) y *Cavia porcellus* (Bannenberg *y col.*, 1994), los cuales mostraron efectos letales cuando los individuos fueron expuestos directamente al gas; y en aves los estudios mostraron una reducción importante de la abundancia poblacional (Sainz-Borgo, 2018).

No obstante, poco se sabe del estrés causado por ingestas parciales de toxinas en los refugios como túneles, huecos de árboles y edificaciones o durante actividades de forrajeo y acicalamiento posibles causas del síndrome en el ejemplar capturado, ya que el óxido de nitrógeno y ácido clorhídrico se adhiere a las hojas y flores de los que este murciélago neectarívoro se alimenta. Pedersen *y col.* (2012) documentaron que la ingesta de cenizas volcánicas puede ser la causa de alopecia en los murciélagos frugívoros registrados en la Isla Monserrat y en el murciélago insectívoro (*Myotis nigricans*) registrado en Colombia (Corrales y Saavedra, 2020).

El estudio de alopecia en murciélagos proporciona información sobre el estado de la población y las amenazas que enfrentan en las áreas urbanas, en este caso, las condiciones adversas en las que se encontraba la ciudad pudieron afectar al individuo física y mentalmente (Brearley *y col.*, 2013), causando pérdida del pelaje como resultado de estrés y consumo de toxinas. El monitoreo de enfermedades en poblaciones de murciélagos resulta esencial debido a la afectación del importante servicio ecosistémico que realizan en ambientes antropogénicos como son la polinización, la dispersión de semillas y la redistribución de nutrientes en el ecosistema urbano.

## AGRADECIMIENTOS

A las autoridades de la Facultad de Ciencias y del Instituto de Zoología y Ecología Tropical (IZET) de la Universidad Central de Venezuela (UCV), por el apoyo brindado al proyecto ¿Con Quién Compartes la UCV? I Etapa: “Caracterización de la Fauna Urbana asociada a los espacios adscritos a la Facultad de Ciencias-UCV” y por permitirnos usar las instalaciones para el desarrollo de esta investigación. Al Vicerrectorado Académico de la UCV, a los Laboratorios de Mamíferos y Biología de Aves y Conservación del Centro Museo de Biología de la UCV (IZET), al Laboratorio de Biología de Vectores y Parásitos del Centro de Ecología y Evolución (IZET) por la asesoría académica y el apoyo logístico brindado al progreso y desarrollo del Proyecto y de la presente investigación. A la Academia de Ciencias Físicas, Matemáticas y Naturales de Venezuela, UCV Campus Sustentable, Revista Río Verde por el soporte y divulgación científica. A Marijul Narváez, Carlos Matos, Silvia Selvitella, Juan C. Amilibia, Robert González, Pedro Gómez, Marcela Leal y al personal de Seguridad de la Facultad de Ciencias cuyos esfuerzos y ayuda, fueron fundamentales para el desarrollo de este trabajo.

## LITERATURA CITADA

- Acosta, L. 2016. Primer registro del síndrome de alopecia en un murciélago de Bolivia. *Kempffiana* 12(2): 48-53.
- Andrews R. 1964. Effects of tear gas on some mammals. *J. Mammal.* 45: 321-321.
- Báez L. 2009. Gases lacrimógenos y toxicidad. *Rev Venez Cir.* 11: 49.
- Bannenber, G., Atzori, L., Xue, J., Auberson, S., Kimland, M., Ryrfeldt, Å., Lundberg, J. y P. Moldeus. 1994. Sulfur dioxide and sodium metabisulfite induce bronchoconstriction in the isolated perfused and ventilated guinea pig lung via stimulation of capsaicin-sensitive sensory nerves. *Respiration.* 61: 130-137.
- Bello-Gutiérrez, J., Suzán, G., Hidalgo-Mihart, M. G. y G. Salas. 2010. Alopecia in bats from Tabasco, México. *J. Wild. Dis.* 46: 1000-1004.
- Brearley, G., Rhodes, J., Bradley, A., Baxter, G., Sea-Brook, L., Lunney, D., Liu, Y. A y C. Mcalpine. 2013. Wildlife disease prevalence in human-modified landscapes. *Biol. Rev.* 88: 427-442.
- Cable, A.B., Willcox, E., Holliday, C., Ogle, Ch. y R. Gerhold. 2023. Alopecia in Two Species of Insectivorous Bats During the Critical Time Period of Female Reproduction. *Southeastern Naturalist*, 22(1): 1N-8N.

- Corrales, J.D.C. y C.A. Saavedra. 2020. Primer registro de alopecia en *Myotis nigricans* (Chiroptera: Vespertilionidae) en la Ciudad de Manizales, Colombia. *Notas sobre Mamíferos Sudamericanos*. 2: 2–6.
- Correia, F.A., Gazarini, J. y C.R. Santana. 2016. Ocorrência de Alopecia em Morcegos Fillostomídeos (Chiroptera, Phyllostomidae). *Rev. Saúde e Biol.*, 11(3): 85–89.
- Da Silva, S., Da Cruz, A.P., De Almeida, J.C. y A.L. Peracchi. 2010. Bionomia de morcegos em áreas urbanas: Parque Natural Municipal da Freguesia e Fazenda Marambaia no Município do Rio de Janeiro, RJ. *Chirop Neotrop.* 16: 25–28.
- De La Cruz Melo-Torres, G.C. 2014. Composición y estructura de un ensamble de murciélagos (Chiroptera) en un bosque de tierras bajas de la Hacienda Guáquira, estado Yaracuy, Venezuela. Tesis de Licenciatura. Escuela de Biología. Facultad de Ciencias. Universidad Central de Venezuela. Caracas, Venezuela.
- De La Cruz Melo, G. y M. Salazar- Candelle. 2016. Primer registro para Venezuela de leucismo en *Sturnira Lilium* (Chiroptera: Phyllostomidae). *Acta Biol. Venez.*, Vol. 36(1):33-43
- Fernández-Badillo, A., R. Guerrero, L. Rexford, J. Ochoa y G. Ulloa. 1988. Mamíferos de Venezuela. Lista y claves para su identificación. Museo del Instituto de Zoología Agrícola (MIZA-UCV). Facultad de Agronomía. UCV. Venezuela. 185 pp.
- Gardner, A. 2007. Mammals of South America, Vol. 1. *The University of Chicago Press. Chicago, E.U.A.* 669 pp.
- Grajales-Suaza, E., F.A. Agudelo, G. S. Gómez-Castaño, J.A. Grajales, A. Grajales-Suaza, J. V. González-Arenas, B. L. Grajales Correa, y J.C. Cepeda-Duque. 2023. Afecciones cutáneas en *Potos flavus* (Schreber, 1774) y *Nasua nasua* (Linnaeus, 1766) (Mammalia: Carnívora: Procyonidae) silvestres en Risaralda, Colombia. *MaNo*. 8(2): 280.
- Guedes, P. G., Da Silva, S. S. P., Da Silva Santos, K., Da Silva Carneiro, A. M., Da Silva Lopes, L. y J. F. De Carvalho. 2020. Padrão reprodutivo, dieta e parasitologia de *Artibeus lituratus* (Olfers, 1818) (Mammalia, Chiroptera) em parques urbanos do município do Rio de Janeiro (Rio de Janeiro, Brasil). *Biotemas*, 33: 1–16
- Flores-Saldaña, M.G. 2008. Estructura de las comunidades de murciélagos en un gradiente ambiental en la reserva de la biosfera y tierra comunitaria de origen Pilón Lajas, Bolivia. *Mastozool. neotrop.* 15:309-322
- Jones, G., Jacobs, D. S., Kunz, T. H., Willing, M. R. y P.A. Racey. 2009. Carpe noctem: the importance of bats as bioindicators. *Endanger. Species. Res.* 8: 93–115.
- Kalko, E. 1998. Organization and diversity of tropical bat communities through space and time. *Zoology* 101: 281- 297
- Kalko, E., Handley, C. 2001. Neotropical bats in the canopy: diversity, community structure, and implications for conservation. *Plant Ecol.* 153: 319-333
- Kalko, E., y C. Handley. 2001. Neotropical bats in the canopy: diversity, community structure, and implications for conservation. *Plant Ecol.* 153: 319-333
- Kunz, T.H y A. Kurta. 1988. Capture methods and holding devices. En: *Ecological and Behavioral Methods for the Study of Bats* (T. H Kunz, Ed). Smithsonian Institution Press. 1-29pp.
- Linares, O. 1998. Mamíferos de Venezuela. Sociedad Conservacionista Audubon de Venezuela. Caracas, Venezuela. 691 pp.
- Martin-Delgado, C., Person, S. y M. Lavariega. 2022. Alopecia in bats. *Acta Chiropt.* 24(1): 209–219

- McElwee, K. J., Gilhar, A., Tobin, D. J., Ramot, Y., Sundberg, J. P., Nakamura, M., Bertolini, M., Inui, S., Tokura, Y., King, L. E. y col. 2013. What causes alopecia areata? *Exp. Dermatol.* 22: 609–626.
- McElwee, K. J., Tobin, D. J., Bystry, J. C. King, L. E. y J. P. Sundberg. 1999. Alopecia areata: an autoimmune disease? *Exp. Dermatol.* 8: 371–379.
- Mendoza Sáenz, V.H., Horváth, A., Ruiz Montoya, L., Escalona Segura, G. y Navarrete Gutiérrez, D. A. 2017. Patrones de Diversidad de Murciélagos en La Reserva de La Biosfera Selva El Ocote, Chiapas, México. *Mastozool. Neotrop.*, 24 (2): 365–387.
- Monteiro, F.A., Gazarini, J. y C.R. Santana. 2016. Ocorrência de alopecia em morcegos filostomídeos (Chiroptera, Phyllostomidae). *SaBios: Rev Saude Bio.* 11: 85–89.
- Novak, M. A., y J. S. Meyer. 2009. Alopecia: possible causes and treatments, particularly in captive nonhuman primates. *Comp. Med.* 59: 18–26
- Ochoa, J., M. Bevilacqua y F. García. 2005. Evaluación ecológica rápida de mamíferos de cinco localidades del Delta del Orinoco, Venezuela. *Interciencia.* 30: 466–475.
- Olsson, A., y S. Barnard. 2009. Alopecia. In *Bats in captivity: Biological and medical aspects*, Vol. 1, S. M. Barnard (ed.). Logos Press, Washington, D.C., 111–120 pp.
- Park, K. 2015. Mitigating the impacts of agriculture on biodiversity: bats and their potential role as bioindicators. *Mamm Biol.* 80: 191–204.
- Patel, A. 2009. Dermatología de pequeñas especies. Elsevier. Spain. p. 176–179.
- Pedersen, S. C., Popowics, T. E., Kwiecinski, G. G. y D. E. B. Knudsen. 2012. Sublethal pathology in bats associated with stress and volcanic activity on Montserrat, West Indies. *J. Mammal.* 93: 1380–1392.
- Peña, G.F., Fierros, B.C., y A.P. Mateos. 2000. Enfermedades Exóticas de los Animales. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, 394 pp.
- Racey, P.A. 1988. Reproductive assessment in bats. En: *Ecological and Behavioral Methods for the Study of Bats* (T.H. Kunz, Ed), Smithsonian Institution Press, 31–45pp.
- Risquez A. 2013. Usos y abusos de los gases lacrimógenos y la salud: prevención y manejo. *Medicina Interna* 29: 239–248.
- Russo, D., y L. Ancillotto. 2015. Sensitivity of bats to urbanization: a review. *Mamm Biol.* 80: 205–212.
- Sainz-Borgo, C. 2018. Efecto de los gases lacrimógenos en la abundancia de aves en la ciudad de Caracas, Venezuela. *Ecotrópicos* 30:1-10
- Schep, L., Slaughter R y D. McBride. 2015. Riot control agents: the tear gases CN, CS and OCa medical review. *JRAMC.* 161: 94–99.
- Seltmann, A., G. Á. Czírják, A. Courtiol, H. Bernard, M. J. Struebig y C. C. Voigt. 2017. Habitat disturbance results in chronic stress and impaired health status in forest-dwelling paleotropical bats. *Conserv. Physiol.* 5: 1–14.
- Soriano, P. 2000. Estructura funcional de las comunidades de murciélagos en selvas húmedas tropicales y Selvas nubladas andinas. *Ecotrópicos* 13 (1): 1-20
- Tang, Z. H., Zhang, G. L., Sheng, L. X., Hong, T. Y, Zhu, G. J., Yang, J., Gong, Y., Zenf, Y., Hu, H. J. y L. B. Zhang. 2012. Alopecia in Rickett's Big-Footed Bat *Myotis ricketti* (Chiroptera: Vespertilionidae) in Relation to Age and Sex. *Zoological Studies* 51: 494–499.
- Voigt, C.C. y T. Kingston. 2016. Bats in the Anthropocene. En: *Bats in the Anthropocene: conservation of bats in a changing world* (C. C. Voigt y T. Kingston, Eds.). Springer International Publishing. 1–9 pp.
- Willig M, Lyons, S. 1998. An analytical model of latitudinal gradients of species richness with an empirical test for marsupials and bats in the New World. *Oikos.* 81: 93–98.

ABV  
en blanco

# PRIMER REGISTRO DE *Coomansinema brevicauda* (NEMATODA: DORYLAIMIDA) EN VENEZUELA

Guillermo Perichi

Departamento e Instituto de Zoología Agrícola, Facultad de Agronomía (FAGRO), Universidad Central de Venezuela (UCV). Apdo. 4579. Maracay, estado Aragua.  
guillermoperichi@gmail.com; guillermo.perichi@ucv.ve

## RESUMEN

Se registra por primera vez una población de *Coomansinema brevicauda* Ahmad y Shaheen, 2004 (Dorylaimida: Thornenematidae) en el estado Aragua, Venezuela asociada a árboles de *Bursera simaruba* (Linneo) Sargent, 1890 (indio desnudo) y *Hura crepitans* Linneo, 1753 (jabillo). Se presentan una descripción, medidas e ilustraciones (fotografías con microscopía óptica). Esta población es similar a la población tipo (Costa Rica) y las diferencias en los datos biométricos se consideran variaciones intraespecíficas.

**Palabras clave:** Biodiversidad, invertebrados, morfología, nematodos, taxonomía.

## First record of *Coomansinema brevicauda* (Nematoda: Dorylaimida) in Venezuela

## ABSTRACT

A population of *Coomansinema brevicauda* Ahmad & Shaheen, 2004 (Dorylaimida: Thornenematidae) is recorded for the first time in Aragua state, Venezuela associated with *Bursera simaruba* (Linneo) Sargent, 1890 (tourist tree) and *Hura crepitans* Linneo, 1753 (sandbox tree). Description, measurements and illustrations (optical microscopy) are provided. This population is similar to the type population (Costa Rica) and differences in biometric data are considered intraspecific variations.

**Keywords:** Biodiversity, invertebrates, morphology, nematodes, taxonomy.

## INTRODUCCIÓN

El género *Coomansinema* Ahmad y Jairajpuri, 1989 (Dorylaimida: Thornenematidae), es un taxón poco frecuente a nivel mundial. En la actualidad, se señalan nueve (9) especies nominales (en orden cronológico): *C. dimorphicauda* Ahmad y Jairajpuri, 1989; *C. oryzae* Ahmad, 1993; *C. alduri* Dhanam y Jairajpuri, 2003; *C. digiticauda* Dhanam y Jairajpuri, 2003; *C. brevicauda* Ahmad y Shaheen, 2004; *C. taiwanense* Andrassy, 2012; *C. istvani* Vinciguerra, Orselli y Clausi, 2014; *C. japonicum* Ahmad, Mushtaq y Kumar, 2019 y *C. longicaudatum* Ahmad, Mushtaq y Kumar, 2019 y se encuentran limitadas geográficamente a Asia (India, Japón y Taiwán), Centro (Costa Rica) y Sur América (Ecuador y Perú). Las

principales características diagnósticas de las especies de este género son: región labial de forma truncada y amalgamada, odontoestilete robusto, hembras con sistemas reproductivos anfidélficos, cola cónica con una proyección que varía de corta a larga (filiforme), pero, que en los machos el término de la región caudal (dimorfismo sexual) es redondeado (Andrássy, 2012; Ahmad *y col.*, 2019; Peña-Santiago, 2021).

Durante un muestreo exploratorio de suelo con fines nematológicos realizado en el fragmento o relicto de un bosque seco tropical (BST), en agosto de 2021, dentro de la cuenca del río Güey al norte de Maracay, estado Aragua; fueron encontrados algunos ejemplares de *Coomansinema* asociados a la rizósfera de *Bursera simaruba* (Linneo) Sargent, 1890 (indio desnudo) y *Hura crepitans* Linneo, 1753 (jabillo). Los caracteres morfológicos observados (que se describen más adelante en estas notas) en una primera instancia, además, de la ubicación geográfica continental de dichos ejemplares sugieren que corresponden a la especie *C. brevicauda*. Considerando el escaso conocimiento sobre la diversidad de nematodos terrestres en Venezuela, este estudio tiene como objetivo registrar por primera vez la especie *C. brevicauda* en el país y caracterizar biométricamente a los ejemplares encontrados. Los datos alométricos, biométricos e ilustraciones obtenidas (fotografías con microscopía óptica de las principales estructuras morfo-anatómicas) de los ejemplares de la población venezolana de *C. brevicauda* se presentan aquí y se comparan con poblaciones conocidas de la misma especie provenientes de Costa Rica (población tipo), Ecuador y Perú.

## MATERIALES Y MÉTODOS

**Extracción, fijación de los ejemplares y estudio al microscopio óptico.** La extracción de los ejemplares (hembras) del suelo, se realizó mediante el método de Cobb modificado por Crozzoli (2014) y filtro de algodón modificado por Crozzoli y Rivas (1987). Los nematodos obtenidos se fijaron con formaldehído (2,5 %) a 80°C y finalmente se montaron en láminas permanentes utilizando el método rápido de Seinhorst (1959). Se utilizó una cámara lúcida acoplada a un microscopio óptico Leitz-Wetzlar SM-LUX calibrado previamente para dibujar los ejemplares. Posteriormente, las medidas (cm) fueron transformadas a micrómetros según los factores de conversión correspondientes a cada objetivo. Finalmente, se tomaron algunas fotografías con una cámara ocular AmScope MD-35 y las imágenes se editaron posteriormente con Adobe Photoshop CS®. Las abreviaturas y fórmulas o índices de De Man utilizadas para las mediciones (caracteres biométricos) y relaciones alométricas fueron: n = número de ejemplares medidos, L = longitud total del cuerpo, a = L/diámetro máximo del cuerpo, b = L/longitud de la faringe, b' = L/longitud del cuello, c = L/longitud de la cola, c' = longitud de la cola/diámetro del cuerpo a nivel del ano, cw = ancho combinado de la *pars*

*refringens vaginae*,  $G1(\%) = \text{longitud de la rama genital anterior} \times 100/L$ ,  $G2(\%) = \text{longitud de la rama genital posterior} \times 100/L$  y  $V(\%) = \text{posición de la vulva respecto a L}$  (Nguyen y col., 2016; Ye y Hunt, 2021).

Las abreviaturas y fórmulas de Loof-Coomans para la localización de los núcleos de las glándulas faríngeas fueron: DN = longitud desde el extremo anterior del cuerpo hasta el núcleo de la glándula faríngea dorsal  $\times 100/\text{longitud total del cuello}$ ,  $S_1N_1 = \text{longitud desde el extremo anterior del cuerpo hasta el núcleo anterior del primer par de glándulas ventro-sublaterales} \times 100/\text{longitud total del cuello}$ ,  $S_1N_2 = \text{longitud desde el extremo anterior del cuerpo hasta el núcleo posterior del primer par de glándulas ventro-sublaterales} \times 100/\text{longitud total del cuello}$  y  $S_2N = \text{longitud desde el extremo anterior del cuerpo hasta los núcleos del segundo par de glándulas ventro-sublaterales}$  (Nguyen y col., 2016; Ye y Hunt, 2021).

Una vez medidos todos los ejemplares, se procedió a calcular la media, desviación estándar y el coeficiente de variación (CV), este último expresado en porcentaje (%). Para una correcta identificación de la especie *C. brevicauda*, se utilizaron las descripciones y claves propuestas por Ahmad y Shaheen (2004), Andrásy (2012) y Ahmad y col. (2019).

## RESULTADOS

### Descripción de la población venezolana

#### *Coomansinema brevicauda* (Tabla 1; Figura 1.A-O)

**Hembra.** Cuerpo mediano, delgado y ligeramente curvado ventralmente tras la fijación; cutícula aparentemente lisa al MO y de 2,5 (2–3)  $\mu\text{m}$  de grosor en la parte media del cuerpo; región labial truncada, no contrastada (continua), labios fusionados (amalgamados); odontoestilete robusto, con abertura ligeramente sinuosa, anillo guía sencillo ubicado a 14 (12–15)  $\mu\text{m}$  del extremo anterior del cuerpo, extensión del estilete (odontóforo) en forma de varilla simple; faringe con una sección anterior estrecha y una expansión basal ocupando el 44–51% de la longitud total del cuello, núcleos de las glándulas faríngeas ( $n = 3$ ) localizados como sigue (%): DN = 55–58,  $S_1N_1 = 66–68$ ,  $S_1N_2$  (inconspicuo) y  $S_2N = 78–82$ ; cardias cónico-alargado de 30 (23–36)  $\mu\text{m}$  de largo, que se proyecta hacia el lumen intestinal; vulva transversa, post-ecuatorial, con abertura en vista ventral de 12  $\mu\text{m}$  de longitud, distancia vulva-ano igual a 9–16 veces la longitud de la cola; vagina de 23 (20–30)  $\mu\text{m}$  de largo (profundidad) con tres partes morfo-anatómicas claramente diferenciables al MO: *pars proximalis vaginae* 14 (12–21)  $\mu\text{m}$ , *pars refringens vaginae* visible como dos piezas esclerotizadas en forma de gotas 7 (6–9)  $\mu\text{m}$  en la sección óptica del microscopio,  $cw = 12$  (10–14)  $\mu\text{m}$ , *pars distalis vaginae* 1,5 (1–2)  $\mu\text{m}$ ; sistema reproductivo típico del género: didélfico-anfidélfico, ramas genitales casi simétricas, ovarios reflejos, gónada anterior 81 (38–188)  $\mu\text{m}$  de largo, gónada posterior 92 (44–213)  $\mu\text{m}$  de largo, ovocitos dispuestos en

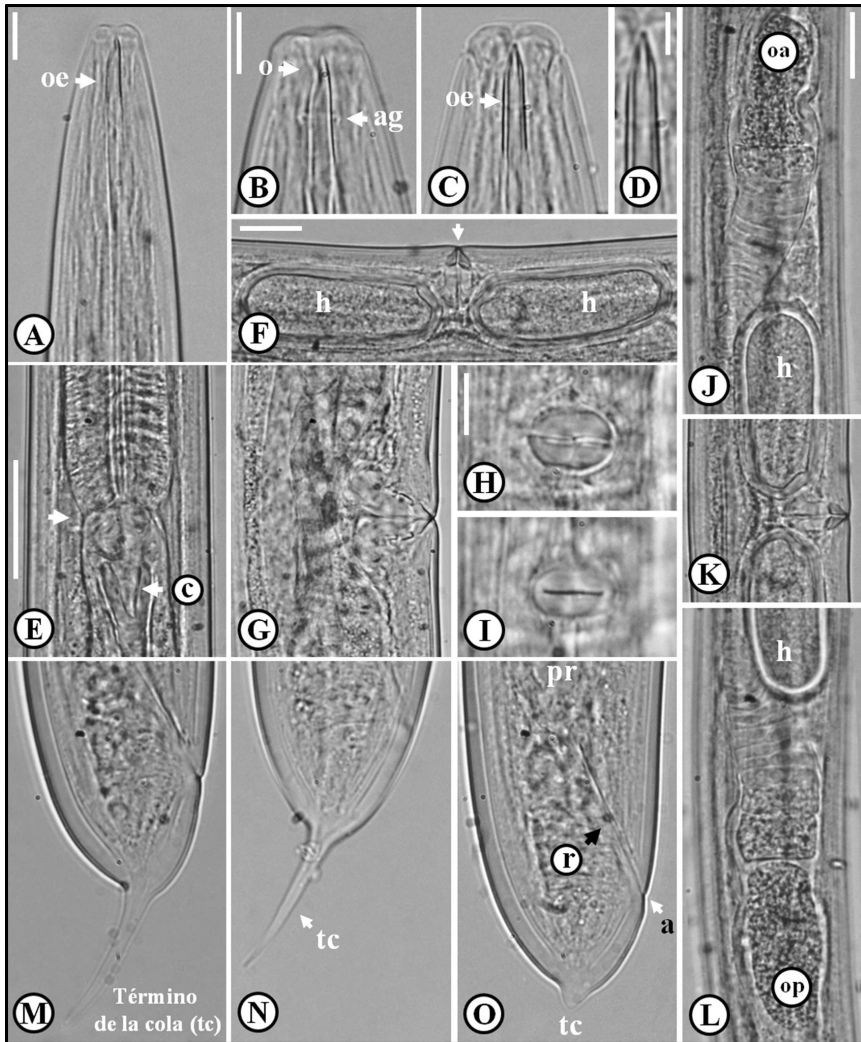
columnas en cada una de las gónadas; una hembra con dos huevos uterinos de dimensiones: 82–85 x 34–36  $\mu\text{m}$  (largo x ancho); cola en forma de cúpula, término filiforme (proyección de la cola) de 42 (28–56)  $\mu\text{m}$  de largo u ocupando el 60% (49-67) de longitud total de la región caudal; machos no observados.

**Tabla 1.** Medidas y relaciones de las hembras de *Coomansinema brevicauda* (n=15) provenientes de la cuenca del río Güey, Maracay, Aragua, Venezuela.

Medidas y relaciones <sup>(1)</sup>	Promedio	Desviación estándar	CV (%)	Rango
L	1,53	± 0,08	5,2	1,44–1,7
a	27	± 3,0	11,1	21–31
b	4,57	± 0,30	6,6	4,14–5,2
b'	4,14	± 0,22	5,4	3,86–4,6
c	25	± 7,6	31	17–43
c'	1,86	± 0,42	23	1–2,43
G1 (n=11)	14	± 5,1	38	9–24
G2 (n=11)	15	± 4,1	27	10–23
V	54	± 1,8	3,4	51–58
Diámetro de la región labial	16	± 0,70	4,2	15–16
Altura de la región labial	5,4	± 0,64	12	4,4–6
Longitud del odontoestilete	22	± 1,4	6,4	20–25
Longitud del odontóforo	37	± 3,2	8,5	31–42
Longitud de la faringe	337	± 23,8	7,1	281–372
Longitud total del cuello	371	± 22,0	5,9	312–412
Diámetro del cuerpo a nivel del cuello	51	± 3,8	7,6	45–59
Diámetro del cuerpo a nivel de la vulva	57	± 9,4	16,5	48–82
Diámetro del cuerpo a nivel del ano	35	± 1,7	4,7	34–40
Longitud del pre-recto	67	± 11,8	17,7	45–83
Longitud del recto	45	± 5,2	11,5	38–53
Longitud de la cola	65	± 13,9	21,3	37–83

<sup>(1)</sup>Nota: Las medidas en  $\mu\text{m}$  excepto las relaciones a, b, b' c, c', L en mm, G1, G2 y V expresadas en %.

**Otras observaciones.** La población descrita, fue encontrada en la vía que conduce a la Eco-Granja de la FAGRO-UCV asociada a la vegetación anteriormente mencionada en un fragmento o relicto de bosque semidecíduo con abundante hojarasca y rico en materia orgánica en las coordenadas: 10,2744247; -67,6061171, específicamente, en una ladera de la formación geológica “Las Mercedes” de la cuenca del río Güey en Maracay, estado Aragua a una altitud de 435 m s.n.m. La zona explorada, climáticamente se ha caracterizado (durante los últimos 23 años) por presentar una temperatura media de 26°C, con una precipitación y evaporación promedio anual de 1026 y 1529 mm, respectivamente (USICLIMA, 2024). Recientemente, ejemplares de *C. brevicauda* también han sido observados asociados a la rizósfera de algunos árboles de caucho [*Ficus elastica* Roxburgh (Hornemann, 1819)] presentes dentro de la misma cuenca, pero, en la planicie aluvial donde se asientan los campos de la FAGRO-UCV y el Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias (CENIAP).



**Figura 1.** *Coomansinema brevicauda* (hembra). A: Región anterior (oe = odontostilete). B-C: Labios en vista lateral y ventral, respectivamente (ag = anillo guía y o = orificio del estilete). D: Odontostilete (vista ventral). E: Unión faringe-intestino (flecha; c = cardias). F: Huevo (h) y vulva (flecha). G: Vulva (vista lateral). H-I: Vulva (vista ventral); J-L: Sistema reproductivo (oa = ovario anterior; op = posterior). M-O: Cola (a = ano; pr = pre-recto; r = recto). Barra en A = 15  $\mu$ m; Barra en B = 10  $\mu$ m en B-C; Barra en D = 5  $\mu$ m; Barra en E = 30  $\mu$ m en G, M, N y O; Barra en F = 25  $\mu$ m; Barra en H-I = 12  $\mu$ m; Barra en J-L = 25  $\mu$ m.

## DISCUSIÓN

Los caracteres morfo-anatómicos de esta población de *C. brevicauda*, concuerdan perfectamente con los señalados en la descripción original de la especie (Ahmad y Shaheen, 2004). Sin embargo, algunos valores alométricos (relaciones o proporciones) y biométricos difieren de los mencionados para los paratipos de Costa Rica, especialmente, en el valor de 'a' (27 vs 23), longitud del odontóforo (37 vs 32  $\mu\text{m}$ ), longitud del cardias (30 vs 22  $\mu\text{m}$ ) y la longitud del recto (45 vs 40  $\mu\text{m}$ ). Valores extremos de 'c' (42–43) fueron observados en tan solo dos ejemplares de Venezuela. Ahmad y Shaheen (2004), refieren para la población de Costa Rica un valor extremo de 'c' = 39, porque también, encontraron ejemplares con colas “sin un término filiforme” como los observados en la población venezolana (Figura 1.O). Esta particularidad morfológica aparentemente no fue señalada por Andrásy (2012) en las poblaciones de Ecuador y Perú. La presencia de individuos con colas “sin un término filiforme”, puede, ser debida a cambios estructurales que se dan naturalmente durante el desarrollo post-natal de un organismo (ontogenia). Esos cambios, han sido observados en diferentes especies del orden Dorylaimida como, por ejemplo, en *Dorylaimus stagnalis* Dujardin, 1845, *Labronema ferox* Thorne, 1939 y *Nevadanema nevadense* Álvarez-Ortega y Peña-Santiago, 2012, pero, tales variaciones en la estructura, especialmente, los que ocurren en la región caudal han recibido poca atención en los nematodos de este orden (Álvarez-Ortega y Peña-Santiago, 2013; Peña-Santiago y Álvarez-Ortega, 2014; Peña-Santiago, 2021).

Al comparar los valores alométricos y biométricos de la población venezolana, con las de la población ecuatoriana (Andrásy, 2012) podemos apreciar que nuestros ejemplares se caracterizaron por presentar mayores tamaños (L = 1,44–1,71 vs 1,24–1,35 mm), ser moderadamente delgados [a = 27 (21–31) vs 20–22] y con ramas genitales ocupando del 14–15% de la longitud total del cuerpo. Similares resultados fueron encontrados al comparar los ejemplares venezolanos con la población del Perú (Andrásy, 2012).

Las variaciones alométricas y biométricas presentadas por la población venezolana de *C. brevicauda* con respecto a las tres poblaciones conocidas de esta especie en el mundo (Costa Rica, Ecuador y Perú) pueden ser atribuidas a variaciones típicas que ocurren dentro de la especie (variaciones intraespecíficas) por factores y condicionantes geográficos (Andrásy, 2012; Perichi y col., 2023). Por otra parte, y tal como lo señaló Andrásy (2012), al referirse a las poblaciones de Ecuador y Perú, tampoco hay dudas aquí, de que los caracteres generales (morfológicos y anatómicos) de la población venezolana (hembras) se corresponden en forma y estructura con las presentadas por Ahmad y Shaheen (2004).

*C. brevicauda*, de acuerdo a lo señalado por Yeates *y col.* (1993); Sánchez-Moreno y Ferris (2018) pudiese ser una especie omnívora. Sin embargo, Hodda (2022) sugiere que el género *Coomansinema* agrupa a nematodos con hábitos, esencialmente, depredadores. La forma básica de alimentación de estos pequeños organismos, al parecer consiste en perforar el cuerpo de la presa (nematodos u otros organismos de la microfauna presente en el suelo) con su odontoestilete y seguidamente; succionar el contenido interno de los mismos para finalmente dejar una pared corporal vacía (Hodda, 2022; Vera-Morales *y col.*, 2022).

En el país, los registros más recientes de nematodos de vida libre del orden Dorylaimida se corresponden con las especies: *Paractinolaimus morus* Morales-Montero y San-Blas, 2014 y *Chitwoodius coffeae* Hoang, Chu, Nguyen, Trinh, Abolafia y Peña-Santiago, 2019. El interés por los nematodos, se centra en el hecho de que estos organismos pueden utilizarse como indicadores de la calidad y salud del suelo. Sin embargo, su utilidad como bioindicadores dependerá del papel que juegan ellos dentro de la red trófica edáfica y de una adecuada identificación que ayude a definir las estrategias de vida [colonizadores (c)-persistentes (p)] de estos pequeños invertebrados de acuerdo a los criterios de clasificación ya previamente existentes (Perichi *y col.* 2021).

## CONCLUSIONES

Se registra por primera vez en Venezuela la especie *Coomansinema brevicauda* para la nematofauna edáfica. Las hembras de la población estudiada presentaron diferencias biométricas con las de Costa Rica, Ecuador y Perú, aunque sus características morfológicas concuerdan con la descripción original de Ahmad y Shaheen (2004).

## AGRADECIMIENTOS

Quiero expresar mi gratitud al Dr. Reyes Peña-Santiago (Universidad de Jaén, España) por el suministro de un material bibliográfico relacionado con el género *Coomansinema*. Así como, al Dr. Osvaldo Villarreal-Manzanilla [Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas (IVIC)] por la revisión y valiosas sugerencias realizadas al manuscrito original.

## LITERATURA CITADA

- Ahmad, W., A. Shaheen. 2004. Five new and two known species of the family Dorylaimidae (Nematoda: Dorylaimida) from Costa Rica. *Nematology* 6:567-584.
- Ahmad, W., P. Mushtaq, S.S. Kumar. 2019. Two new species of the genus *Coomansinema* Ahmad and Jairajpuri, 1989 (Nematoda: Dorylaimida) with a key to its species. *Helminthologia* 56:42-52.

- Álvarez-Ortega, S., R. Peña-Santiago. 2013. The postembryonic development of *Nevadanema nevadense* (Dorylaimida, Qudsianematidae) reveals more relevant changes than expected. *J. Nematode Morphol. Syst.* 16:167-172.
- Andrássy, I. 2012. On the genus *Coomansinema* Ahmad & Jairajpuri, 1989 (Dorylaimida: Thornenematidae), with description of one new and two rare species. *J. Nematode Morphol. Syst.* 15:87-101.
- Crozzoli, R. 2014. *La Nematología Agrícola en Venezuela*. Ediciones de la Facultad de Agronomía, Universidad Central de Venezuela (disco compacto). Maracay, Venezuela.
- Crozzoli, R., D. Rivas. 1987. Uso de toallas faciales de producción nacional como alternativa al filtro de algodón en la limpieza de muestras nematológicas. *Fitopatología Venezolana* 1:32-33.
- Hodda, M. 2022. Phylum Nematoda: feeding habits for all valid genera using a new, universal scheme encompassing the entire phylum, with descriptions of morphological characteristics of the stoma, a key, and discussion of the evidence for trophic relationships. *Zootaxa* 5114: 318-451.
- Nguyen, T., J. Abolafia, M. Bonkowski, R. Peña-Santiago, S. Álvarez-Ortega. 2016. Two atypical new species of the genus *Sectionema* Thorne, 1930 (Nematoda, Dorylaimida, Aporcelaimidae) from Vietnam. *European Journal of Taxonomy* 171:1-20.
- Peña-Santiago, R. 2021. Dorylaimida Mundi (Nematoda). Checklist of genera and species, with their records. *Monographic Papers on Nematology* 7, UJA Publishing, Universidad de Jaén, Spain. 957 pp.
- Peña-Santiago, R. 2021. Morphology and bionomics of dorylaims. En: *Nematology Monographs and Perspectives*. Volume 13. Hunt, D., R. Perry (eds.), Brill Publishing, Leiden, Netherlands. pp. 137-146.
- Peña-Santiago, R., S. Álvarez-Ortega. 2014. An integrative approach to assess the phylogeny and the systematics of rounded-tailed genera of the subfamily Qudsianematinae (Nematoda, Dorylaimida). *Zoologica Scripta* 43:418-428.
- Perichi, G., G. Berroterán, W. Zárraga. 2023. Nuevos datos sobre monónquidos (Nematoda: Enoplea: Mononchida) en Venezuela. *Rev. Fac. Agron. (UCV)* 49:10-34.
- Perichi, G., Z. Lugo, R. Crozzoli, Y. Aguirre, N. Melero. 2021. Morpho-biometric data of *Chitwoodius coffeae* and of some mononchids (Nematoda: Enoplea) from Venezuela. *Rev. Fac. Agron. (UCV)* 47:24-38.
- Sánchez-Moreno, S., H. Ferris. 2018. Nematode ecology and soil health. En: *Plant Parasitic Nematodes in Subtropical and Tropical Agriculture*. Sikora, R.A., D. Coyne, J. Hallmann, P. Timper (eds.). CAB International. Boston, USA. pp. 62-86.
- Seinhorst, J.W. 1959. A rapid method for the transfer of nematodes from fixative to anhydrous glycerine. *Nematologica* 4:67-69.
- USICLIMA. 2024. Datos meteorológicos de la cuenca del río Güey, estado Aragua (2000-2023). Unidad de Servicios Climáticos para Agricultura y Ambiente. Universidad Central de Venezuela, Facultad de Agronomía. Maracay, Aragua.
- Vera-Morales, M., R.F. Castañeda-Ruiz, D. Sosa, A. Quevedo, J. Naranjo-Morales, L. Serrano, M.F. Ratti. 2022. Mecanismos de captura, colonización y alimentación empleados por parásitos y predadores de nematodos. *Ecosistemas* 31:2390.
- Ye, W., D.J. Hunt. 2021. Measuring nematodes and preparation of figures. En: *Techniques for Work with Plant and Soil Nematodes*. Perry, R., D. Hunt, S. Subbotin (eds.). CAB International. London, U.K. pp. 132-151.
- Yeates, G.W., T. Bongers, R.G.M. de Goede, D.W. Freckman, S.S. Georgieva. 1993. Feeding Habits in Soil Nematode Families and Genera - An Outline for Soil Ecologists. *Journal of Nematology* 25:315-331.

**INFORMACIÓN GENERAL.** *Acta Biologica Venezuelica* es una revista científica, especializada, arbitrada e indizada, editada por el Instituto de Zoología y Ecología Tropical, Facultad de Ciencias, Universidad Central de Venezuela. *Tiene por objeto la publicación de trabajos originales de investigación en las diferentes áreas de la Biología.* Los manuscritos remitidos a la revista deberán ser inéditos y no estar siendo considerados para su publicación en otros medios. Se consideran (a) Artículos escritos en español, inglés y portugués, (b) Revisiones Invitadas, (c) Revisiones libres, (d) Trabajos Seriados, cuando el autor(es) remita la serie completa de manuscritos, (e) Notas Científicas, de menos de 10 páginas y (f) Trabajos y/o Revisiones producto de eventos científicos o Jornadas de investigación. La revista se edita en dos números que constituyen un volumen anual.

**PREPARACIÓN DE MANUSCRITOS.** Los manuscritos estarán escritos en español, inglés o portugués, tamaño carta y a doble espacio. Cada trabajo constará de: Título (español e inglés), Autor(es), Resúmenes (español e inglés), Palabras clave (español e inglés), Introducción, Materiales y Métodos, Resultados, Discusión, Agradecimientos y Literatura Citada. Los trabajos que carezcan de alguna(s) de dichas secciones también seguirán ese orden. Se deberá enviar el manuscrito completo (texto, tablas y figuras) en versión electrónica al correo: [acta.biol.ven@gmail.com](mailto:acta.biol.ven@gmail.com).

**Título.** La primera página del manuscrito incluirá el título del trabajo en el mismo idioma que el texto, además deberá incluir el título en inglés o español dependiendo del idioma utilizado en el cuerpo del trabajo. El título debe ser breve (máximo 15 palabras), específico y dar una idea clara del propósito del trabajo; no contendrá nombres de autoridades ni fechas de los nombres científicos. Deberá incluir igualmente el nombre del autor(es), correo electrónico, título abreviado (running head) e indicar el autor de correspondencia.

**Palabras clave.** Se deberán suministrar un máximo de 5 palabras en español e inglés, diferentes de las que aparecen en el título.

**Resumen.** Se requiere un resumen en español y otro en inglés, cada uno de 250 palabras como máximo. Deberán aparecer en ese orden y en ellos deberá indicarse el objetivo, los principales resultados y las conclusiones del trabajo.

**Texto.** Se deberá utilizar letra Times New Roman de 12 puntos. Los márgenes deberán ser al menos 2.5 cm. Todas las páginas del trabajo deberán numerarse en forma consecutiva y toda medida deberá referirse al Sistema Métrico Decimal Internacional. Los nombres científicos en itálicas (cursivas). Ninguna porción del texto deberá subrayarse. Se recomienda no usar notas al pie de página. Trate de evitar el uso de caracteres especiales y/o de difícil reproducción. Las Tablas y Figuras deberán incluirse en el texto en el lugar de la cita.

**Tablas.** Las tablas deberán presentarse incluidas en el texto en el lugar de su cita, en arte final, numeradas en orden consecutivo, sin líneas verticales. La información contenida en las tablas no deberá repetirse en el texto o las figuras.

**Figuras.** Las figuras deberán presentarse incluidas en el texto en el lugar de su cita, se numerarán en el texto en orden consecutivo (ejemplo: Figura 1, Figura 2a), en formato de imagen (escalas de grises o color). Todo mapa, foto o dibujo debe incluir una escala gráfica. Evitar caracteres especiales o de difícil reproducción para indicar áreas en las figuras. Las leyendas de las figuras deberán ser explícitas, escritas a doble espacio dentro del Manuscrito.

Agradecimientos y apéndices. Los agradecimientos (si los hubiere) se colocarán al final del manuscrito y anterior a la literatura citada. Sólo se publicarán apéndices si es estrictamente indispensable y si su contenido se discute en el texto. Los mismos se ubicarán al final del trabajo.

Citas. Se utilizará el sistema internacional o método de citas en el texto, por ejemplo, (Scorza, 1968); Scorza (1968); (Menezes y Vanzoler, 1992); Menezes y Vanzoler (1992); (Scorza *y col.*, 1998); Scorza *y col.* (1998), citados en orden cronológico desde el más antiguo.

Literatura citada. Se incluirán en esta sección sólo los trabajos citados en el texto, según los siguientes formatos:

Revistas:

Scorza, J.V. 1968. Observaciones sobre las aves del Parque Canaima. *Acta Biol. Venez.* 15(2):1-14.

Scorza, J.V., R. Ramírez y F. Tejero. 1998. *Culex* un problema de salud en el Valle de Caracas. *Acta Biol. Venez.* 20(3):23-30.

Libros: Pearsall, N.H. 1950. Mountains and Moorlands. London, Collins Publ., 375 pp.

Capítulos de libros: Menezes, N. y P. Vanzoler, 1992. Reproductive Characteristics of Characiformes. En: *Reproductive Biology of South American Vertebrates* (W. Hamnlett, Ed.), Springer Verlag. Cap. 4:60-70.

Publicaciones electrónicas: Parliament of South Australia. 2000. Inquiry into Tuna Feedlots at Louth Bay. Environment, Resources, and Development Committee, 38th Report, 3rd Session of 49th Parliament. Adelaide, South Australia. [www.parliament.sa.gov.au](http://www.parliament.sa.gov.au).

COSTO DE PÁGINA Y SEPARATAS. *Acta* no solicita ningún cobro por concepto de publicación.

CORRESPONDENCIA Y DIRECCIÓN: Toda la correspondencia deberá dirigirse a: Dra. Ana Bonilla - Directora-Editora *Acta Biologica Venezuelica*. Instituto de Zoología y Ecología Tropical, Facultad de Ciencias, Universidad Central de Venezuela. Caracas 1041-A, Venezuela. Teléfono: 58-212-6051208. Correo: [acta.biol.ven@gmail.com](mailto:acta.biol.ven@gmail.com).

*ACTA BIOLOGICA VENEZUELICA*, Vol. 44 (2) 2024

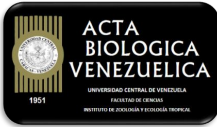
Diagramación: Ana Bonilla  
Abril de 2025  
Instituto de Zoología y Ecología Tropical - UCV

Publicación electrónica de libre acceso  
mediante el portal SABER-UCV:

[http://saber.ucv.ve/ojs/index.php/revista\\_abv](http://saber.ucv.ve/ojs/index.php/revista_abv)

y la página web del Instituto de Zoología y Ecología Tropical:

[izt.ciens.ucv.ve](http://izt.ciens.ucv.ve)



## Acta Biologica Venezolana

UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA - FACULTAD DE CIENCIAS  
INSTITUTO DE ZOOLOGÍA Y ECOLOGÍA TROPICAL

[http://saber.ucv.ve/ojs/index.php/revista\\_abv/issue/archive](http://saber.ucv.ve/ojs/index.php/revista_abv/issue/archive)

Vol. 44, No. 2, Jul-Dic2024

Vol. 44, No. 2, Jul-Dec2024

Dep. Legal 195102DF414 – VEISSN 0001-5326

### CONTENIDO

#### EDITORIAL

Bonilla. DIVERSIDAD BIOLÓGICA Y RESPUESTAS  
ECOSISTÉMICAS: NUEVAS PERSPECTIVAS  
DESDE VENEZUELA i

#### REVISIONES

Scott-Frías *et col.* PRODUCCIÓN ACADÉMICA DEL  
LABORATORIO DE PLANCTON, UNIVERSIDAD  
CENTRAL DE VENEZUELA: LOGROS Y DESAFÍOS 143

#### ARTÍCULOS

Lira *et col.* CONTRIBUTIONS TO THE KNOWLEDGE  
OF THE BIODIVERSITY OF CRUSTACEAN  
DECAPODS OF VENEZUELA. II.- FIRST RECORDS  
OF *Eucinetops blakianus* AND *Inachoides forceps*  
(DECAPODA: BRACHYURA: MAJOIDEA) WITH KEYS  
TO SPECIES 179

Hernández-Valencia y Méndez. FITORREMEDIACIÓN  
DE UN SUELO CONTAMINADO CON PETRÓLEO  
PESADO USANDO *Megathyrus maximus* 191

#### NOTAS CIENTÍFICAS

De La Cruz Melo-Torres y Salazar Candelle. PRIMER  
REGISTRO DE ALOPECIA EN *Glossophaga soricina*  
(CHIROPTERA: PHYLLOSTOMIDAE) EN UN  
AMBIENTE URBANO DE CARACAS, VENEZUELA 207

Perichi. PRIMER REGISTRO DE *Coomansinema*  
*brevicauda* (NEMATODA: DORYLAIMIDA) EN  
VENEZUELA 217

### CONTENTS

#### EDITORIAL

Bonilla. Biological diversity and ecosystem  
responses: New perspectives from Venezuela i

#### REVIEWS

Scott-Frías *et al.* Academic production of the  
Plankton Laboratory, Central University of Venezuela:  
Achievements and Challenges 143

#### ARTICLES

Lira *et al.* Contribuciones al conocimiento de la  
biodiversidad de crustáceos decápodos de Venezuela.  
II.- Primeros registros de *Eucinetops blakianus* e  
*Inachoides forceps* (Decapoda: Brachyura: Majoidea)  
con claves para las especies 179

Hernández-Valencia & Méndez. Phytoremediation of  
a soil contaminated with heavy oil using *Megathyrus*  
*maximus* 191

#### SCIENTIFIC NOTES

De La Cruz Melo-Torres & Salazar Candelle. First  
record of alopecia in *Glossophaga soricina*  
(Chiroptera: Phyllostomidae) in an urban area  
of Caracas, Venezuela 207

Perichi. First record of *Coomansinema brevicauda*  
(Nematoda: Dorylaimida) in Venezuela 217

INSTITUTO DE ZOOLOGÍA Y ECOLOGÍA TROPICAL - FACULTAD DE CIENCIAS  
UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA - CARACAS, VENEZUELA

