

ACTA BIOLOGICA VENEZUELICA

Fundada en 1951



Número Especial

V Simposio Humedales: Especies y Ecosistemas en Peligro

23-24 de febrero de 2023 - Caracas, Venezuela



VOL. 43
N° 1

UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA

FACULTAD DE CIENCIAS

INSTITUTO DE ZOOLOGÍA Y ECOLOGÍA TROPICAL

PORTADA

Mosaico elaborado con imágenes de Landsat-7 ETM+. Cobertura de la Reserva de Biosfera "Delta del Orinoco". (233-53. 25 Oct 2000). Mosaico cortesía de G. Montes. Figura 1 en González *y col.* (p. 50).



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



Acta Biologica Venezuelica

VOLUMEN XLIII No. 1 ENERO-JUNIO 2023

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

Editora Invitada:

Dra. Elisabeth Gordon

Editores:

Dr. Héctor López Rojas

Instituto de Zoología y Ecología Tropical, UCV

Dra. María Beatriz Barreto

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

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

SEMBLANZA DEL DR. VALOIS GONZÁLEZ BOSCÁN

Ismael Hernández Valencia

Centro Ecología Aplicada (CEA) del Instituto de Zoología y Ecología Tropical,
Facultad de Ciencias de la Universidad Central de Venezuela.

El V Simposio Venezolano de Humedales fue una oportunidad para reconocer la contribución del Dr. Valois González Boscán en la investigación y docencia de la ecología vegetal. Esta contribución se ve plasmada en la formación de estudiantes, capacitación a profesionales, las investigaciones en diferentes ecosistemas venezolanos y el desarrollo de una escuela que sigue vigente y se transmite a las nuevas generaciones.

Valois González nació en Lagunillas, Costa Oriental del estado Zulia. Sus estudios de primaria y bachillerato los realizó en Caracas, en la Escuela Tomás Aguerrevere y el Liceo Andrés Bello respectivamente y en el año 1959 ingresó a la Universidad Central de Venezuela para cursar estudios de Biología. Sus aptitudes para la docencia se manifestaron en su paso por la universidad al ejercer como preparador de los cursos de Botánica General, Sistemática de Criptógamas y Sistemática de Espermatofitas. Además, como estudiante, Valois González tuvo un desempeño sobresaliente, lo que le permitió acceder a las becas de la Oficina de Bienestar Estudiantil de la UCV y de la Fundación Creole. En el año 1964 obtuvo su licenciatura en Biología y empujado por su vocación, ese mismo año ingresó como profesor instructor en las cátedras de Botánica y Ecología Vegetal, áreas de investigación que ocuparían en el futuro su esfuerzo e interés.

Para el año 1967 se embarca en la realización de sus estudios de postgrado en la Universidad de Duke, con el apoyo de las becas Fullbright Scholarship y del Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico de la UCV. En la Universidad de Duke amplió sus conocimientos en ecología vegetal y trabajó en su tesis sobre la ecología de *Hexastylis arifolia*, una hierba siempreverde de los bosques decíduos de Carolina del Norte, la cual defendió satisfactoriamente. En el año 1972 regresa a Venezuela para continuar sus labores de investigación y docencia en la UCV, en donde se desempeñó como docente de los cursos de Ecología Vegetal y Análisis y Dinámica de la Vegetación, así como la investigación en diferentes ecosistemas venezolanos, como los palmares de pantano (morichales), matorrales de pantano, herbazales de pantano, manglares, sabanas estacionales o bien drenadas, sabanas semiestacionales o inundables, bosques y matorrales secos, bosques húmedos, bosques nublados y plantaciones forestales de *Pinus caribea*, entre otros. En la década de 1980 fue profesor fundador del Postgrado de Ecología de la Facultad de Ciencias de la UCV, en donde dictó el curso de Ecología de Comunidades y otros tópicos relacionados con la ecología vegetal y fue bajo su tutoría el egresó del primer estudiante de este postgrado.

Valois González es reconocido como un referente en la investigación ecológica de diferentes ecosistemas venezolanos, en donde desarrolló el carácter descriptivo de dichas investigaciones heredada de sus profesores venezolanos y que acompañó con análisis cuantitativos aprendidos en su postgrado. Entre sus productos de investigación se encuentran 35 conferencias en diferentes ámbitos académicos y profesionales nacionales e internacionales, 76 publicaciones en libros y revistas arbitradas, 112 presentaciones en reuniones científicas, 48 informes técnicos para entes gubernamentales y consultoras ambientales y numerosas asesorías. También destaca en la labor docente al participar como tutor de 19 trabajos especiales de grado de licenciatura, 8 tesis y trabajos especiales de maestría y doctorado, profesor de los cursos de Ecología Vegetal, Análisis y Dinámica de la Vegetación y Seminario en pregrado y profesor de los cursos de Ecología de Comunidades, Ecología de Bosques Tropicales, Seminario, Ciclaje de Nutrientes en Bosques Tropicales, Aspectos Demográficos de Árboles Tropicales, además de haber sido profesor invitado en cursos de pregrado, postgrado y conferencias de la ULA, UNESR, IVIC, UNELLEZ. Otro aspecto a valorar es su participación a sociedades científicas como la American Society of Biological Science, Sociedad Venezolana de Ciencias Naturales, Asociación de Profesores de la UCV, Colegio de Biólogos de Venezuela y la Sociedad Venezolana de Ecología.

Específicamente en el campo de investigación de los humedales, ésta se ha realizado en ecosistemas tan contrastantes como los palmares de pantano (morichales) de los Llanos Orientales Venezolanos, la vegetación del Delta del Orinoco (palmares de pantano, matorrales, herbazales y manglares) el cual había sido muy poco estudiada y cuyo trabajo es pionero, las sabanas inundables (sabanas moduladas de Mantecal) y los manglares y vegetación asociada (Laguna de Tacarigua). Su libro, Los Morichales de los Llanos Orientales: Un Enfoque Ecológico y sus publicaciones sobre morichales realizados para la Fundación Humboldt de Colombia, constituyen referencias de consulta para los estudiosos de la ecología, botánica, biogeografía e impacto ambiental sobre estos ecosistemas.

Además de las facetas ya mencionadas, quizás la contribución más importante de Valois González, es la formación de una escuela, de una forma más moderna de estudiar e investigar en ecología, a través de la capacitación de numerosos estudiantes, funcionarios y otros profesionales, quienes en la actualidad aplican los conocimientos y transfieren esta forma de hacer ecología a las nuevas generaciones. Eso es un legado muy valioso que nos deja.

Gracias Valois!

MACROFITAS MIGRANTES DE NUESTROS MARES, CULTIVOS Y ESPECIES INVASORAS

Beatriz Esther Vera Vega

Laboratorio de Ecología y Taxonomía de Macrófitas Marinas
Centro de Botánica Tropical, Instituto de Biología Experimental,
Facultad de Ciencias UCV. esverabe@gmail.com.

RESUMEN

Las especies de macrófitas marinas, por ser productores primarios juegan un papel fundamental dentro del ecosistema marino. De allí que nuestra atención se centrará en aquellas especies de macroalgas y pastos marinos que han migrado desde otras latitudes a nuestros mares que limitan la región sur del Caribe. Generalmente surgen las preguntas sobre: ¿cuáles especies son autóctonas? y ¿cuáles provienen de otros mares y océanos? Particularmente cuando se trata de seleccionar especies para cultivo, siempre surge esta interrogante, porque algunas se consideran invasoras y pueden desplazar a otras, alterando el ambiente por la monopolización de espacio, limitando su distribución y hasta desplazándolas, en muchos casos logrando su extinción. En consecuencia, decidimos hacer una incursión en este campo con algunas macroalgas y pastos marinos presentes en nuestras costas, mediante consulta bibliográfica de bases de datos sobre algunos ejemplos de Venezuela. De lo explorado podemos concluir que se debe tratar con mucho cuidado las especies seleccionadas para cultivo porque pueden resultar invasivas.

Palabras clave: Mar Caribe, Venezuela, especies invasivas, autóctonas, cultivos de macroalgas.

Migratory macrophytes from our seas, culture and invasive species

ABSTRACT

Marine Macrophytes are primary productors with fundamental paper in to marine ecosystem. For this, our attention was centralizing over species of macroalgae and seagrasses that migrated, from other latitudinal localities to our seas than limit south Caribbean. Generally, questions about autochthon and forester species surge, particularly when you want to select species for cultivate, because some are invasive and can monopolist spaces, limit distribution and displace some time extinct autochthon macrophyte. For this a preliminary revision of some macrophytes in our coast are realized in this paper. This work is a bibliographic revision about origin of some examples of our algal study. About this study the conclusion is that in the selection of culture specie is very important because some can be invasive.

Keywords: Caribbean Sea, Venezuela, invasive species, autochthons, macroalgae cultures.

INTRODUCCIÓN

La introducción de especies es un proceso que ha sido documentado por algunos investigadores, debido a la problemática que ocasionan sobre las otras especies presentes en nuestros mares (Barrios, 1992; Pérez y col., 2007). Sin embargo, cuando estudiamos la fitoflora podemos apreciar que las especies presentan migraciones a escala regional, dentro de nuestras costas y desde y hacia otras latitudes a través de las corrientes marinas, las aguas de lastre y otros factores como la contaminación y el cambio climático que muchas veces hacen sinergia aumentando la temperatura de las aguas y la acidificación de los mares.

En las costas venezolanas existen muchas especies que han migrado desde otros océanos y de latitudes del mismo océano Atlántico, tal como lo revelan algunos ejemplos citados en la tabla 1. Muchas veces se confunde el hecho de migración con extinción, pero al aumentar el reconocimiento de otras localidades, vemos que no son especies extintas, sino que han migrado por el cambio de las condiciones del ambiente. Debido a la amplitud de nuestros océanos y a su comunicación, no es fácil determinar cuándo una especie marina se ha extinguido o simplemente se encuentra en riesgo de extinción por la reducción de sus poblaciones, o han migrado para establecerse en otras localidades.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio. Las zonas seleccionadas para este trabajo (Figura 1), incluyen la isla de Margarita por tener condiciones excepcionales debido al fenómeno de surgencia costera, influencia de la corriente del Antártico y aportes de nutrientes de los ríos Amazonas y Orinoco, y el Parque Nacional Morrocoy (PNM), el cual por su ubicación geográfica clave dentro de la costa occidental de Venezuela, las continuas afectaciones por contaminación petrolera, vertidos de aguas de lastre con la consecuente aparición de estas especies de otros lugares.



Figura 1. Área de estudio. Ubicación de las localidades de Margarita y Morrocoy.

Métodos. Esta investigación fue de tipo documental bibliográfico, que incluyó recopilar información publicada en Venezuela y las bases de datos disponibles en la web (Gómez y col., 2023; Guiry y Guiry, 2023, entre otros). Finalmente, para la Nomenclatura actualizada fue consultada la Checklist de Wynne (2022) y de Guiry y Guiry (2023). Las especies seleccionadas para tal fin fueron aquellas consideradas en nuestros trabajos de investigación realizados en el P.N. Morrocoy, y en la isla de Margarita, por considerar estas localidades como núcleos importantes de especies migratorias.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Tabla 1 se indican las especies seleccionadas, que incluye su origen y donde se encuentran actualmente en Venezuela. Dentro de las especies revisadas de procedencia foránea consideramos en el Phylum Chlorophyta a *Ulva reticulata*, *Ulva reticulata* f. *delicatula* (Ganesan y col., 1985), *Ulva lactuca*, *Ulva lactuca* f. *fasciata* y *Ulva rigida* en el grupo de Ulvales, por ser consideradas indicadoras de contaminación (Ruso y col., 2017; Soltan y col., 2001); *Acetabularia caliculus* y *Avrainvillea nigricans*, por ser especies citadas por primera vez en Morrocoy (Vera, 2004). En el Phylum Ochrophyta revisamos *Cladosiphon occidentalis*, *Dictyota canaliculata*, *Dictyota hamifera* por ser también primeras citas para Morrocoy (Vera, 2004). *Levringia brasiliensis* por tener una distribución restringida en pocas localidades de la isla de Margarita (Ganesan, 1989; Vera, 1986). Dentro del Phylum Rhodophyta *Rhodogorgon ramosissima*, *Nemalion elminthoides*, *Chondrophyucus anabeliae*, *Laurencia digitata*, *Gracilaria blodgetti* primeras citas para Morrocoy (Casano y col., 2020; Vera, 2004), *Neopyropia spiralis* var. *amplifolia*, con poblaciones restringidas a la isla de Margarita (Kapraun y Lemus, 1987) (Figura 2).

En todos estos ejemplos se puede apreciar que son especies en muchos casos provenientes del Océano Indo Pacífico, o de latitudes nórdicas. Con la excepción de *Levringia brasiliensis* (Ganesan, 1968) y *Neopyropia spiralis* cuya procedencia es brasilera y su presencia puede deberse al traslado por la corriente de la Antártica que llega hasta las islas de Grenada y Sta. Lucía (Fukuoka, 1967).

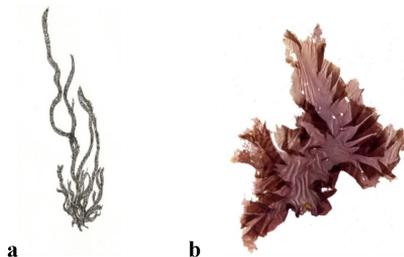


Figura 2. (a) *Levringia brasiliensis* (b) *Neopyropia spiralis* var. *amplifolia*.

Con respecto a las especies autóctonas seleccionadas se pueden citar ejemplos como *Gracilaria venezuelensis* (Taylor, 1960), *Gracilaria falconii* (Ardito y col., 2017), *Laurencia foldatsii*, *Osmundea bolivarii*, (Rodríguez de Ríos, 1981; García, 2006), *Shimelmannia venezuelensis* (Ballantine y col., 2004), entre otras.

Entre los pastos marinos seleccionamos a *Halophila stipulacea*, por ser ésta una especie invasiva que tiende a desplazar a otras especies de pastos (Vera y col., 2014).

Tabla 1. Especies migradoras y su lugar de origen.

Grupo Taxonómico	Nombre científico	Lugar de Origen	Lugar de introducción	Referencia
Rhodophyta	<i>Kappaphycus alvarezii</i>	Océano Pacífico	Costas de Sucre y Nva. Esparta	Barrios, 1999, 2005
	<i>Eucheuma denticulatum</i>	Océano Pacífico	Costas de los estados Sucre y Nva. Esparta	Barrios, 1999
	<i>Rhodogorgon ramosissima</i>	Carlist bay, Antigua	P. N. Morrocoy (Edo. Falcón)	Vera y col. 2006
	<i>Nemalion elminthoides</i>	Portland (Dorset, Inglaterra)	P.N. Morrocoy (Edo. Falcón)	Vera, 2004
	<i>Chondrophyucus anabeliae</i>	Quintana Roo, México	P.N. Morrocoy, (Edo. Falcón)	Cassano y col., 2020
	<i>Laurencia digitata</i>	KwaZulu-Natal (Sur África)	P.N. Morrocoy, (Edo. Falcón)	Cassano y col., 2020
	<i>Gracilaria blodgettii</i>	Key West, (Florida, USA)	Buche (Edo. Miranda) y P. N. Morrocoy, (Edo. Falcón)	Eizaguirre y Vera, 2007
	<i>Neopyropia spiralis</i> var. <i>amplifolia</i>	Ponta da Fruta, Espiritu Santo, Brasil	Isla Margarita (Edo. Nva. Esparta)	Kapraun y Lemus, 1999
	<i>Cladosiphon occidentalis</i>	Dry Tortugas National Park (P. N. Tortugas Secas), Florida	P. N. Archipiélago de Los Roques	Gómez y col., 2023
	<i>Dictyota canaliculata</i>	Indo Pacífico	P. N. Morrocoy (Edo. Falcón)	Solé y col., 1999
Ochrophyta	<i>Dictyota hamifera</i>	Indo Pacífico	P. N. Morrocoy, (Edo. Falcón)	Solé y col., 1999
	<i>Levringia brasiliensis</i>	Alrededores de Río de Janeiro, (Brasil)	Norte isla Margarita, (Edo. Nva. Esparta)	Ganesan, 1968; Vera, 1986
	<i>Ulva reticulata</i>	Indo Pacífico	Isla Margarita, (Edo. Nva. Esparta, B; P. N. Mochima, (Edo. Sucre	Ganesan y col., 1985.
	<i>Ulva lactuca</i>	Indo Pacífico	Costa Venezolana Caribe Sur	Guiry y Guiry, 2023
	<i>Ulva rigida</i>	Nva. Cádiz, (España)	Costa Venezolana Caribe Sur	Guiry y Guiry, 2023
	<i>Acetabularia caliculus</i>	Shark Bay, Western Australia	P.N. Morrocoy, (Edo. Falcón)	Guiry y Guiry, 2023; Vera, 2004
	<i>Avrainvillea nigricans</i>	West Indies: Isles des Saintes, cerca de Guadalupe	P. N. Morrocoy (Edo. Falcón)	Guiry y Guiry, 2023; Vera 2004

En cuanto a la selección de especies cultivables estamos en presencia de algunas invasivas como *Kappaphycus alvarezii* y *Eucheuma denticulatus* (Barrios 1999; Pérez y col., 2007), introducidas en los años

1990, que actualmente ocupan grandes extensiones de las islas de Margarita, Coche y Cubagua. Estas han generado un problema de desplazamiento de otras especies de algas y corales, sin que hasta el momento se hayan tomado las medidas pertinentes para sanear el ambiente. El problema de cultivo es que requieren confinamiento efectivo, bien sea a través del uso de redes o la construcción de estanques para estos fines.

Independientemente de si la especie es exótica o nativa, si se aumenta el chance de selección de las especies, estas crecen y alcanzan tasas de crecimiento elevadas que pueden resultar invasivas al no tener ningún control. Por ello se requiere urgentemente la aplicación de normas que garanticen el control de las especies a cultivar, su calidad y cantidad de extracción de los clones desde los bancos naturales, entre otras medidas.

Con respecto a la introducción de especies bien sea accidentalmente o dirigida, las experiencias son bastante negativas y la falta de vigilancia ha dejado lamentables experiencias documentadas (Pérez y col., 2007; Castelar y col., 2009). Las campañas educativas deben ser más efectivas en este ámbito, ya que la introducción de una especie trae consigo un microcosmo que no se conoce y es necesario tomar conciencia al respecto.

En el mar, es difícil comprobar la extinción de una especie, pudiendo detectarse las especies vulnerables a extinción, pero la desaparición de una especie en el ambiente marino sería sumamente alarmante. Es importante trabajar en el rescate de la salud de nuestros océanos, porque nuestros continentes son islas flotantes pertenecientes a un planeta único con vida, en esta galaxia. No podemos olvidarnos de nuestra vulnerabilidad, ya que somos frágiles al depender de nuestros productores primarios.

LITERATURA CITADA

- Ardito, S., M. L. Núñez-Resendiz, K. M. Dreckmann y A. Senties. 2017. *Gracilaria falconii* sp. nov. (Gracilariales, Rhodophyta): a new species with flat axes from Venezuela. *Phytotaxa* 292(3): 271-278.
- Ballantine, D.L., M. García, S. Gómez y M. J. Wynne 2003. *Schimmelmannia venezuelensis* sp. nov. (Gloiosiphoniaceae, Rhodophyta) from Venezuela. *Bot. Mar.* 46:450-455.
- Barrios, J. 1999. La introducción de *Euclidean denticulatum* y *Kappaphycus alvarezii* (Gigartinales, Rhodophyta) en Venezuela: una revisión crítica. *Fontus* 4:135-153.
- Barrios, J. 2005. Dispersión del alga exótica *Kappaphycus alvarezii* (Gigartinales: Rhodophyta) en la región nororiental de Venezuela. *Bol. Inst. Oceanogr.* (Univ. Oriente) 44: 29-34.
- Cassano, V., L. P. Soares, B. E. Vera-Vegas, S. Ardito, S. Gómez, A. Senties y M. T. Fujii. 2020. *Chondrophyucus Anabeliae* and *Laurencia digitata* (Ceramiiales, Rhodophyta) a rerecorded for the first time for Venezuela expanding their

- geographic distributions beyond the type localities. *Botanical Sciences* 98(4): 624-643.
- Castelar B., R. Perpetuo Reis, A. Moura y R. Kir. 2009. Invasive potential of *Kappaphycus alvarezii* off the south coast of Rio de Janeiro State, Brazil: a contribution to environmentally secure cultivation in the tropics. *Botanica Marina* 52: 283-28.
- Eizaguirre, M. C. y B. Vera. 2007. Macroalgas marinas bénticas asociadas a las raíces de *Rhizophora mangle*, en las localidades de Bahía de los Piratas y Bahía de Buche, Estado Miranda. XVII Convención Venezolana de Botánica. P.746-748.
- Fukuoka, J. 1965. Coastal upwelling near Venezuela. *Bol. Inst. Oceanogr.* (Univ. Oriente) 4 (2): 223-233.
- Ganesan, E. K. 1968. Studies on the marine algal flora of Venezuela. I.-The occurrence of the brown alga *Levringia brasiliensis* (Montagne) Joly in the Caribbean. *Bol. Inst. Oceanogr.* (Univ. Oriente) 7(1):129-136.
- Ganesan, E. K., O. De Alfonso, M. Aponte y A. González. 1985. Studies on the marine alga of Venezuela. VIII4 New additions. *Bol. Inst. Oceanogr.* (Univ. Oriente) 24(1-2):237-246.
- Ganesan, E. K. 1989. A Catalog of benthic alga and seagrasses of Venezuela. Ediciones CONICIT, Caracas, Venezuela.
- García, M. 2006. *Osmundea bolivarii* (Rodríguez) M. García-Ortiz Comb. nov. (Rhodomelaceae, Rhodophyta). *Acta Bot. Venez.* 29(1):17-26.
- Gómez, S., Y. Carballo-Barrera, M. García y N. Gil (Eds.). 2023. *Catálogo Digital de la Ficoflora de Venezuela*. Publicación electrónica. Universidad Central de Venezuela, Caracas. Consultado el 8 de febrero de 2023. <https://www.ficofloravenezuela.info/ve/public/ind>.
- Guiry, M. D. y G. M. Guiry. 2023. Algaebase.org. World-wide electronic publication. National University of Ireland, Galway. Species List. Consultado el 8 de febrero de 2023. [www./http://algaebase.org](http://http://algaebase.org).
- Kapraun, D.M y A. Lemus. 1987. Field and culture studies of *Porphyra spiralis* var. *amplifolia* Oliveira Filho et Coll. (Bangiales, Rhodophyta) from Isla de Margarita, Venezuela. *Bot. Mar.* (30): 483-490.
- Crispulo M. y D. Rodríguez Olarte. 2017. Los humedales costeros venezolanos en los escenarios de cambios climáticos: vulnerabilidad, perspectivas y tendencias. Pg. 461-476. En: *Vulnerabilidad De Las Zonas Costeras de Latinoamérica al Cambio Climático* (Botello A.V., S. Villanueva, J. Gutiérrez y J. L. Galvis, Eds.). UJAC, UNAM, México. 476p.
- Pérez J. E., C. Alfonsi, S. K. Salazar, O. Macsota, J. Barrios y R. Martínez-Escarvassiere. 2007. Especies marinas exóticas y criptogénicas en las costas de Venezuela. *Bol. Inst. Oceanogr.* (Univ. Oriente) 46:79-96.
- Rodríguez de Rios, N. 1981. Dos especies nuevas de Laurencia (Rhodophyta, Ceramiales). *Ernstia* 2:1-11.
- Ruso, Y., J.A. O. Carrero, Y. Fernández, L. M. Ferrero, E. Martínez y J. L. Sánchez. 2017. Uso de bioindicadores de comunidades bentónicas como herramientas para la evaluación del impacto medioambiental generado en el medio marino. Informe Técnico de la Universidad de Alicante, Departamento de Ciencias del Mar y Biología Aplicada. España. 52p.
- Solé, M., E. Foldats, B. Vera y S. Gómez. 1999. Nuevos registros para el Caribe venezolano y el Atlántico del género *Dictyota* (Dictyotales, Phaeophyceae). *Mem. Fund. La Salle. Cienc. Nat.* 59 (151): 133-148.
- Soltan, D., H. Verlarquet, C.F. Boudorque y P. Francour. 2001. Change in macroalgae communities in the vicinity of a Mediterranean sewage out fall after the setting up of a treatment plant. *Marine Pollution Bulletin* 42(1):59-70.

- Taylor, W. 1960. Marine algae of the eastern tropical and subtropical coast of the Americas. University of Michigan Press. Ann Arbor. 870p.
- Vera, B. 1986. Estudios ecológicos en la zona intermareal rocosa de la bahía de Manzanillo, isla de Margarita, Venezuela. Tesis de MSc en Biología Marina. Instituto Oceanográfico, Universidad de Oriente (UDO). 103 p.
- Vera, B. 2004.- Ficoflora del Parque Nacional Morrocoy. Trabajo de Ascenso a la categoría de Prof. Agregado de la Facultad de Ciencias. UCV.
- Vera, B., S. Gómez, C. Peñaherrera y A. Brito. 2006. *Rhodogorgon ramossissima* J.N. Norris y Bucher 1989 (Rhodogorgonales, Rhodogorgonaceae, Rhodophyta), Registro nuevo para la costa venezolana. *Acta Bot. Venez.* 29 (2): 263-268.
- Vera, B., L. Collado, C. Moreno. y B. van Tussenbroek. 2014. *Halophila stipulacea* (Hydrocharitaceae): A recent introduction to the continental waters of Venezuela. *Caribbean Journal of Science* 48(1): 66-70.
- Velázquez-Boada, A. y J. Rodríguez. 2011. Catálogo de las especies del estado Nueva Esparta. ECOCRÍA, Edición especial.
- Wynne, J. 2022. Checklist of benthic algae of the tropical and subtropical Western Atlantic. Fifth revision. Nova Hedwiga, Beinhft, Beih 153. 180 p.

EXPLORACIÓN DEL SECUESTRO DE CARBONO EN MORICHALES USANDO ESTUDIOS DE CAMPO Y TELEDETECCIÓN

Exploration of carbon sequestration in morichales using field studies and remote sensing

Santiago Ramos Oropeza^{1,3}, Elisabeth Gordon Colón^{2,3}, Carolina Peña Colmenarez³ y Laura Delgado Petrocelli^{1,3}

Universidad Central de Venezuela. Facultad de Ciencias, IZET/¹Centro de Ecología Aplicada /Laboratorio de Ecología de Sistemas (LES).²Centro de Ecología y Evolución/Laboratorio de Plantas Acuáticas (LEPA). ³Miembros activos del Grupo Humedales de Venezuela. ramosantiago@gmail.com.

RESUMEN

Entre los servicios ecosistémicos de los bosques, hoy día, ante la crisis ambiental, es necesario explorar lo relacionado al cambio climático (CC). Se revisa la ventaja de utilizar el análisis espacio-temporal mediante técnicas de teledetección para estimar, con niveles aceptables de incertidumbre, la biomasa acumulada en áreas de bosques en términos de biomasa y de carbono orgánico. La bibliografía muestra experiencias exitosas de estimaciones en los varios compartimientos de esa estructura. Mediante ecuaciones alométricas se extrapola la cantidad de carbono total por hectárea en la biomasa. Los bosques como todos los ecosistemas están sujetos a factores que hacen variar su biomasa y las transferencias del carbono entre sus compartimientos. En una primera aproximación se utilizó una imagen del satélite Landsat 9/Sensor OLI2, 14 bits por píxel y nueve bandas multiespectrales, resolución espacial de 30 metros, para establecer cuanto carbono puede acumularse en las áreas de bosques dominados por *Mauritia flexuosa*, asociada al humedal del río Tigre (estado Anzoátegui). Se realizaron las primeras estimaciones utilizando los datos de campo tomados en el humedal, las correlaciones alométricas y las evaluaciones en la imagen de satélite. Ello permitió establecer la distribución espacial del bosque, desde las riveras a lo largo del continuo donde se expresa la comunidad del bosque. Posteriormente se estimará su variación temporal en el ciclo estacional, con la finalidad de aproximar la dinámica del carbono acumulado, que permita generar recomendaciones válidas de mitigación, conservación y manejo sustentable.

Palabras clave: Secuestro de carbono, CO₂, mitigación, teledetección, morichales.

Keywords: Carbon sequestration, CO₂, mitigation, remote sensing, swamp palm forest.

INTRODUCCIÓN

Los bosques contribuyen a la mitigación del impacto del cambio climático a través del almacenamiento, y la absorción de carbono; pero esta reserva de carbono varía en el espacio y su dinámica aún es poco conocida. La teledetección y el uso de nuevas tecnologías de la informática como Inteligencia Artificial (IA) y la "Big Data" (BD) están siendo ya utilizadas por las agencias espaciales mundiales para abordar este problema (Ejs.: GEDI

de la NASA, el NISAR de la NASA-ISRO y el BIOMASS de la ESA). Sin embargo, todos sus productos requieren una validación independiente y consistente hasta llegar a un sistema de medición de referencia de biomasa forestal permanente para conseguir una minimización de la incertidumbre asociada a las estimaciones de carbono y sus tasas de flujo. Asimismo, se requiere llegar a un sistema de medición de referencia de biomasa forestal permanente y robusto, que arroje estimaciones calibradas con datos de campo de la mayor calidad posible, que permitan optimizar las evaluaciones que se derivan de la investigación y sirvan de base en la elaboración de políticas en cuanto a la mitigación del CO₂, principal GEI, así como para la conservación, restauración y manejo sustentable de los bosques asociados a los humedales. Los datos deben recopilarse y procesarse de forma tal, que sean la base objetiva para formular políticas nacionales y regionales asertivas en cuanto a la mitigación estandarizada del CO₂, a través del secuestro de carbono, para definir la contribución de cada tipo de bosque al proceso total. El presente trabajo es exploratorio y representa una fase inicial para identificar cuáles sitios son representativos y cuál hoja de ruta metodológica permitirá reducir la incertidumbre de las estimaciones de carbono retenido en cada compartimiento de los bosques. La intención de este desarrollo es la recopilación de datos con niveles de baja incertidumbre que al procesarse conformen una base sólida para la formulación de políticas nacionales y regionales asertivas en la mitigación estandarizada del CO₂ a través del secuestro de carbono, en las cuales se conozca en cuanto contribuye cada tipo de bosque al proceso total.

El vector de hipótesis que representa el núcleo de la investigación se resume en el segmento del ciclo de carbono que se sucede en los bosques amazónicos, tal como lo discuten Honorio y Baker (2010), que se presenta esquemáticamente en la Figura 1. El esquema considera los compartimientos donde se acumula el carbono en la biomasa viva aérea, tanto de los fustes, hojas y ramas (BA), como en la biomasa subterránea (BS) constituida fundamentalmente por las raíces, luego en la biomasa muerta sobre el suelo que conforman la hojarasca y restos de material leñoso, finalmente el compartimiento del carbono orgánico del suelo (COS), en diversos tenores de descomposición hacia su mineralización. Pero estos compartimientos están sujetos a una dinámica de procesos de transferencia entre ellos, desde la captura del carbono a partir del CO₂ atmosférico, mediado por la fotosíntesis y compensado por la reintegración activa del carbono a la atmósfera por medio de la respiración, y la metanogénesis producto de la descomposición (Hernández, 2010), que en los bosques de morichal puede ser exacerbada en la fracción espacial de distribución horizontal, asociada a la lámina de agua del conspicuo complejo orillar que forman estas comunidades vegetales, que caracteriza su condición de humedal de ríos de bajo caudal, que puede llegar a formar turberas (González y Rial, 2013), de tal forma, que la investigación orientada hacia la estimación del potencial de reducción activa del CO₂ en estos

bosques, debe aproximar los procesos de acumulación o retención neta, pero también la dinámica de aquellos asociados al ciclo biogeoquímico del carbono en el bosque durante el ciclo anual climático.

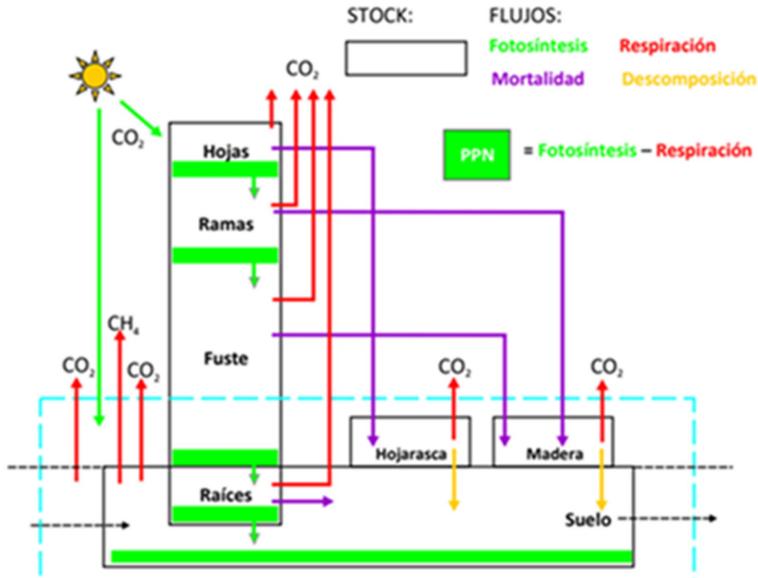


Figura 1. Esquema conceptual del segmento del ciclo del carbono en un bosque tropical amazónico. Fuente: Honorio y Baker (2010).

MATERIALES Y MÉTODOS

Se seleccionó como zona de exploración inicial el segmento de los bosques de morichales de la cuenca alta del río Tigre (estado Anzoátegui), donde se realizó el estudio previo de este humedal (Peña-Colmenarez y Gordon-Colón, 2019) con el fin de utilizar los datos recolectados en el campo para utilizarlos en los cálculos alométricos y calibrar las ecuaciones para las estimaciones de biomasa y carbono por hectárea. En un segundo tramo se seleccionó la imagen LC09_L2SP_002054_20220105 multiespectral del 05/01/2022 (170km x 183 km de cobertura) del satélite LandSat9, colección 2 del su sensor OLI2 (Operational Land Imager) con 30m de resolución espacial, 14 bits de resolución radiométrica y 8 días de frecuencia en el tiempo de revisita, la cual se procesó utilizando el software QGIS, Ver 3.28.3 Firenze. Para la determinación de biomasa del bosque (B) y del carbono en esa biomasa (C), se utilizan ecuaciones alométricas, que se basan en el diámetro del árbol a la altura del pecho (1,30 m) (D en cm) (Nascimento y Laurance, 2002), y la altura de los fustes (Pearson y col.,

2005), la cual puede ser desde la base en el suelo hasta la base de la corona (H tallo, o H bc en m), o la altura desde el suelo hasta la corona (H total en m), y la densidad de la madera: (ρ , masa seca/volumen en gr/cm^3) (Chave *y col.*, 2005, 2014). En este trabajo, las estimaciones de la biomasa área del moriche (BA) y la subterránea o radical (BS) se realizaron en base a las ecuaciones de Goodman *y col.* (2013), donde $\text{Ln}(\text{BA}) = 2.4647 + 1.3777 \ln(\text{Htallo})$ y $\text{Ln}(\text{BR o BS}) = -0.3688 + 2.0106 \times \ln(\text{BA})$. Carbono orgánico (CO) = Biomasa * 0,5. Se estimó el CO total del morichal sumando los componentes de la BA, BS y del suelo (COS) a través de ocho estaciones de muestreo. Los cálculos no incluyeron la biomasa de los árboles acompañantes. Además, se estimó el CO del suelo (COS) con la profundidad (cm), a partir de los datos de textura con lo cual se estimó la densidad aparente (gr/cm^3), y % materia orgánica (MO) reportados por (Peña-Colmenarez y Gordon Colón, 2019). El % de MO se transformó en $\% \text{CO} = \% \text{MO} / 1,724$.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Segmento de Teledetección. El uso de imágenes satelitales permite el análisis espacio temporal de la masa boscosa de una región. En el estudio, sólo se estableció como primer paso de la exploración, la estimación del área del bosque sobre la imagen seleccionada del sensor OLI, del mes de enero del año 2022, al ubicar la misma zona del estudio de campo (Peña-Colmenarez y Gordon-Colón, 2019). La Figura 2 muestra esa área sobre la imagen satelital en color real tomada del sistema Google Earth, sobre la cual se localizaron las 8 estaciones de campo. Luego, sobre la imagen del satélite LandSat-OLI se determinó un área equivalente a 210.670,88 ha., denominada como el área de interés (ADI). En la Figura 2, extremo derecho superior, se observa el ADI en la combinación de bandas 6, 5, 4 de la imagen multispectral, y luego, a la imagen resultante se aplicó el algoritmo de clasificación supervisada sólo sobre el ADI (usando el software QGIS), de allí que de la superficie de 210.678,88 ha., la franja de bosque ocupa un total de 11.776,58 ha (5,59% del ADI y 0,23% de las 4.330.00 ha del área total del estado Anzoátegui).

Estimaciones de Biomasa y Contenido de Carbono. La Tabla 1 muestra los resultados de las estimaciones de carbono orgánico del suelo (COS) en muestras tomadas cada 20 cm, desde la superficie hasta 1m de profundidad (Prof.) en las ocho (8) estaciones de muestreo a lo largo de la cuenca alta del río Tigre (Anzoátegui, Venezuela, cuyos valores varían entre estaciones). Mientras la tabla 2, resume las estimaciones de la biomasa tanto del compartimiento aéreo (BA), como de la biomasa subterránea (BS), a partir de los cuales se estimaron los correspondientes contenidos de carbono (CBA y CBS) expresados en t/ha en las ocho (8) estaciones de campo del segmento de la cuenca alta de río Tigre, que conforma el área de interés (ADI) para la exploración inicial del secuestro de carbono.

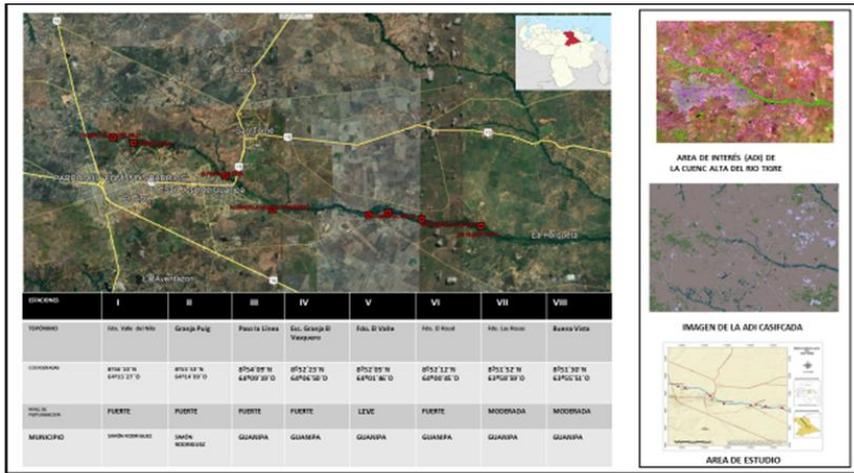


Figura 2. Imagen satelital (Google Earth) en color real mostrando los ocho (8) sitios de muestreo de campo la cuenca alta del río Tigré. Abajo, tabla resumen de los sitios muestreados. A la derecha. Extremo superior: Área de Interés (ADI) para exploración con la imagen LandSat 9, sensor OLI, combinación de bandas (6,5,4). Intermedia: imagen del ADI clasificada para cuantificar la biomasa de bosque como una de las clases. Inferior: mapa de la posición relativa del Área de Estudio (Peña-Colmenarez y Gordon-Colón, 2019).

Tabla 1. Carbono orgánico del suelo en muestras tomadas cada 20 cm, desde la superficie hasta 1m de profundidad (Prof.) en las ocho (8) estaciones de muestreo a lo largo de la cuenca alta del río Tigré (Anzoátegui, Venezuela).

B. Prof. (cm)	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	Promedio	±DS
0-20	259,56	81,6	156	299,04	275,72	59,57	90,09	273,9	186,94	100,67
20-40	116,26	18,75	141,31	224,53	54,28	95,38	108,53	120,34	109,92	60,82
40-60	52,63	59,78	59,97	14,15	30,37	34,47	34,47	40,04	40,74	15,89
60-80	18,6	15,98	26,68	12,37	46,94	19,47	19,47	24,4	22,99	10,66
80-100	16,5	67,93	21,44	-	-	12,81	11,25	-	25,99	23,77
COT (t/ha)*	463,55	244,04	405,4	550,09	407,31	221,7	263,81	458,68	376,82	119,80

*A 80 cm o 1-m de profundidad del suelo

Al multiplicar el valor de superficie ocupada por el bosque en el ADI por el valor promedio estimado de 562,30 tC/ha resultó un total de 6.621.970,93 tC/ha en el ADI, distribuido en 2.131.612,44 tC (32.19%) para el COBA, 288.717,93 (4.36%) tC para el COBS y 4.201.640,86 (63,45%) tC para el COS (Figura 3). Estos resultados ponen en evidencia el

potencial de este bosque para prestar el servicio ecosistémico para el secuestro de carbono, el cual sería la base para diseñar e implementar políticas de mitigación sobre el contenido de CO₂ en la atmósfera, basados en el manejo sustentable, conservación y restauración de estos bosques en el inmenso cinturón del espacio geográfico nacional que ellos ocupan.

Tabla 2. Resumen de los valores de biomasa aérea (BA) y subterránea (BS) y de estimaciones de carbono en cada compartimiento (COBA y COBS), el carbono orgánico total del suelo (COS) y el COTOTAL del sistema sólo con datos de *Mauritia flexuosa* (sin tomar en cuenta otros componentes de la biomasa total del ecosistema como otros árboles, plantas herbáceas, y necromasa) en las ocho (8) estaciones de muestreo a lo largo de la cuenca alta del río Tigre (Anzoátegui, Venezuela).

	BIOMASA AÉREA	BIOMASA SUBTERRÁNEA	COBA	COBS	BA +BS	COS	COTOTAL
ESTACIÓN	(BA) en t/ha	(BS) en t/ha	en t/ha	en t/ha	en t/ha	en t/ha	en t/ha
I	385,82	25,00	192,91	12,50	205,41	463,55	668,96
II	328,03	23,87	164,01	11,94	175,95	244,04	419,99
III	231,62	21,07	115,81	10,53	126,34	405,40	531,74
IV	352,48	24,47	176,24	12,24	188,48	550,09	738,57
V	364,89	24,76	182,44	12,38	194,82	407,31	602,13
VI	407,07	25,70	203,54	12,85	216,39	221,70	438,09
VII	517,81	27,81	258,91	13,91	272,82	263,81	536,63
VIII	308,03	23,35	154,01	11,68	165,69	458,68	624,37
PROMEDIO	361,97	24,50	180,98	12,25	193,24	376,82	562,30

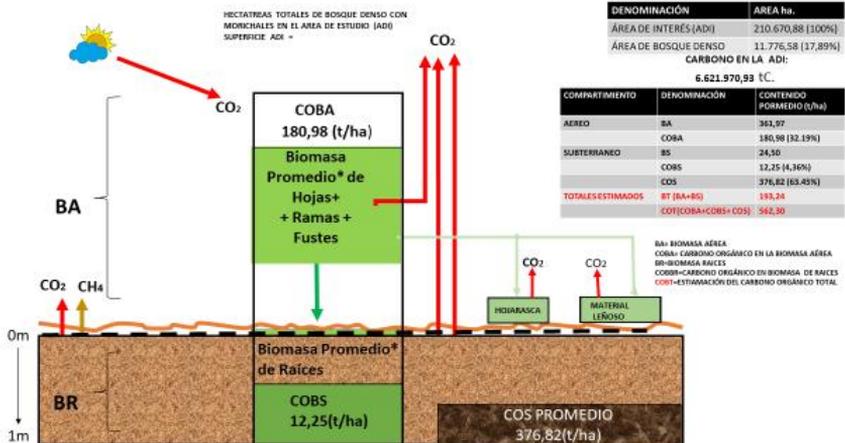


Figura 3. Esquema del ciclo de carbono con los valores estimados para cada compartimiento: Carbono de la biomasa aérea (COBA), biomasa subterránea (COBS) y orgánico del suelo (COS) en el bosque de morichal en t/ha. Fuente: Elaboración propia.

Propuesta exploratoria para estudiar las tasas de transferencias de carbono. La fase siguiente de la exploración, luego de afinar las estimaciones de cada reservorio de carbono orgánico en estos bosques, será la aproximación sucesiva de los procesos que definan la dinámica espacio temporal del ciclo del carbono en bosques de morichal. Una primera aproximación a este paso, se obtuvo del modelo de transferencia de carbono con solo dos compartimientos (Mitsch *y col.*, 2012), uno generalizado para registrar el carbono orgánico en la biomasa, así como la liberación de metano, producto de los procesos de descomposición en la fracción del ecosistema afectado por la lámina de agua del humedal, que representa en la zonación del continuo boscoso, el sitio donde se registra ese proceso. En la Figura 4 se esquematiza este modelo, la sección A muestra el diagrama de Forrester (1971) para el modelo, luego las dos ecuaciones diferenciales que lo formalizan y finalmente el gráfico del resultado de las simulaciones para 100 años corridas con el modelo en cuestión. Entre tanto, el aparte B de la figura muestra el esquema sobre el continuo del morichal, la zona donde sería más importante la metanogénesis dentro del ecosistema. Es de resaltar que, para los bosques subtropicales en Costa Rica, los autores del modelo, estimaron que existe una proporción de 5:1 de CO₂:CH₄ y de 55:1, CO₂:CH₄ en los resultados de las simulaciones de 100 años en su modelo.

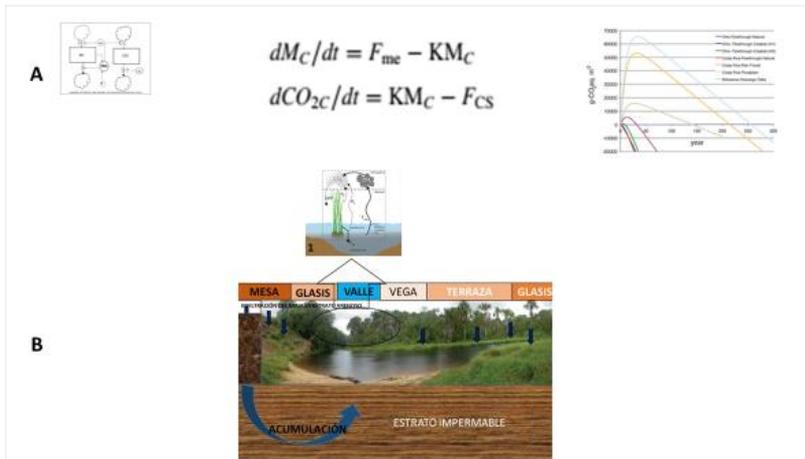


Figura 4. Modelo de simulación de dos compartimientos para determinar la dinámica del carbono en bosques asociados a un humedal. Fuente: Modificado de Mitsch *y col.* (2013).

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Los resultados preliminares de la exploración son promisorios para continuar la investigación y generar más conocimiento útil para el diseño de políticas tanto de conservación y manejo sustentable de los bosques

riberños, como para la mitigación del CO₂, principal responsable del efecto de gases invernadero. La investigación planteada es válida en el marco nacional y también regional. Según la FAO (2016), el carbono del suelo representa el 25% del potencial de las soluciones climáticas naturales (potencial total, 23,8 Gt de CO₂ equivalente por año), de los cuales el 40% es la protección del carbono del suelo existente y el 60% es la reconstrucción de las reservas agotadas. El carbono del suelo comprende el 9% del potencial de mitigación de los bosques, el 72% para los humedales y el 47% para la agricultura y los pastizales. El carbono del suelo es importante para los esfuerzos de prevenir las emisiones de carbono a través del manejo adecuado de los ecosistemas terrestres, reducir el dióxido de carbono atmosférico y prestar servicios ecosistémicos, además de la mitigación del clima (Bossio *y col.*, 2020). Nuestras estimaciones apuntan en este sentido y evidencian aún más la importancia del manejo sustentable de estos ecosistemas. Mantener o aumentar las existencias de COS puede desempeñar un papel importante para abordar desafíos del CC, pero también la degradación de la tierra, la pérdida de biodiversidad y la seguridad alimentaria (IPCC, 2019). De igual forma, promover la conservación del COS como compartimiento clave en el secuestro de carbono es crucial para contribuir a lograr los Objetivos de Desarrollo Sostenible, en particular, los ODS 2, 13 y 15 adoptados por las Naciones Unidas en 2015 (Fujisaki *y col.*, 2023). En concordancia con estos criterios, la investigación planteada está altamente ligada a las bases para la elaboración de políticas públicas locales, nacionales para la mitigación del CC por reducción significativa y continua del CO₂ atmosférico, mediante el secuestro controlado del carbono en los ecosistemas de bosque, extrapolable a toda la región Latinoamericana y caribeña, que permita avanzar para alcanzar tales objetivos.

AGRADECIMIENTOS

Los autores del presente trabajo expresamos nuestro profundo agradecimiento a los organizadores del V Simposio de Humedales: Especies y Ecosistemas en Peligro, por la oportunidad de dar a conocer esta línea de investigación que consideramos de gran importancia para el país, pero también, por permitirnos el honor de contribuir al merecido homenaje y reconocimiento al Dr. Valois González Boscán.

LITERATURA CITADA

- Bossio, D.A., S. C. Cook-Patton, S. P. W. Ellis, J. Fargione, J. Sanderman, P. Smith, S. Wood, R. J. Zomer, M. von Unger, I.M Emmer y B. W. Griscom. 2020. The role of soil carbon in natural climate solutions. *Nature Sustainability*. Analysis. <https://doi.org/10.1038/s41893-020-0491-z>. Consultada el 18/02/2023.
- Chave, J., C. Andalo, S. Brown, M. A. Cairns, J. Q. Chambers, D. Eamus, H. Fölster, F. Fromard, N. Higuchi, T. Kira, J.-P. Lescure, B. W. Nelson, H. Ogawa, H. Puig,

- B. Riéra, T. Yamakura. 2005. Tree allometry and improved estimation of carbon stocks and balance in tropical forests. *Oecologia* 145: 87–99.
- Chave, J., M. Rejou - Mechain, A. Bürquez, E. Chidumayo, M. S. Colgan, W. B. C. Delitti, A. Duque, T. Eid, P. M. Fearnside, R. C. Goodman, M. Henry, A. Martínez - Yrizar, W. A. Mugasha, H. C. Mullerlandau, M. Mencuccini, B. W. Nelson, A. Ngomanda, E. M. Nogueira, E. Ortiz-Malavassi, R. Pélissier, P. Ploton, C. M. Ryan, J.G. Saldarriaga y G. Vieilledent. 2014. Improved allometric models to estimate the aboveground biomass of tropical trees. *Global Change Biology*, doi: 10.1111/gcb.12629.
- FAO. 2016. *Forest Global Resources Assessment in 2015. How is the World's forest changing?* Second Edition. Food and Agriculture Organization of the United Nations, FAO 2nd. Edition. ISBN 978-92-5-109283-5. 44pp.
- Forrester, J. (1971). Counter intuitive behavior of social systems. *Technology Review* 73(3): 52–68.
- Fujisaki, K., T. Chevalier, A. Bispo, J-B. Laurent, F. Thevenin, L. Chapuis-Lardy, R. Cardinael, C. Le Bas, V. Freycon, F. Bénédet, V. Blanfort, M. Brossard, M. Tella y J. Demenois. 2023. Semantics about soil organic carbon storage: DATA4C+, a comprehensive thesaurus and classification management practices in agriculture and forestry. *SOIL* 9:89–100.
- González-B V y A. Rial. 2013. Terminología y tipos de agrupación de *Mauritia flexuosa* según el paisaje. Capítulo 4. En: Lasso CA, Rial A, González- B V (Eds.), VII. Morichales y canangunchales de la Orinoquia y Amazonia: Colombia - Venezuela. Parte I. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander, Bogotá, D. C., Colombia, pp. 75- 83.
- Goodman R. C., O. L. Phillips, D. del Castillo Torres, L. Freitas, S. Tapia Cortese, A. Monteagudo, T. y R. Baker. 2013. Amazon palm biomass and allometry. *Forest Ecology and Management* 310: 994-1004.
- Hernández, M.E. 2010. Suelos de humedales como sumideros de carbono y fuentes de metano. *Terra Latinoamericana* 28: 139-147.
- Honorio, C.E.N. y T. R. Baker. 2010. *Manual para el Monitoreo del carbono en bosques amazónicos*. Ed. Economic and Social Research Council (ESRC), Department for International Development (DfID). Iquitos, Perú. 54pp.
- IPCC. 2019. Calentamiento global de 1,5 °C. Informe especial del IPCC sobre los impactos del calentamiento global de 1,5°, con respecto a los niveles preindustriales y las trayectorias correspondientes que deberían seguir las emisiones mundiales de gases de efecto invernadero, en el contexto del reforzamiento de la respuesta mundial a la amenaza del cambio climático, el desarrollo sostenible y los esfuerzos por erradicar la pobreza. ISBN 978-92-9169-351-1. 26pp.
- Nascimento, H. y W. Laurance. 2002. Total aboveground biomass in central Amazonian rainforests: a landscape-scale study. *Forest Ecology and Management* 168: 311-321.
- Mitsch, W., B. Bernal. AN. Nahlik, Ü. Mander, L. Zhang, C. J. Anderson, S. E. Jorgensen, H. Brix. 2012. Wetlands, carbon, and climate change. *Landscape Ecology* 28(4):583–597.
- Pearson, T., S. Walker, S. Brown. 2005. Sourcebook for Land Use, Land-Use Change and Forestry Projects. Winrock International and World Bank BioCarbon Fund. <https://winrock.org/>. Consultado: 20/02/2023.
- Peña-Colmenarez, C. y E. Gordon-Colón. 2019. Morichal de la Cuenca Alta del río Tigre (Anzoátegui, Venezuela): Aguas, suelos y vegetación. *Acta Biol. Venez.* 39(2):137-228.

APLICACIONES DE TIG EN CONSERVACIÓN Y DIVULGACIÓN CIENTÍFICA: PROYECTO ORINOCO SOSTENIBLE

TIG applications in conservation and scientific dissemination:
Sustainable Orinoco Project

Carlos Enrique González

Laboratorio de Sistemas de Información Geográfica y Modelado Ambiental de la
Universidad Simón Bolívar, Caracas, Venezuela. carlosgonzalez@usb.ve

RESUMEN

Este trabajo destaca la relevancia de las Tecnologías de Información Geográfica (TIG) en la educación y divulgación científica, a través de cinco aplicaciones geográficas relacionadas con la conservación de la biodiversidad en humedales de Venezuela, entre los que se encuentran, los Palmares de pantano de la palma *Mauritia flexuosa*, los Bosques ribereños, así como los Bosques y matorrales periódicamente inundables, Lagunas de rebalse y Playas del río Orinoco, estos cinco ecosistemas han sido estudiados en el marco del Proyecto Orinoco Sostenible, impulsado por el Laboratorio de Sistemas de Información Geográfica y Modelado Ambiental de la Universidad Simón Bolívar (LSIGMA-USB), junto a otras instituciones. Estas aplicaciones son enriquecidas con información multimedia, recursos web cartográficos y bases de datos, que facilitan la comprensión sobre el valor de la diversidad biológica en Venezuela. Asimismo, se resalta la importancia de las TIG y sus profesionales en la construcción de la ciencia como un bien común, en la conservación de la biodiversidad y en el logro de los objetivos de desarrollo sostenible. Por lo tanto, se considera que las TIG son herramientas fundamentales para la planificación del uso racional y prolongado de los recursos naturales. En conclusión, el trabajo enfatiza la relevancia de las TIG en la divulgación científica y en la conservación de la biodiversidad. Las aplicaciones geográficas mencionadas, junto con la información multimedia y las explicaciones científicas redactadas de manera sencilla, pueden contribuir a crear conciencia sobre la importancia de la diversidad biológica en Venezuela y en todo el mundo.

Palabras clave: Tecnologías, Geografía, Desarrollo Sostenible, humedales, Ciencia Divulgativa.

Keywords: Technologies, Geography, Sustainable Development, wetlands, Science Outreach.

INTRODUCCIÓN

Las tecnologías de información geográfica (TIG) han revolucionado la forma en que entendemos y abordamos la conservación de la biodiversidad. A medida que las amenazas a los ecosistemas se intensifican, la capacidad de recopilar, analizar y visualizar datos espaciales se ha convertido en una herramienta crucial para la toma de decisiones informadas y la gestión efectiva de la conservación (Pascual Bellido, 2015).

En este contexto, las TIG se han convertido en una herramienta esencial para la planificación, implementación y monitoreo de acciones de conservación, permitiendo una comprensión más detallada y precisa de los patrones y procesos ecológicos en un contexto espacial. Además de su importante papel en la planificación y gestión de acciones de conservación, las tecnologías de información geográfica (TIG) también desempeñan un papel fundamental en la divulgación de la conservación de la biodiversidad. La visualización de datos espaciales a través de mapas interactivos y otros medios digitales puede ser una herramienta poderosa para educar al público sobre la importancia de la conservación y para fomentar la participación activa en la protección de la biodiversidad (Buzo Sánchez, 2021). Por lo tanto, en este artículo se explora el papel de las TIG en la divulgación de la conservación de la biodiversidad y cómo pueden ser utilizadas para aumentar la conciencia y el compromiso público en la protección de los ecosistemas.

En este artículo se resalta la importancia de las Tecnologías de Información Geográfica (TIG) en la educación y divulgación científica, así como en la conservación de la biodiversidad en Venezuela y a nivel global. En el texto se presentan las aplicaciones geográficas desarrolladas en el marco del Proyecto Orinoco Sostenible, impulsado por el Laboratorio de Sistemas de Información Geográfica y Modelado Ambiental de la Universidad Simón Bolívar (LSIGMA-USB), para la divulgación de información científica relacionada con la conservación de la biodiversidad en humedales de especial importancia en la Faja Petrolífera del río Orinoco.

El Proyecto Orinoco Sostenible (www.orinocosostenible.org) utiliza información geográfica y datos científicos de calidad para crear conciencia sobre los servicios que la diversidad biológica presta y para promover su conservación en un contexto de desarrollo sostenible. Se destaca el papel de las TIG y sus profesionales en la construcción de la ciencia como un bien común y en la divulgación científica efectiva, permitiendo que la información sea accesible y comprensible para el público general.

En conclusión, este trabajo enfatiza el rol fundamental de las TIG en la educación y divulgación científica, así como en la conservación de la biodiversidad en Venezuela y en todo el mundo. Las aplicaciones geográficas mencionadas, junto con la información multimedia y las explicaciones científicas redactadas de manera sencilla, pueden contribuir a crear conciencia sobre la importancia de la diversidad biológica y fomentar una mayor participación en su protección.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio. La Faja Petrolífera del Orinoco (FPO) es una vasta zona que cubre un área de más de 55,000 km², que se ubica al sur de los estados Guárico, Anzoátegui y Monagas al norte del río Orinoco y emplazada en los llanos Centrales Centro Orientales y Orientales.

La FPO es una de las reservas de petróleo más grandes del mundo, ubicada en Venezuela. A pesar de que la explotación petrolera puede tener impactos ambientales negativos, la FPO tiene una importancia ecológica significativa por varias razones: (a) aunque gran parte de esta zona ha sido explorada y explotada, hay áreas que todavía se mantienen como hábitats naturales y que son importantes para la conservación de la biodiversidad de la región; (b) es una fuente importante de investigación científica. Los estudios realizados en la zona pueden proporcionar información valiosa sobre la ecología de la región, la biodiversidad y el cambio climático, y (c) los impactos ambientales de la explotación petrolera pueden ser mitigados mediante la restauración ecológica de las áreas afectadas y los recursos generados por la explotación petrolera pueden ser utilizados para financiar proyectos de restauración y conservación de la biodiversidad en la región (González *y col.*, 2016).

La Faja Petrolífera del Orinoco puede tener una importancia ecológica significativa, siempre y cuando se realice una explotación responsable y se tomen medidas para mitigar los impactos ambientales negativos.

Métodos. Con el objetivo de divulgar información científica relacionada con la conservación de la biodiversidad en humedales de especial importancia para la conservación en la Faja Petrolífera del río Orinoco, como los Palmares de pantano de la palma *Mauritia flexuosa*, Bosques ribereños, Bosques y matorrales periódicamente inundables por el río Orinoco, Lagunas de rebalse del río Orinoco y Playas del río Orinoco, se ha seleccionado la aplicación de código abierto ESRI ArcGIS online, que permite a los usuarios acceder a una amplia gama de datos geográficos en línea, además de contar con una interfaz gráfica sofisticada y versátil para representar historias cuyo centro está en la información geográfica, en el marco del proyecto Orinoco Sostenible (Reutzel, 1985; Bartalesi *y col.*, 2023).

Los *Story Maps* pueden crearse utilizando plantillas básicas preparadas que se diseñan íntegramente con las herramientas de la aplicación web ArcGIS Online o a partir de archivos de plantillas descargables que pueden configurarse y personalizarse fácilmente editando unos sencillos archivos HTML o de valores separados por comas (CSV) (Battersby y Remington, 2013) que compuestos de datos, metadatos y servicios de carácter local, regional, nacional o global, que ofrecen a la sociedad un conjunto de recursos técnicos para la divulgación científica.

Se recopilaron y organizaron datos de diversas fuentes, como estadísticas, imágenes, videos, infografías y mapas, para crear capas de información asociadas a las coberturas espaciales de los ecosistemas y de contexto, como temperatura y precipitación, suelos y áreas inundables, que permiten caracterizar el ambiente abiótico. La herramienta de mapeo en línea se ha utilizado para crear mapas personalizados ajustados al formato y estilo elegido.

El relato sobre cada ecosistema se ha organizado en una secuencia lógica y atractiva, con una estructura mínima del contenido: ¿Qué son?, ¿Dónde se encuentran? Vegetación, Fauna, Servicios ambientales, Estado de conservación, Amenazas antrópicas y Agradecimientos. De manera transversal la información geográfica acompaña el relato siendo el mapa el protagonista. Se ha escrito un guión que, acompañado de explicaciones científicas redactadas de manera sencilla y al alcance de todos, permite la comprensión de las comunidades de plantas y animales que en ellos habitan así como su relación con el clima, con su ambiente edáfico y geomorfológico con el objetivo de sensibilizar y crear de conciencia del valor de la diversidad biológica en Venezuela. Los textos han sido curados por el Dr. Ismael Hernández Valencia - Laboratorio de Estudios Ambientales, Instituto de Zoología y Ecología Tropical, Universidad Central de Venezuela y revisados por Viliza Morón.

Se ha personalizado el aspecto de cada una de las aplicaciones (*Story Maps*) para que se ajuste a la imagen del proyecto Orinoco Sostenible, y se han establecido alianzas con fotógrafos de la vida silvestre venezolana para contar con registros fotográficos de calidad. Finalmente, estos 7 *Story Maps* se han publicado en línea para que el público pueda verlos, compartirlos en las redes sociales, sitios web o enviarlos por correo electrónico a personas interesadas. Es importante destacar que estas aplicaciones pueden mejorarse y mantenerse actualizadas en el tiempo para asegurarse.

RESULTADOS

En septiembre del año 2020 se publicaron desde la plataforma ArcGIS Online del SIGMA-USB <https://lsigma.maps.arcgis.com/> un total de 7 aplicaciones (*Story Maps*) que fueron actualizadas en marzo del año 2021.

Cada una de estas aplicaciones pueden ser consultadas desde la página web del Proyecto Orinoco Sostenible, la cual ofrece una variedad de recursos para la educación, divulgación científica y conservación de la biodiversidad en la región de la Faja Petrolífera del río Orinoco basados en TIG. En particular, los *Story Maps* disponibles en la sección "Ecosistemas" de la página web orinocosostenible.org/ecosistemas/, proporcionan una herramienta valiosa para la presentación de información geográfica y la comunicación de los resultados de investigación a una audiencia amplia.

De estas siete aplicaciones, cinco se enfocan en la divulgación y concientización sobre las mejores prácticas de manejo e iniciativas para la sostenibilidad ambiental en los humedales llaneros venezolanos, tales como:

1. Palmares de Pantano, link: <https://arcg.is/1yqKbT>
2. Bosques Ribereños, link: <https://arcg.is/0juzWm>
3. Bosques y matorrales inundables del Orinoco,

link: <https://arcg.is/1CWTP0>

4. Lagunas de rebalse del río Orinoco, link: <https://arcg.is/PGnan>

5. Playas del Orinoco, link: <https://arcg.is/1fSSqv2>

A la fecha, estos *Story Maps* han recibido más de 17 mil visitas y proporcionan una manera interactiva y visual de presentar información geográfica asociada a la conservación de humedales de especial importancia para la conservación en la Faja Petrolífera del río Orinoco.

Desde una perspectiva de mapeo profundo, las Tecnologías de Información Geográfica (TIG) permiten a los científicos combinar sus propias representaciones cartográficas con las de artistas como fotógrafos, dibujantes o músicos, lo que resulta en experiencias poderosas para la divulgación científica (Mekdjian *y col.*, 2014). La creación de este tipo de espacios revela conocimientos y los mapas tecnológicos elaborados con estas herramientas pueden ser poderosas herramientas didácticas para la enseñanza y el aprendizaje, tanto dentro como fuera del aula, para comprender y divulgar la importancia de los humedales (Caquard y Dimitrovas, 2017).

DISCUSIÓN

Desde el año 2013 el proyecto Orinoco Sostenible explora y utiliza las TIG para crear conciencia de la importancia de la conservación de la diversidad biológica en Venezuela y estos 7 *Story Maps* recogen la experiencia y la responsabilidad con el ambiente.

La metodología utilizada para la creación los *Story Maps*, permitió la sistematización de información y datos científicos de diversas fuentes que organizados de una manera atractiva y accesible se convierten en recursos didácticos para el público en general. Esto permite que la ciencia sea más accesible y comprensible para personas que no tienen un conocimiento técnico profundo sobre el tema. Además, los *Story Maps* pueden ayudar a promover la conservación de la biodiversidad al destacar la importancia de los ecosistemas y las especies que habitan en ellos. Al proporcionar información sobre la ubicación, la vegetación, la fauna y los servicios ambientales de un área determinada, los story maps pueden ayudar a crear conciencia sobre la necesidad de proteger y conservar estos recursos naturales.

Estas aplicaciones también pueden ayudar a crear un sentido de comunidad alrededor de la conservación de la biodiversidad. Al compartir información y recursos en línea, las personas interesadas en la conservación de los humedales de la Faja Petrolífera del río Orinoco pueden conectarse y colaborar en proyectos de investigación y conservación.

En resumen, los 5 *Story Maps* que acá se presentan son una propuesta de valor sobre la información geográfica y sus tecnologías como herramientas para la promoción de la ciencia como un bien común y la educación ambiental (Gabriel, 2020). Al proporcionar información clara y accesible sobre los ecosistemas y las especies, y al fomentar la colaboración y la comunidad, los *Story* favorecen una mejor comprensión del territorio, lo que puede contribuir a incrementar la responsabilidad social sobre el mismo (Álvarez Otero, 2020).

Por lo tanto, se considera que las TIG son herramientas ineludibles hoy en día en la planificación del uso sostenible de los recursos naturales y la gestión del territorio.

AGRADECIMIENTOS

Quiero expresar mi sincero agradecimiento al profesor Valois Carmelo González Boscán por su destacada labor en la enseñanza y divulgación de las ciencias de la vegetación. Gracias a su dedicación y pasión por esta área del conocimiento, ha logrado inspirar a nuevas generaciones y despertar en ellas el interés por la conservación y estudio de la flora. Una vez más, muchas gracias por su incansable trabajo y por compartir su conocimiento y experiencia con tantos estudiantes.

LITERATURA CITADA

- Álvarez Otero, J. 2020. El uso educativo de las Infraestructuras de Datos Espaciales (IDE) para mejorar la responsabilidad social de los ciudadanos del siglo XXI sobre el territorio. Info:eu-repo/semantics/doctoralThesis. Universidad Complutense de Madrid. <https://eprints.ucm.es/> Consultado Abril 3, 2023.
- Bartalesi, V., G. Coro, E. Lenzi, P. Pagano y N. Pratelli. 2023. From unstructured texts to semantic story maps. *International Journal of Digital Earth* 16(1):234-250.
- Battersby, S. y K. Remington. 2013. Story Maps in the Classroom. *The Magazine for Esri Software Users*, Spring, Vol. 16 No. 2, 62-65. <https://www.esri.com/content/dam/esrisites/en-us/newsroom/arcuser/arcuser61.pdf>. Consultado Marzo 10, 2023.
- Bellido, P. 2015. Posibilidades didácticas de las infraestructuras de datos espaciales: propuesta de aplicación didáctica de IDERioja. *Contextos educativos: Revista de educación*(18). Universidad de La Rioja: 109-128. <https://dialnet.unirioja.es/>. Consultado Abril 3, 2023.
- Buzo Sánchez, I.J. 2021. Aprendizaje inteligente y pensamiento espacial en Geografía. Info:eu-repo/semantics/doctoralThesis. Universidad Complutense de Madrid. <https://eprints.ucm.es/>. Consultado Abril 3, 2023.
- Caquard, S. y S. Dimitrovas. 2017. Story Maps & Co. The State of the Art of Online Narrative Cartography. *Mappemonde. Revue Trimestrielle Sur l'image Géographique et Les Formes Du Territoire*(121). UMR Espace. <https://journals.openedition.org/mappemonde/3386>, accessed March 10, 2023.

- CENAMB. 2007. Indicadores Socioambientales. Evaluación de los sistemas ecológicos de la Faja Petrolífera del Orinoco como base para la Ordenación Territorial. Capítulo 9 p.74. Biblioteca personal.
- Gabriel, R. 2020. Encuentro Scientia Online: How may Biodiversity Web Portals help to reconnect education with nature? Disponibles en http://bit.ly/References_Scientia_8Ou. Consultado Marzo 10, 2023.
- González, C., J. González, V. González, L. Gil, E. Klein y H. Álvarez. 2016. Definición de Sitios prioritarios de conservación de la Faja Petrolífera del Orinoco. *The Nature Conservancy*. Consultado: 16/04/2019.
- Mekdjian, S., A.L.A. Szary, M. Moreau, L. Houbey, M. Deme y G. Nasrudden. 2014. Figurer les entre-deux migratoires: Une expérience scientifique et artistique d'ateliers de cartographie participative. *Carnets de géographes* [en ligne], 6.
- PETROGUÍA. 2017. Mapa Energético de Venezuela Grupo editorial Producto.
- Reutzel, D.R. 1985. Story Maps Improve Comprehension. *The Reading Teacher* 38(4). [Wiley, International Reading Association]: 400-404. <https://www.jstor.org/stable/20198799>. Consultado Marzo 10, 2023.

EVALUACIÓN DE LA TOXICIDAD DE SUELOS CONTAMINADOS CON PETRÓLEO PESADO SOBRE PLÁNTULAS DE *Mauritia flexuosa* L.f.

Evaluation of the toxicity of soil contaminated with heavy
oil on seedings of *Mauritia flexuosa* L.f.

Ismael Hernández Valencia^{1*}, Daniel Guitián² y
Valois González Boscán¹.

¹Instituto de Zoología y Ecología Tropical. Facultad de Ciencias, Universidad
Central de Venezuela. ²Universidad Antonio Ruiz de Montoya, Perú.

*ismael.hernandez@ciens.ucv.ve.

RESUMEN

Se realizó una prueba de toxicidad aguda con plántulas de *Mauritia flexuosa* expuestas a suelos contaminados en concentraciones de 0, 4, 8, 16, 32 y 64% de un crudo pesado. Concentraciones de hasta 16% no afectaron significativamente la sobrevivencia de las plántulas, mientras que a 64% no sobrevivió ninguna plántula. En correspondencia con la sobrevivencia, la biomasa del vástago y la biomasa total disminuyeron a partir de una concentración de petróleo pesado de 16%, mientras que la biomasa de raíces y la relación vástago/raíz no evidenció diferencias entre las concentraciones en donde sobrevivieron las plántulas. Los resultados indican una alta tolerancia del moriche a la contaminación del suelo con petróleo pesado, lo que muestra su potencial en labores de revegetación de áreas contaminadas con este tipo de crudo.

Palabras clave: contaminación del suelo, moriche, sobrevivencia de plántulas.

Keywords: Soil contamination, moriche, seedling survival.

INTRODUCCIÓN

En Venezuela, los palmares de *Mauritia flexuosa* L.f., también conocidos como "morichales", constituyen una comunidad de plantas dominada por individuos de esta especie. Los morichales están asociados a suelos hidromórficos u orgánicos presentes en las tierras bajas de las cuencas de los ríos Amazonas y Orinoco, al este de la isla de Trinidad, así como en las áreas costeras sub-recientes de la región oriental de América del Sur desde Guyana a Brasil (González-Boscán, 2016). En los Llanos Orientales venezolanos la ubicación de los morichales en la zona más baja del relieve de valle que colinda con las altiplanicies y su íntima asociación con los ejes fluviales, los hacen susceptibles a la contaminación por sustancias que pueden ser transportadas por gravedad o por el agua. Ejemplo de ello es la contaminación producida por la exploración, producción, transporte y refinación del petróleo, que se generan a través de fugas, derrames y disposición inadecuada (Hernández Valencia y col., 2018). Aun conociendo la alta vulnerabilidad de los ecosistemas de

morichal y su importancia, ecológica y socioeconómica, son muy escasos los trabajos relativos a los efectos de las actividades antrópicas sobre éstos, especialmente los producidos por la contaminación con petróleo. Tomando en cuenta lo anterior, el objetivo de este estudio fue conocer el impacto de la contaminación por petróleo sobre la sobrevivencia de plántulas y parámetros biométricos de esta especie.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizó una prueba de toxicidad aguda con plántulas de *Mauritia flexuosa* expuestas a diferentes concentraciones en el suelo de un crudo pesado de 16° API en condiciones de invernadero. Las plántulas se obtuvieron a partir de semillas colectadas del Morichal Lambedero, en la localidad de Mapire, al sur del estado Anzoátegui y fueron germinadas en suelo arenoso no contaminado proveniente del mismo morichal hasta obtener plántulas entre 20 y 25 cm de altura con hojas expandidas y buena condición (Hernández Valencia *y col.*, 2017a). Luego, las plántulas fueron expuestas a durante 60 días a suelos contaminados con petróleo en concentraciones de 0, 4, 8, 16, 32 y 64% (concentraciones gravimétricas). Cada tratamiento constó de tres testigos de 10 plántulas.

Para las comparaciones entre medias se usó la prueba no paramétrica Kruskal-Wallis y como prueba a posteriori comparaciones por pares de Mann-Whitney (Siegel, 2009). El uso de la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis se justificó por el no cumplimiento de los supuestos de homogeneidad de varianza y normalidad de los datos que requiere una la prueba paramétrica de ANOVA. La concentración letal media (CL_{50}) se calculó con ayuda del programa Trimmed Spearman-Kärber (TSK), versión 1.5 de uso frecuente por la Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos de Norteamérica (USEPA, 1992).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Concentraciones de hasta 16% de petróleo pesado no afectaron significativamente ($P > 0,05$) la sobrevivencia de plántulas de moriche (Figura 1), la cual fue de 100% a los 60 días. A 32% de la concentración de crudo, la sobrevivencia se redujo a 64,3%, mientras que en la máxima concentración de hidrocarburo empleada de 64% no sobrevivió ninguna plántula. Vale destacar que la mortalidad de plántulas se observó posterior a un mes de iniciado el ensayo para la máxima dosis empleada de 64% de crudo. La concentración letal media o concentración que produjo la mortalidad del 50% de las plántulas con su intervalo de confianza al 95% fue de $31,34\% \pm 2,57\%$; ésta fue calculada con el programa Trimmed Spearman-Kärber (TSK) (USEPA, 1992). Este valor supera ampliamente al límite de limpieza que deben alcanzar los suelos contaminados con

hidrocarburos en Venezuela, el cual es de 1% de aceites y grasas para desechos de hidrocarburos esparcidos en el suelo y 3% para desechos de hidrocarburos confinados (Decreto 2635; República de Venezuela, 1998). En lo que respecta a las concentraciones que usualmente se encuentran en los sedimentos de fosas petroleras, Deuel y Holliday (1997) encontraron para fosas del estado de Oklahoma en los Estados Unidos, que estas oscilan entre 0 y 20% de aceites y grasas en más del 90% de los casos, lo que podría ser un indicativo de la alta tolerancia de *M. flexuosa* a los intervalos de contaminación típicos de lugares de acopio y de suelos afectados por la contaminación con hidrocarburos de petróleo.

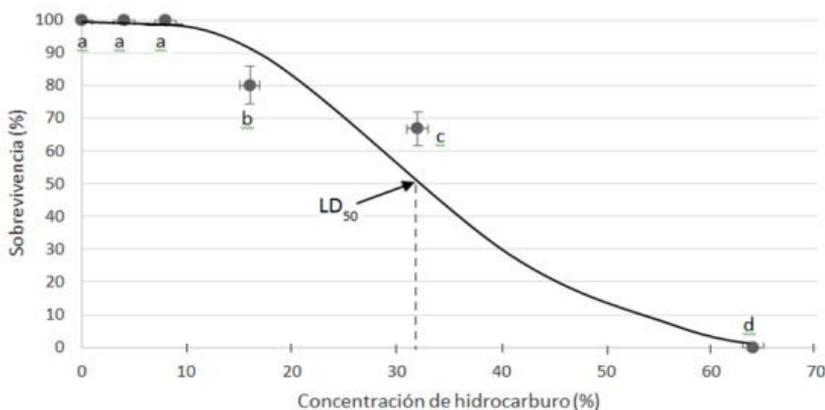


Figura 1. Sobrevivencia de plántulas de *M. flexuosa* a diferentes concentraciones de crudo pesado (16°API). Letras diferentes corresponden a medias diferentes (prueba no paramétrica de Kruskal Wallis y comparación por pares de Mann-Whitney $P \leq 0,05$).

En correspondencia con la sobrevivencia, la biomasa del vástago y la biomasa total disminuyeron a partir de una concentración de petróleo pesado de 16%, mientras que la biomasa de raíces y la relación vástago/raíz no mostraron diferencias entre las concentraciones en donde sobrevivieron las plántulas (Tabla 1). Los efectos tóxicos crónicos y agudos observados a concentraciones superiores a 16% pueden estar relacionados a factores variados como: (a) el agotamiento del oxígeno generado con el incremento de la actividad microbiana (Abu y Atu, 2008), (b) la interferencia física que produce el petróleo en la raíz, lo cual limita la incorporación de agua y nutrimentos (Mathew y col., 2006, Hernández Valencia y col., 2017b), y (c) en condiciones extremas puede disolver y producir la lisis celular de la membrana celular (Figueroa y Dávila, 2004), con la consecuente pérdida del contenido celular, además del bloqueo de los espacios intercelulares y la reducción del transporte de nutrientes y metabolitos, así como la tasa de respiración (Pezeshki y col., 2000).

Tabla 1. Biomasa del vástago, raíces y total de plántulas de *Mauritia flexuosa*, expuestas a diferentes dosis de petróleo pesado durante 60 días. Valores entre paréntesis corresponden a la desviación estándar.

Concentración de petróleo pesado (%)	Biomasa vástago (g)	Biomasa raíces (g)	Biomasa total (g)	Relación Vástago/raíz
0	2.1 (0.3) A	2.4 (0.6) a	4.5 (0.3) a	0.9 (0.4) A
4	1.8 (0.2) A	2.3 (0.6) a	4.1 (0.5) a	0.9 (0.4) A
8	1.9 (0.2) A	2.1 (0.3) a	4.0 (0.3) a	0.9 (0.2) a
16	1.6 (0.3) Ab	2.0 (0.2) a	3.6 (0.4) b	0.8 (1.0) A
32	1.2 (0.4) B	1.9 (0.3) a	3.2 (0.7) b	0.6 (0.1) A
64		No hubo sobrevivencia		

Medias dentro de la misma columna con ninguna letra en común indican diferencias estadísticamente significativas. (Ps 0,05; Kruskal Wallis).

Lieth y Markert (1990) destacan que la contaminación por petróleo puede impedir o retardar el crecimiento de la vegetación sobre el área afectada, lo cual dependerá de la magnitud del impacto, como también de los constituyentes y cantidad de petróleo derramado, condiciones ambientales y de la especie de planta. Se ha señalado que se pueden diferenciar los daños producidos por la contaminación con hidrocarburos, entre aquellos daños agudos o rápidos causados por los petróleos livianos que poseen mayor contenido de compuestos más tóxicos (aromáticos y saturados) y los daños crónicos o lentos resultado de los petróleos pesados con menor contenido de éstos (Fernando Morales, comunicación personal, Universidad Simón Bolívar, Venezuela). Ello justificaría los resultados obtenidos en este estudio en donde se observó un amplio intervalo de tolerancia a la contaminación por parte de *M. flexuosa* debido al uso de un petróleo pesado.

Urich *y col.* (2008) midieron varios parámetros fisiológicos en morichales contaminados por petróleo hace 2 y 15 años y un morichal prístino. Los resultados mostraron que el contenido de carbohidratos solubles, el potencial hídrico, la tasa instantánea de fotosíntesis y la tasa instantánea de transpiración fueron más bajas en los morichales contaminados; sin embargo, la tasa fotosintética a flujo fotónico fotosintético saturante, la eficiencia cuántica y la conductancia estomática no mostraron diferencias significativas entre los ecosistemas perturbados y no perturbados. Estos hallazgos muestran el potencial de *M. flexuosa* para tolerar y recuperarse de los impactos producidos por derrames de petróleo y su uso en labores de reforestación de áreas contaminadas, en especial aquellas contaminadas con petróleo pesado. Otros tipos de investigaciones deben ser realizadas con diferentes tipos de crudos, como medianos, livianos, extrapesados, los cuales difieren en su toxicidad (Hernández Valencia *y col.* 2017b).

CONCLUSIONES

La exposición a concentraciones de hasta 16% de petróleo pesado de plántulas de *Mauritia flexuosa* no afectó significativamente su sobrevivencia, mientras que a 64% no sobrevivió ninguna plántula. En correspondencia con la sobrevivencia, la biomasa del vástago y la biomasa total disminuyeron a partir de una concentración de petróleo pesado de 16%, mientras que la biomasa de raíces y la relación vástago raíz no mostraron diferencias entre las concentraciones en donde sobrevivieron las plántulas. Los resultados indican una alta tolerancia del moriche a la contaminación del suelo con petróleo pesado, lo que muestra su potencial en labores de revegetación de áreas contaminadas con este tipo de crudo.

LITERATURA CITADA

- Abu, G. O. y N. D. Atu. 2008. An investigation in oxygen limitation in microcosm model in the bioremediation of a typical Niger Delta soil ecosystem impacted with crude oil. *J. Appl. Sci. Environ. Manage.* 12(1) 13 – 22.
- Deuel Jr., L. E y G. H. Holliday. 1997. *Soil remediation for the petroleum extraction industry*. PennWell. Tulsa, Oklahoma. 242p.
- Figueruelo, J. E. y M. Dávila. 2004. *Química física del medio ambiente y de los procesos ambientales*. Editorial Reverté. Ciudad de México. México. 614p.
- González-Boscán, V. 2016. Los palmares de pantano de *Mauritia flexuosa* en Suramérica. En: Morichales, cananguchales y otros palmares inundables de Suramérica. Parte II: Colombia, Venezuela, Brasil, Perú, Bolivia, Paraguay, Uruguay y Argentina. Lasso, C. A., G. Colonnello y M. Moraes, (eds.). Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH). Bogotá, D. C., Colombia. 45-83 pp.
- Hernández Valencia, I., D. Guitián y V. González. 2017a. Efectos del tamaño de la semilla y escarificación del endocarpio sobre la germinación de *Mauritia flexuosa* L. f. (Arecaceae). *Acta Bot. Venezuel.* 40(1):97-118.
- Hernández Valencia, I., L. M. Lárez, y J. V. García. 2017 b. 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., V. González-Boscán, E. Zamora-Ledezma, V. Carrillo-Carrillo, y A. Zamora-Figueroa. 2018. Environmental Impacts of the Oil Industry on the *Mauritia flexuosa* Swamp Palm Groves (Morichales) in Venezuela. En: Oil contamination: Impacts and offsets. Emilio Potter y Alyssa Vega (eds.). Nova Science Publisher Inc. pp. 33-72.
- Lieth, H. y B. Markert. 1990. *Element concentration Cadasters in ecosystems*. Methods of Assessment and Evaluation. VCH, Weinheim. New York, USA. 448 p.
- Mathew, M., X. Yang, M. Baxter y E. Senior. 2006. Bioremediation of 6% (w/w) diesel contaminated mainland soil in Singapore: Comparison of different biostimulation and bioaugmentation treatments. *Eng. Life. Sci.* 6 (1): 63-67.
- Pezeshki, S., M. Hester, Q. Lin, y J. Nyman. 2000. The effects of oil spill and clean-up on dominant US Gulf coast marsh macrophytes: a review. *Environ Pollut.* 108: 129-139.

- República de Venezuela. 1998. Decreto No. 2.635. Normas para el Control de la Recuperación de Materiales Peligrosos y el Manejo de los Desechos Peligrosos. Gaceta Oficial de la República de Venezuela No.5.245 Extraordinario.
- Siegel, S. 2009. *Estadística no paramétrica aplicada a las ciencias de la conducta*. Editorial Trillas. 4ta Edic. México. 344p.
- USEPA. 1992. User's guide-Trimmed Spearman-Kärber (TSK),” Version 1.5, Environment Monitoring Systems Laboratory. Ecological Monitoring Research Division. USEPA. Cincinnati, USA.
- Urich, R., I. Coronel, A. Cáceres, W. Tezara, C. Kalinhoff, V. Carrillo, A. Quillice y E. Zamora. 2008. Respuesta fotosintética y relaciones hídricas de especies de un bosque seco tropical y de morichales afectados por el impacto ambiental. Memorias del Instituto de Biología Experimental. Universidad Central de Venezuela 5: 229-232.

IMPACTOS DE LA VARIABILIDAD CLIMÁTICA ENSO- EVENTO LA NIÑA 2021-2022, SOBRE HUMEDALES COSTEROS

Impacts of ENSO climate variability - La Niña Event
2021-2022, on coastal wetlands

*Karenia Córdova Sáez^{*1}, Laura Delgado², Santiago Ramos²*

Universidad Central de Venezuela, ¹Facultad de Humanidades y Educación,
Instituto de Geografía, ²Facultad de Ciencias, Instituto de Zoología y Ecología
Tropical. kareniaac@gmail.com

RESUMEN

Durante los años 2021 y 2022 se registró un evento ENSO frío de alta intensidad, que se sumó al impacto del cambio climático. Este evento en el Parque Nacional Laguna de Tacarigua (PNLT) se acompañó de una temporada lluviosa más larga que el promedio, lo que causó una expansión de la superficie inundada del humedal, por ello, no se observaron bordes de desecación o fragmentación del cuerpo lagunar. Las temperaturas superficiales del agua, registradas a partir de las bandas térmica del sensor OLI (Combinaciones de Bandas 4,3,2 y 6,5,4) y del TIRS (Banda 10) del LANDSAT 8, fueron en este caso, más bajas que las observadas en eventos cálidos anteriores, como fue el evento El Niño 2015-2016. El análisis de imágenes satelitales del año 2022 de: abril (sequía), mayo (transición sequía-lluvia) y octubre (lluvia) en las combinaciones de bandas del espectro visible y del rango térmico, permitió estimar el impacto en el PNLT de esta fase fría del ENSO. Las imágenes con bajo porcentaje de nubosidad se seleccionaron utilizando el ONI (Oceanic Niño Index) para calificar las variaciones de intensidad de La Niña 2021-2022. Este índice es usado por la NOAA para categorizar el ENSO en los océanos, valores de +0.5 o mayores indican El Niño, mientras valores de -0.5 o menores indican La Niña. En el estudio se caracterizaron los impactos del ENSO-La Niña 2021-2022 sobre las lagunas del humedal costero, se pretende así, contribuir a mejorar el manejo, conservación y restauración ecológica del ecosistema lagunar.

Palabras clave: variabilidad ENSO-La Niña, temperatura superficial, PNLT, variabilidad climática.

Keywords: ENSO-La Niña variability, surface temperature, PNLT, climatic variability.

INTRODUCCIÓN

Durante los años 2021 y 2022 se registró un evento ENSO frío de alta intensidad, lo que se sumó a la variabilidad global por el cambio climático. Notas de prensa e informaciones de las redes oficiales del INAMEH, reseñaron el fenómeno de La Niña durante el invierno de 2020, este se mantuvo todo el año 2021 y se intensificó en el 2022, lo que ocasionó lluvias por encima del promedio en el territorio nacional, con variaciones en cada región, dependiendo de la climatología de cada una de ellas. Durante el período de estudio se esperaba, primero la expansión de la superficie inundada, luego un aumento en la profundidad de las lagunas

que integran el ecosistema de albufera, en contraste, no se esperarían cambios de coloración significativos en los cuerpos de agua, detectables en las imágenes satelitales, que generalmente, se asocian a variaciones de la profundidad. Tampoco se esperarían bordes de desecación o fragmentación del cuerpo lagunar, como ocurrió en el evento ENSO cálido 2015-2016. Las temperaturas superficiales del agua deberían ser, en este caso, más bajas que las observadas en eventos anteriores de variabilidad cálida, como lo fue el evento El Niño 2015-2016.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se partió del análisis de imágenes satelitales del sensor Landsat 8-OLI, correspondientes a los meses de abril 2022 (período seco), mayo 2022, (transición sequía-lluvia) y octubre 2022 (período lluvioso). Se utilizaron las combinaciones de bandas del espectro visible- VIS (4,3, 2) y (6, 5, 4) del rojo de onda corta, infrarrojo y rojo respectivamente, así como las bandas térmicas-TIRS del sensor (bandas 10 y 11), con estas últimas se calcularon las temperaturas de brillo al nivel del sensor, para ello se utilizaron los números digitales (DN) de cada pixel en la imagen, corregidos a través de la calibración de los valores de radianza al nivel del tope de la atmósfera (TOA), siguiendo la metodología en Chander y Markham (2003) y el Manual de usuarios de datos científicos de LANDSAT 8 (USGS, 2019). La ecuación (1) permitió la conversión de los DN originales, a valores de brillo luego de la corrección al tope de la atmósfera (TOA), invirtiendo la función de Planck (Wang *y col.*, 2015) del rango térmico, solo para la banda 10

$$TOA = M * DN + B \quad (1)$$

donde M es el multiplicador de radianza y B es la suma de radianzas. Los valores M, B son tomados del archivo de metadatos de cada imagen, en el sitio Web; <http://earthexplorer.usgs.gov> del USGS. La Tabla 1 muestra los valores de los parámetros señalados. Para el estudio se utilizó la configuración de alta ganancia al calibrar radiométricamente los valores de la banda térmica B10 del sensor, para lo cual se utilizaron las constantes K1, K2 cuyos valores están incluidos la tabla1. Los datos de temperatura de las bandas TIRS (°K) del sensor, se calcularon mediante la ecuación (2):

$$T = k2 / \ln\left(\frac{k1}{L\lambda} + 1\right) \quad (2)$$

donde $L\lambda$ = radiancia espectral al nivel de apertura del sensor [W/ (m² sr pm)]. Finalmente, se convirtieron los valores de temperatura a grados Celsius °C, restando 273.15 de los valores en grados °K para obtener los valores de la temperatura nivel del suelo (*Land surface temperature-LST*). Debido a la gran incertidumbre en los valores de la Banda 11, se utilizó un

algoritmo de monocanal que corresponde solo a los datos de banda 10, (Barsi y col., 2014). El uso de la ecuación 3, permitió la recuperación de LST de los datos de la Banda 10 según o descrito en Wang y col., (2015):

$$T_s = [a_{10} (1 - C_{10} - D_{10}) + (b_{10} (1 - C_{10} - D_{10}) + C_{10} + D_{10}) T_{10} - D_{10}T_a]/C_{10} \quad (3)$$

donde T_s es el valor LST recuperado de los datos de la Banda 10; T_a es la temperatura atmosférica media efectiva; T_{10} es la temperatura de brillo en la Banda 10; a_{10} y b_{10} son las constantes utilizadas para aproximar la derivada de la función de radianza de Planck (Wang y col., 2015). Después de la calibración radiométrica y la corrección atmosférica, se desarrollaron correcciones geométricas para reproyectar la banda TIRS (B10) del sensor LANDSAT 8, muestreada en una resolución de 30 m, de UTM/WGS 1984 a LAT/LONG/WGS84, para que concordara con la capa vectorial utilizada. Con esta data se realizó el análisis del impacto de la fase fría de alta intensidad de la variabilidad climática ENSO, en el PNLT (Figura 1). La Tabla 2 resume la información de las imágenes seleccionadas.

Tabla 1. Constantes físicas para la corrección de valores de las bandas térmicas - TIRS del sensor L8.

Metadata of Landsat 8- TIR	Band 10
Radiance Multiplier(M)	0.0003342
Radiance Add(B)	0.1
K1	774.89
K2	1321.08

Fuente: LANDSAT 8 Science Data Users Handbook (USGS, 2019).



Figura 1. Mapa Imagen referencial de los sectores del PNLT (Área de Estudio). Fuente: Imagen del USGS-Glovis, Landsat 8-OLI. Colección Cartográfica del IGVSB.

Tabla 2. Listado de Imágenes seleccionadas para el estudio.

Imagen LANDSAT 8	PAHT/ROW	Bandas del visible	Bandas del térnico
Abril, 2022	LC08_L1TP_003053_20220410_20220419_02_T1	Combinaciones de bandas del espectro visible 4,3,2 / 6,5,4	B10
Mayo, 2022	LC08_L1TP_003053_20220512_20220519_02_T1	Combinaciones de bandas del espectro visible 4,3,2 / 6,5,4	B10
Octubre, 2022	LC08_L1TP_003053_20221003_20221012_02_T1	Combinaciones de bandas del espectro visible 4,3,2 / 6,5,4	B10

Índice ONI. Episodios fríos y cálidos por valores estacionales. Para la selección de las imágenes se tomó en consideración, el indicador Oceanic Niño Index (ONI), que muestra las variaciones en la intensidad del evento La Niña 2021-2022. Adicionalmente, se tomó en consideración la calidad de las imágenes con bajo porcentaje de nubosidad del año 2022, cuando se registró el evento frío con mayor intensidad. Los valores del ONI delimitan la dinámica térmica que caracteriza cada época estudiada, tal como se aprecia en la Tabla 3.

Tabla 3. Fuente: NOAA/ Servicio Meteorológico Nacional, Centros Nacionales de Predicción Ambiental, Centro de Predicción del Clima. https://origin.cpc.ncep.noaa.gov/products/analysis_monitoring/ensostuff/ONI_v5.php.

Year	DJF	JFM	FMA	MAM	AMJ	MJJ	JJA	JAS	ASO	SON	OND	NDJ
2010	1.5	1.2	0.8	0.4	-0.2	-0.7	-1.0	-1.3	-1.6	-1.6	-1.6	-1.6
2011	-1.4	-1.2	-0.9	-0.7	-0.6	-0.4	-0.5	-0.6	-0.8	-1.0	-1.1	-1.0
2012	-0.9	-0.7	-0.6	-0.5	-0.3	0.0	0.2	0.4	0.4	0.3	0.1	-0.2
2013	-0.4	-0.4	-0.3	-0.3	-0.4	-0.4	-0.4	-0.3	-0.3	-0.2	-0.2	-0.3
2014	-0.4	-0.5	-0.3	0.0	0.2	0.2	0.0	0.1	0.2	0.5	0.6	0.7
2015	0.5	0.5	0.5	0.7	0.9	1.2	1.5	1.9	2.2	2.4	2.6	2.6
2016	2.5	2.1	1.6	0.9	0.4	-0.1	-0.4	-0.5	-0.6	-0.7	-0.7	-0.6
2017	-0.3	-0.2	0.1	0.2	0.3	0.3	0.1	-0.1	-0.4	-0.7	-0.8	-1.0
2018	-0.9	-0.9	-0.7	-0.5	-0.2	0.0	0.1	0.2	0.5	0.8	0.9	0.8
2019	0.7	0.7	0.7	0.7	0.5	0.5	0.3	0.1	0.2	0.3	0.5	0.5
Year	DJF	JFM	FMA	MAM	AMJ	MJJ	JJA	JAS	ASO	SON	OND	NDJ
2020	0.5	0.5	0.4	0.2	-0.1	-0.3	-0.4	-0.6	-0.9	-1.2	-1.3	-1.2
2021	-1.0	-0.9	-0.8	-0.7	-0.5	-0.4	-0.4	-0.5	-0.7	-0.8	-1.0	-1.0
2022	-1.0	-0.9	-1.0	-1.1	-1.0	-0.9	-0.8	-0.9	-1.0	-1.0	-0.9	

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las LST correspondientes a La Niña, 2021-2022 en el PNLT fueron más bajas que las observadas en años neutros o en los de fase cálida (Figura 2). Durante el mes de abril (Figuras 3 y 4) se observaron LST más frescas

alrededor de la zona de la boca que persistieron hacia la zona de El Placer, efecto favorecido aún más, por el barrido de los vientos alisios que también facilitaron la penetración del mar, lo que a su vez aumentó la salinidad en las aguas de la laguna, en particular en el sector de El Placer. En Laguna Arena y El Cazote los valores de LST fueron más bajos que el promedio durante el mes de abril (Figuras 5, 6), en estas localidades los vientos alisios pueden haber causado surgencia con mezcla de aguas, aun cuando estos sectores son de baja profundidad, sería interesante verificar en campo estos hallazgos detectados en las imágenes. En los sectores desforestados dentro del parque, al sur entre El Placer y Laguna Grande, en El Cazote, y en las zonas adyacentes al parque con parcelamientos agrícolas, prevalecieron temperaturas más altas (28-34°C).

El único sector prácticamente inalterado en términos de variaciones en las LST y la profundidad, fue la zona de Laguna Grande, con valores promedio estables entre 24-27°C. Los cambios de profundidad en el ecosistema lagunar solo fueron perceptibles, por los cambios de coloración en los sectores de El Guapo, La Boca, Laguna Arena y El Cazote, observables en la combinación de bandas del visible (4, 3, 2), que corresponden a zonas someras que presentaron este efecto durante los meses de abril y mayo. No se observaron franjas de desecación ni fragmentación del cuerpo lagunar, por el contrario, las lagunas mantuvieron la lámina de agua aún durante la estación seca, a diferencia de lo ocurrido durante el evento ENSO cálido 2015-2016, donde sí se observó desecación total en algunos sectores y una disminución significativa de la conectividad entre sectores dentro del cuerpo lagunar (Figura 2). En el periodo analizado, por el contrario, se observa una buena conectividad a través de los canales y vasos que comunican los diferentes sectores de la laguna, y la extensión del cuerpo acuático con la formación de pequeñas lagunas al norte del sector del El Guapo. La mancha de inundación alrededor del humedal fue detectable utilizando la combinación de bandas 6,5,4, la extensión del área inundada, se observó durante todos los meses analizados (Figuras 7,8,9), incluyendo los meses de la temporada seca, como el mes de abril y durante la transición sequía-lluvia, en el mes de mayo, solo que esta zona de expansión fue menos extensa, con una coloración más clara en este periodo, lo que sugiere menor profundidad, mientras fue más extensa y oscura durante el mes de octubre que corresponde a un mes lluvioso. Este contraste se observa al comparar las Figuras 7, 8 y 9.

CONCLUSIONES

Durante el evento la Niña 2021-2022, la precipitación sobre la región del PNLT, mantuvo la lámina de agua en niveles normales en todas las lagunas integrantes del ecosistema, con alguna pérdida de profundidad en

las regiones de El Guapo, Laguna Arena y El Cazote, pero manteniendo la integridad del sistema y sin afectar su conectividad.

El área inundada del humedal se extendió, sobre todo alrededor de los sectores del El Guapo y El Placer, esta condición persistió aún durante la temporada seca, y se amplió alrededor de todo el ecosistema lagunar durante la temporada de lluvias. La imagen correspondiente al mes de octubre de 2022, permite observar una saturación de toda el área del humedal, con surgimiento de pequeñas lagunas y múltiples canales y vasos que se comunican entre sí.

El mantenimiento de la lámina de agua y la extensión del área inundada del humedal puede ser beneficioso para el ecosistema lagunar. Sería importante verificar los parámetros fisicoquímicos y biológicos, porque el aumento de las precipitaciones asociadas al evento ENSO frío pudo favorecer el arrastre de desechos urbanos y contaminantes.

Las combinaciones de bandas del espectro visible y del rango térmico (4,3,2/6,5,4) respectivamente y la banda específica del sensor TIR para temperatura (B10) resultaron herramientas útiles para determinar los cambios estacionales y el efecto de la variabilidad ENSO cálidos/fríos, tanto para las variaciones de profundidad, la mancha de inundación, como de las temperaturas superficiales, sobre el PNLT.

La banda del espectro térmico (B10), del sensor Landsat 8-OLI, sirvió para mostrar las temperaturas más frescas en todo el ecosistema lagunar, aún durante la temporada seca, con pequeñas áreas críticas al sur de Laguna Grande y en El Cazote, que parecen estar relacionadas a la deforestación para actividad agrícola.

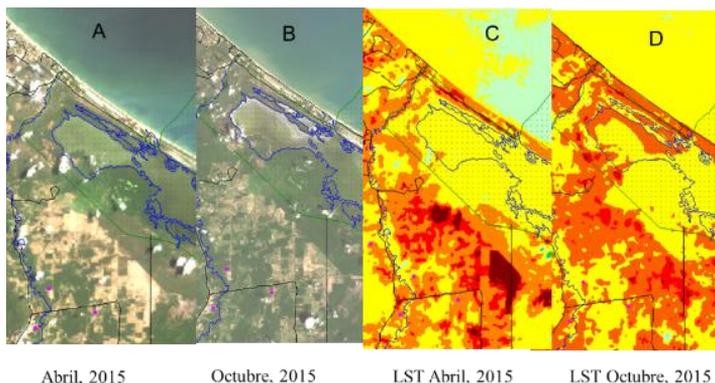


Figura 2. Comparación de las imágenes en dos tiempos diferentes del ciclo estacional. A la izquierda (A y B) imágenes del sensor OLI en combinación (4, 3, 2) color real. A la derecha (C y D) imágenes de la banda térmica (B10) del sensor OLI en dos (2) fechas analizadas. Sector El Guapo y La Boca-PNLT.



Figura 3. Secuencia de imágenes, en las tres (3) fechas analizadas, Sectores El Guapo y La Boca del PNLT. En combinación de bandas en el rango visible 4, 3, 2.

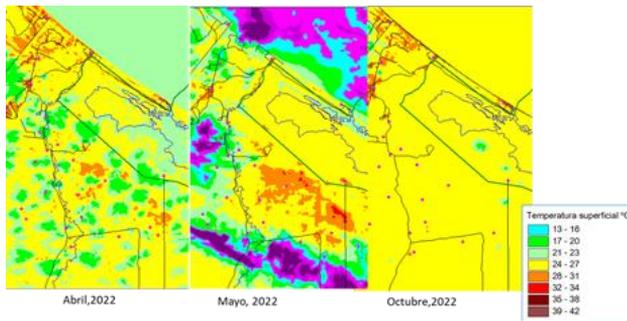


Figura 4. Secuencia de imágenes Landsat 8, banda térmica (B10) en las tres (3) fechas analizadas del Sector El Guapo y La Boca del PNLT.

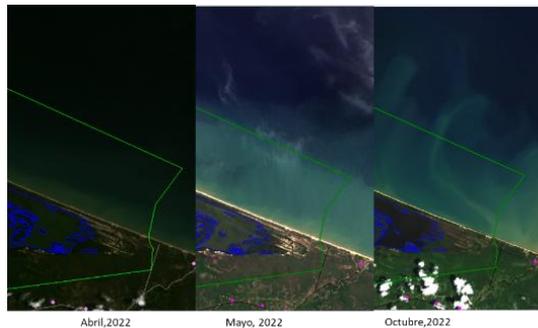


Figura 5. Secuencia de imágenes Landsat 8 en las tres (3) fechas analizadas de los sectores Laguna Arena y El Cazote del PNLT. Combinación bandas 4,3,2 en el rango visible.

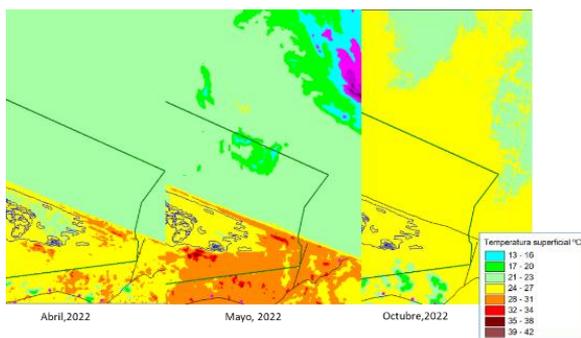


Figura 6. Secuencia de imágenes Landsat 8, banda térmica (B10) en las tres (3) fechas analizadas de los sectores Laguna Arena y El Cazote del PNLT.

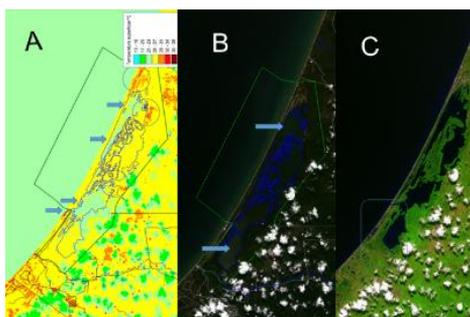


Figura 7. Secuencias de imágenes Landsat 8, abril 2022. A.- Imagen térmica (B10). B.- combinación 4, 3, 2 del visible para determinación de cambio en la profundidad. C.- combinación de bandas 6,5,4, para la detección de la mancha de inundación, PNLT.

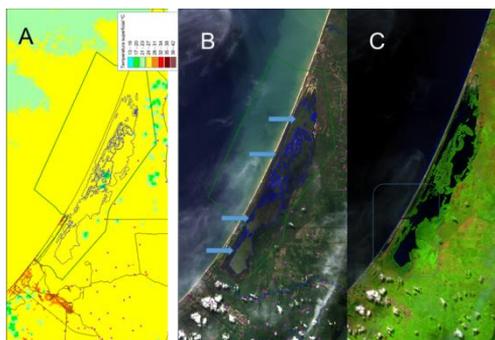


Figura 8. Secuencia de imágenes Landsat 8, mayo 2022. A.- LST- Banda (10) térmica. B.- Detección cambios en la profundidad de las lagunas. Combinación bandas del visible 4,3,2. C.- combinación bandas 6,5,4 para detección de la mancha de inundación, PNLT.

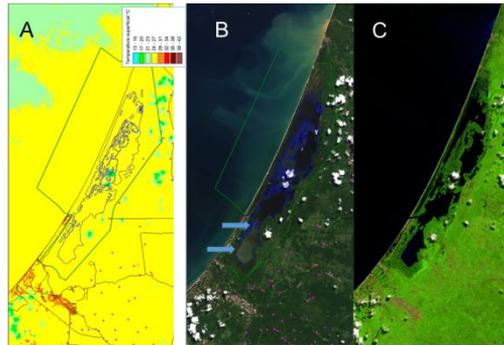


Figura 9. Secuencias de imágenes Landsat 8, octubre 2022. A- LST banda térmica (B10). B- detección de cambios en la profundidad de las lagunas, combinación 4,3,2 de bandas en el espectro visible. C.- combinación bandas 6,5,4 para detección de la mancha de inundación, PNLT.

LITERATURA CITADA

- Chander, G., B.L. Markham y D.L. Helder. 2009. Summary of Current Radiometric Calibration Coefficients for Landsat MSS, TM, ETM+, and EO-1 ALI Sensors. (In Press, Remote Sensing of Environment, Manuscript Number: RSE-D-08-00684) Landsat MSS, TM, ETM+, and EO-1 ALI Sensors.
- USGS. 2019. LANDSAT 8 (L8) Data Users Handbook. Versión 5.0. Consultado en: Febrero, 2023, disponible en: <https://www.usgs.gov/media/files/LANDSAT-8-data-users-handbook>.
- Wang, F., Z. Qin, C. Song, L. Tu, A. Karnieli y S. Zhao. 2015. An Improved Mono-Window Algorithm for Land Surface Temperature Retrieval from LANDSAT 8 Thermal Infrared Sensor Data. *Remote Sensing* 7(4): 4268-4289.

CARACTERIZACIÓN DE LA PERCEPCIÓN SOCIAL DE LOS RIESGOS ECOLÓGICOS QUE AFECTAN A UN HUMEDAL MARINO COSTERO

Characterizing social perception of ecological risks
affecting a coastal marine wetland

José Renato De Nóbrega^{1*}, Teresa Delucca² y
Alejandra Zamora¹

¹Centro de Ecología Aplicada del IZET y ²Escuela de Biología.
Facultad de Ciencias, Universidad Central de Venezuela, Caracas,
Venezuela. *renato.nobrega@ciens.ucv.ve

RESUMEN

Se caracterizó la percepción que manifiestan 18 profesionales expertos acerca de los riesgos ecológicos de actividades humanas y eventos naturales sobre la Laguna de Tacarigua, utilizando el método denominado paradigma psicométrico. Cada profesional evaluó siete (7) amenazas ambientales (contaminación del agua, expansión agropecuaria, hidrodinámica alterada, pesca ilegal, cacería furtiva, eventos climáticos extremos y elevación del nivel del mar) según la magnitud de ocho (8) atributos psicosociales (riesgo general, necesidad de regulación, observable, conocimiento, reversibilidad, control, beneficios y equidad), utilizando una escala ordinal del 1 al 5 (muy bajo, bajo, moderado, alto, muy alto). El conjunto de amenazas fue percibido como de alto riesgo y alta necesidad de regulación, con efectos observables en grado moderado a alto, y conocidas por los locales, controlables y reversibles en grado moderado, con una magnitud moderada a baja en posibles beneficios y equidad. Las amenazas con mayor riesgo percibido fueron la hidrodinámica alterada, el clima extremo, la contaminación del agua y la expansión agropecuaria. El riesgo percibido está correlacionado positivamente con la condición observable del efecto de la amenaza. La pesca y cacería ilegal, la contaminación y la hidrodinámica alterada son percibidas como las amenazas con mayor necesidad o posibilidad de regulación. La necesidad de regulación está correlacionada positivamente con la percepción de las condiciones de control y reversibilidad de la amenaza, y el conocimiento por los locales.

Palabras clave: Laguna de Tacarigua, paradigma psicométrico, amenaza ambiental.

Keywords: Tacarigua Lagoon, psychometric paradigm, environmental threat.

INTRODUCCIÓN

Los estudios de percepción social de riesgos ecológicos, diseñados para el análisis de las interpretaciones y evaluaciones que legos y/o expertos elaboran acerca de potenciales o reales amenazas que se ciernen sobre las especies biológicas y ecosistemas, han cobrado cada vez mayor importancia desde el trabajo pionero de McDaniels *y col.* (1995). En dicho trabajo los autores adoptaron, de manera novedosa, el método del paradigma psicométrico, aplicado tradicionalmente en el campo de la percepción de riesgos en la salud humana. Varias investigaciones sobre

percepción de riesgos ecológicos mediante el paradigma psicométrico han sido desarrolladas desde entonces, muchas vinculadas a ambientes acuáticos como en MacDaniels *y col.* (1997), Axelrod *y col.* (1999), Cavanagh *y col.* (2000), Huang *y col.* (2013), Kiriscioglu *y col.* (2013), y Aragonés *y col.* (2017).

En este trabajo se expone una investigación en esta línea. Su objetivo principal fue caracterizar la percepción social de profesionales expertos acerca de los riesgos ecológicos de amenazas antrópicas y naturales sobre el humedal marino costero Parque Nacional Laguna de Tacarigua (PNLT). El humedal se encuentra ubicado en la región centro norte de Venezuela, en una zona de gran desarrollo turístico, pesquero y agrícola, y por ende sometido a varios factores amenazantes (Naveda, 2011; Malaver *y col.*, 2014).

Debido a la importancia socioeconómica y biológica de este ecosistema, exploramos los principales eventos amenazantes sobre el humedal y la forma en que son percibidos por los expertos. Consideramos que estudios de esta índole son de suma importancia como información para la toma de decisiones en la gestión de humedales.

METODOLOGÍA

Se diseñó una encuesta dirigida a 18 profesionales expertos, seleccionados por haber desarrollado investigaciones en la laguna y/o conocer su problemática socioambiental. Cada encuestado evaluó siete (7) eventos amenazantes según ocho (8) características o atributos psicosociales. Los eventos considerados fueron: la contaminación del agua, la expansión agropecuaria, la alteración de la hidrodinámica de la zona, la pesca con artes no permitidas, la cacería furtiva de animales silvestres amenazados que usan el medio acuático, los eventos climáticos extremos (períodos de sequía y/o lluvia prolongados y severos), y la elevación del nivel del mar. Estos eventos fueron identificados a partir de una revisión sistemática de la literatura referente al Parque Nacional Laguna de Tacarigua.

Los ocho atributos considerados fueron: (1) Riesgo: posibilidad de que el evento represente un problema severo para la laguna (o componente de la laguna) actualmente; (2) Necesidad de regulación: el grado de urgencia en abordar y regular el evento actualmente; (3) Control: la capacidad de control efectivo del evento y/o de sus efectos por las autoridades y la comunidad; (4) Reversibilidad: el grado en que los efectos del evento pueden revertirse si es controlado y restaurar así la laguna o componente afectado; (5) Observable: el grado de detección u observación de los efectos del evento; (6) Conocimiento: grado de conocimiento sobre el evento y sus potenciales efectos, por parte de los actores locales; (7) Beneficio: el grado o

magnitud del posible beneficio que el evento (o las acciones que conducen al evento) genera a las comunidades o a un grupo socioeconómico particular; (8) Grado de equidad del beneficio: grado en el cual el posible beneficio que genera el evento es disfrutado de manera equitativa por los miembros de la comunidad.

Para la evaluación, los encuestados utilizaron una escala ordinal tipo Likert de cinco categorías, numeradas del 1 al 5, que indicaban el grado alcanzado en el atributo a considerar, a saber: 1: muy bajo, 2: bajo, 3: moderado, 4: alto, y 5: muy alto. Culminada la encuesta, las calificaciones fueron expresadas en una nueva escala de evaluación, con punto medio igual a cero y extremos entre -2 y 2, al restarles el número 3. Esta nueva escala facilita el análisis de los resultados. Para cada atributo se reportó su valor promedio (M), calculado sobre todos los eventos amenazantes, y su desviación estándar (DE). A su vez, para cada evento amenazante se reportó la respuesta promedio y desviación estándar en cada atributo. Se obtuvieron mapas de percepción de las amenazas a partir de su representación sobre los componentes principales, extraídos a partir de la matriz de correlación de los atributos. Lo expuesto representa, de manera sucinta, el método del paradigma psicométrico.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En términos generales, el conjunto de siete (7) eventos fue calificado como de alto riesgo y alta necesidad en ser regulado, con un grado moderado a alto en cuanto a la observación o detección de sus efectos. La condición de reversibilidad de los eventos, la capacidad de controlarlos y el grado de conocimiento de sus efectos por los actores locales son calificados como moderados. La magnitud y la equidad del beneficio de los eventos son percibidos, en promedio, como moderados a bajos (Tabla 1).

Tabla 1. Para cada atributo, el promedio global (M) y la desviación estándar (DE) de los siete (7) eventos amenazantes. Escala de calificación: -2: muy bajo; -1: bajo; 0: moderado; 1: alto; 2: muy alto.

Atributos	Promedio global (M)	DE
Riesgo	1,06	0,30
Regulación	1,01	0,35
Observable	0,53	0,30
Reversibilidad	-0,10	0,65
Conocimiento	-0,31	0,36
Control	-0,39	0,46
Beneficio	-0,42	0,73
Equidad	-0,55	0,36

Los ocho (8) atributos quedaron discriminados en tres grupos, cada uno con correlaciones positivas significativas entre sus integrantes, y asociado a un componente principal particular. El primer grupo importante lo conformaron cuatro atributos, a saber: *regulación, control, reversibilidad y conocimiento*. En este grupo todas las correlaciones por pareja resultaron mayores que 0,85 con $p < 0,05$. Según este resultado, la percepción de la necesidad de regular una amenaza se relacionó directamente con la reversibilidad percibida, la capacidad percibida de controlarla y el grado de conocimiento de dicha amenaza por los locales. Los cuatro atributos señalados son los de mayor peso, todos positivos, en el primer componente principal. Dicho componente representa el 52,7% de la variabilidad total multivariante de las 7 amenazas.

El segundo grupo quedó conformado por los atributos *riesgo y observable*. La percepción del riesgo de una amenaza estuvo directamente relacionada con el grado de observación y detección de sus consecuencias o efectos ($r=0,85$; $p < 0,02$). Este par de atributos presentan las mayores contribuciones en el segundo componente principal, ambas positivas. Este segundo componente representa el 24,2% de la variabilidad.

Un tercer grupo lo integró el par de atributos restantes, *beneficio y equidad*, con una correlación positiva y moderada entre sí ($r=0,72$; $p=0,07$); representan las variables con mayor contribución, también positiva, en la conformación del tercer componente principal. Este tercer componente tiene asociado el 19% de la variabilidad total.

Los tres primeros componentes señalados explican en conjunto un 95,8% de la variabilidad total de los datos. Un mapa de percepción de las amenazas, a partir de la representación sobre los dos primeros componentes principales, se expone en la Figura 1.

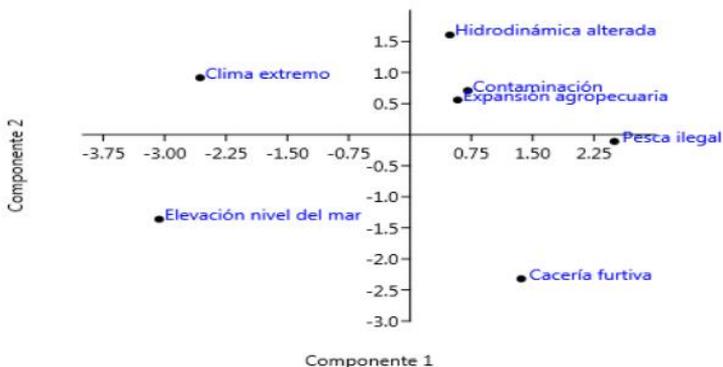


Figura 1. Mapa de percepción de las siete (7) amenazas en términos de los dos primeros componentes principales. Ver interpretación de los componentes en el texto.

Las posiciones relativas de las amenazas sobre el mapa de percepción reflejan, aproximadamente, sus puntajes promedios en dos atributos relevantes y representativos de cada componente: riesgo y regulación. En cuanto al riesgo percibido, las amenazas calificadas como de alto a muy alto riesgo (puntaje promedio $M > 1$) fueron la hidrodinámica alterada, el clima extremo, la contaminación, y la expansión agropecuaria, ubicadas en el extremo superior del eje vertical del mapa de percepción (Figura 1). En cuanto a la necesidad percibida de regulación urgente, las amenazas con puntaje promedio entre alto y muy alto ($M > 1$) fueron la pesca ilegal y la cacería furtiva, la contaminación del agua, la hidrodinámica alterada y la expansión agropecuaria, ubicadas en el extremo derecho del eje horizontal del mapa de percepción (Figura 1). Notemos que las amenazas percibidas como menos urgentes en ser abordadas y reguladas, en términos relativos, son aquellas dos vinculadas con el fenómeno del calentamiento global: el clima extremo y la elevación sobre el nivel del mar.

CONSIDERACIONES FINALES

La caracterización de la percepción social de expertos acerca de eventos amenazantes sobre la laguna de Tacarigua, siguiendo el método del paradigma psicométrico, señala tres factores subyacentes a la percepción: (1) La capacidad de gestionar el evento amenazante, reflejada en el conocimiento de sus efectos y necesidad de regularlos, controlarlos y revertirlos, (2) La condición de riesgo observable, y (3) El posible beneficio asociado al evento y su disfrute equitativo.

AGRADECIMIENTOS

Parte de los resultados expuestos dieron apoyo al Trabajo Especial de Grado de la Licenciatura en Biología (UCV, 2022) de Teresa Delucca, realizado bajo la dirección de José Renato De Nóbrega y Alejandra Zamora. En ese sentido, agradecemos el apoyo recibido por la Escuela de Biología y el Instituto de Zoología y Ecología Tropical de la UCV.

LITERATURA CITADA

- Aragónés, J.I., C. Tapia-Fonllem, L. Poggio y B. Fraijo-Sing. 2017. Perception on the risk of the Sonora River Pollution. *Sustainability* 9: 263. doi:10.3390/su9020263.
- Cavanagh, N., T. McDaniels, L. Axelrod, y P. Slovic. 2000. Perceived ecological risks to water environments from selected forest industry activities. *Forest Science* 46(3): 344-355.
- Huang, L., Y. Han, Y. Zhou, H. Gutscher y J. Bi. 2013. How do the Chinese perceive ecological risk in freshwater lakes?. *PloS one*, 8(5), e62486.

- Kiriscioglu, T., D.M. Hassenzahl, y B. Turan. 2013. Urban and rural perceptions of ecological risks to water environments in southern and eastern Nevada. *Journal of Environmental Psychology* 33:86-95.
- Malaver, N., M. Rodríguez, R. Montero, V. Aguilar y M. Salas. 2014. Cambios espaciales y temporales en las características fisicoquímicas y microbiológicas del agua de la laguna de Tacarigua, estado Miranda, Venezuela. *Acta Biologica Venezuelica* 34(1):117-151.
- McDaniels, T.L., L.J. Axelrod y P. Slovic. 1995. Characterizing perception of ecological risk. *Risk Analysis* 15(5): 575-588.
- McDaniels, T.L., L.J. Axelrod, N.S. Cavanagh y P. Slovic. 1997. Perception of ecological risk to water environments. *Risk Analysis* 17(3): 341-352.
- Naveda, J. 2011. Informe retrospectivo sobre los problemas que presenta el Parque Nacional Laguna de Tacarigua. Informe técnico desarrollado para la Dirección General Sectorial de Parques del Instituto Nacional de Parques, Caracas. 28 p.

FLORÍSTICA Y FISIONOMÍA DE BOSQUES DE LA SUBREGIÓN NATURAL PLANICIE DELTÁICA AL SUR DE RÍO GRANDE (DELTA DEL ORINOCO)

Floristics and Physiognomy of forests in the natural sub-region deltaic plain south of Rio Grande (Orinoco Delta)

Valois González¹, Julio Delgado², Luis Rodríguez² y
Carlos Reyes³

Instituto de Zoología y Ecología Tropical (IZET), Universidad Central de Venezuela¹; Ministerio del Poder Popular para el Ecosocialismo, Venezuela², Investigador independiente³. juliodel60@gmail.com

RESUMEN

Se caracterizaron florística y fisionómicamente los bosques del sector centro norte de la subregión natural del Delta de Orinoco conocida como Planicie Deltaica al sur del Río Grande, específicamente al sur del caño Aguirre. Se describieron dos nuevas comunidades boscosas: Bosque alto medio siempreverde de pantano estacional de *Terminalia dichotoma*, *Pterocarpus officinalis* y *Eschweilera subglandulosa*, y Bosque alto medio de pantano de *Tabebuia insignis*, *Symphonia globulifera* y *Parinari campestris*. En total se describieron 23 comunidades vegetales a lo largo del trayecto fluvial, sumando dos zonas de contacto asociadas al complejo de la Formación Imataca. Se propone eliminar el concepto de delta medio, el cual se encuentra en desuso en la literatura internacional sobre temas deltáicos.

Palabras clave: Florística, fisionomía, bosques, Delta Orinoco.

Keywords: Floristics, physiognomy, forests, Orinoco Delta.

INTRODUCCIÓN

El Delta del Orinoco se conformó durante el Holoceno y está constituido por una planicie costera de aproximadamente 42.000 Km² (Figura 1), la cual se considera como una provincia geomorfológica aparte, ubicada entre el borde noreste del escudo de Guayana, los depósitos pleistocénicos de la formación Mesa y el sistema montañoso Nororiental.

El Delta se ha dividido en cuatro grandes regiones naturales, y cada una de ellas posee características propias con relación a la mayor/menor influencia fluvial o marina en cuanto al origen y forma de deposición de los sedimentos (MARN, 1979). Estas son: la planicie cenagosa Nororiental, la planicie Deltaica de los ríos Morichal Largo y Tigre, el Delta propiamente dicho y las denominadas planicies Deltaicas al sur del río Grande. El Delta propiamente dicho, está constituido por el área ubicada entre el caño Mánamo y el denominado Río Grande del Orinoco. Este presenta la típica forma de abanico y posee un área de 20.642 Km² (Figura 2).



Figura 1. Mosaico elaborado con imágenes de Landsat-7 ETM+. Cobertura de la Reserva de Biosfera “Delta del Orinoco”. Imagen recuadro superior (233-53. 25 Oct 2000), imagen recuadro inferior (233-54. 13, septiembre 2002). Mosaico cortesía de G. Montes.

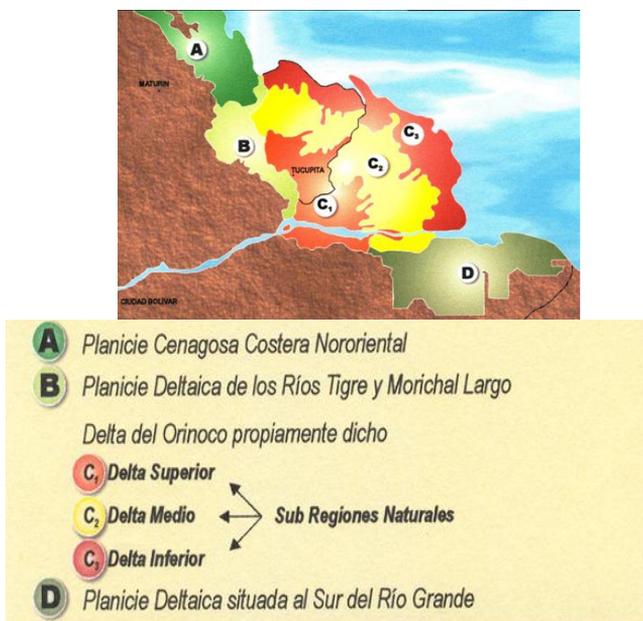


Figura 2. Regiones Naturales de la Provincia Fisiográfica, Delta del Orinoco (tomado de González, 1999; MARN, 1979).

Como parte de las iniciativas de conservación y uso sustentable de los ecosistemas y la biodiversidad que se llevaron a cabo en Venezuela, el Fondo para el Medio Ambiente Mundial (FMAM), Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) y el Ministerio del Poder Popular para el Ecosocialismo (MPPE) de la República Bolivariana de Venezuela establecieron el Proyecto VEN/99/G31, denominado “Conservación y Uso Sustentable de la Diversidad Biológica en la Reserva de Biosfera y los Humedales del Delta del Orinoco”. Dentro de este contexto se realizó el estudio “Caracterización y Diagnóstico de la Vegetación en la Reserva de Biosfera Delta del Orinoco para su Conservación y Uso Sustentable”, mediante la metodología de Evaluación Ecológica Rápida (Sayre, 2000), la cual generó una línea base ambiental.

Como resultado de estos esfuerzos, se lograron identificar 113 unidades de vegetación para toda la Reserva de Biosfera (Escala 1:100.000) y 108 entre todas las áreas pilotos (Escala 1:50.000), reconociéndose comunidades boscosas, bosques de manglar, palmares de pantano, arbustales y matorrales, herbazales y pastizales (Figuras 3 y 4, González, 2006).

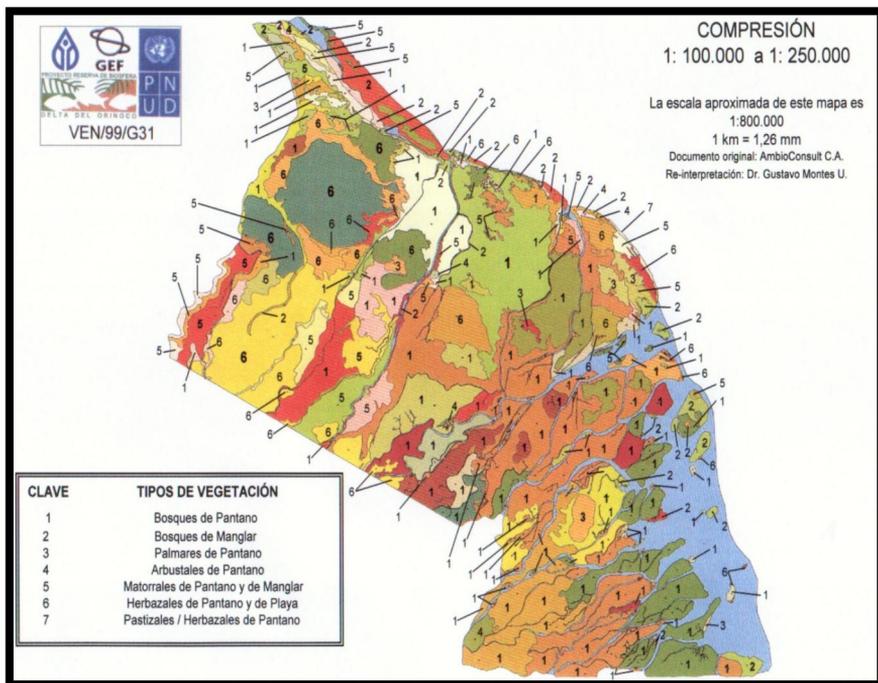


Figura 3. Mapa de vegetación compuesto de las principales formaciones presentes en la RDBO (González, 2006; Montes, 2002-2004).

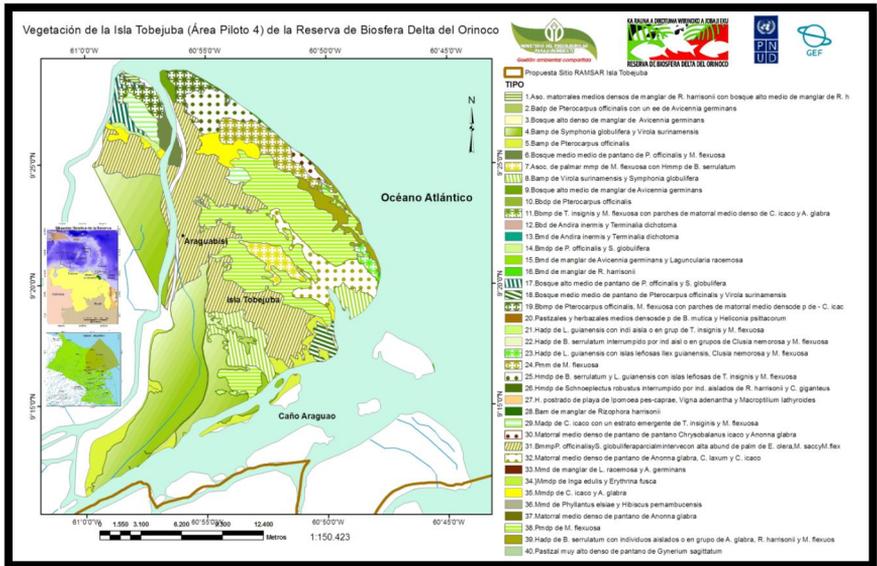


Figura 4. Mapa de vegetación de la Isla de Tobejuba. Aquí están representados a escala 1: 150.000 las 40 unidades de vegetación de los 113 totales identificadas para la RBDO. Esta área piloto muestra una β - diversidad mayor con relación a las demás áreas pilotos (González, 2006; Montes, 2002-2004).

MATERIALES Y MÉTODOS

El área de estudio se encuentra localizada dentro del cuadrante limitado entre las coordenadas $8^{\circ}15'00''$ - $8^{\circ}35'00''$ N, y $60^{\circ}20'00''$ - $61^{\circ}15'00''$ O en el municipio Antonio Díaz del estado Delta Amacuro, parroquia San Rafael de Curiapo, al sur de Río Grande (Figura 5). Los números representan los sitios visitados y georreferenciados. En esta se encuentra ubicado el pueblo de Curiapo que es la capital de la parroquia y al sur de esta locación se encuentran las desembocaduras del río Aguirre (Acure) en dirección franco sur de este poblado, y en dirección noreste a 11,23 km se encuentra la desembocadura del río Arature. El río Aguirre tiene una extensión 26,2 km, mientras que el Arature es de 51,5 km; ambos tienen sus nacientes en la Serranía de la Formación Imataca, cercanas al límite con el estado Bolívar.

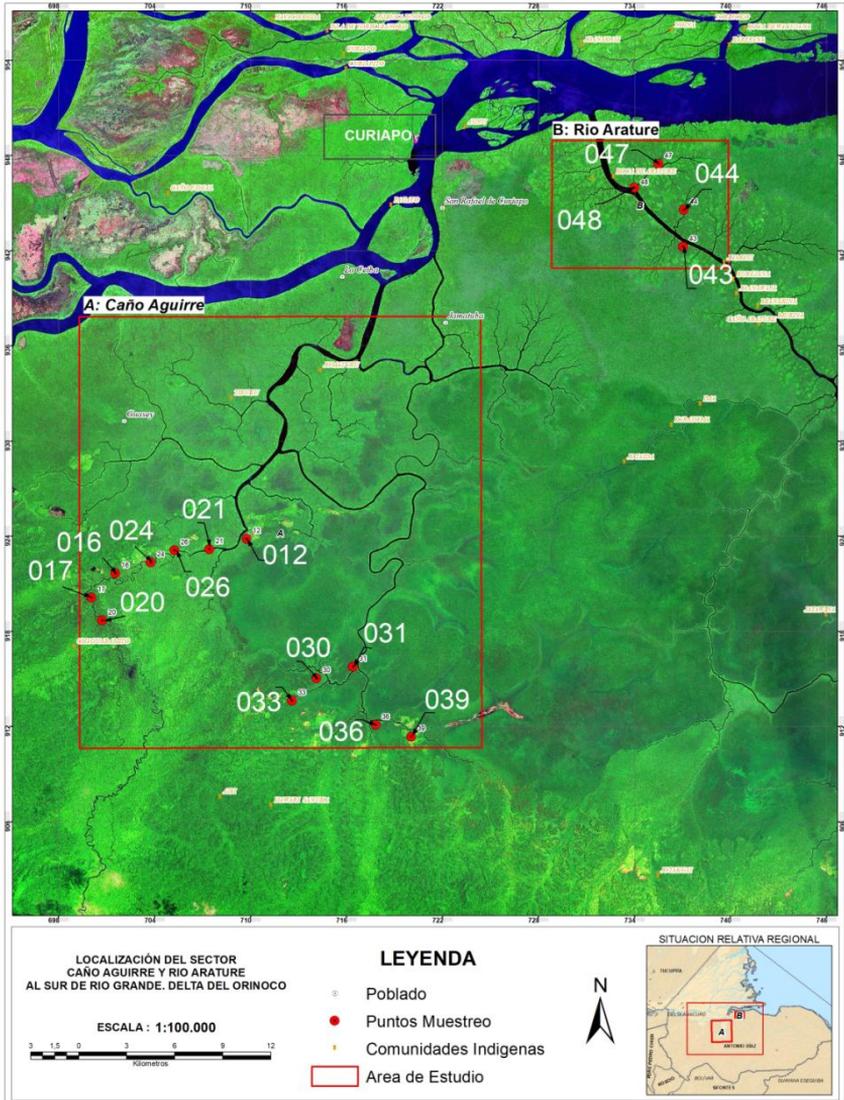


Figura 5. Mapa del área de estudio.

Este trabajo estuvo dirigido a obtener una aproximación de las distintas comunidades arbóreas, arbustivas durante una salida de campo de siete días de duración en un sector del Delta de difícil acceso por su lejanía de los principales sitios poblados. La metodología se basó en el uso de técnicas de muestreo simplificadas y en línea como las que se realizan en

las Evaluaciones Ecológicas Rápidas (EER), planteadas por Sayre *y col.* (2000). Se visitaron localidades representativas de las comunidades arbóreas presentes en el área, previamente discriminadas con las imágenes de satélite. Para el monitoreo de los recorridos y ubicación de estas últimas se utilizó la tecnología de Geoposicionamiento satelital (GPS), mediante el uso de un GPS Garmin, modelo eTrex Venture HD. Las coordenadas fueron expresadas en UTM (Universal Transversal Mercator, Datum REGVEN, huso 20). En cada tipo de comunidad identificada se estableció una transecta, la cual fue ubicada en un mapa de acuerdo a sus coordenadas UTM. A lo largo de estas se establecieron parcelas de 20 x 20 m y por la misma transecta se hizo la toma de datos (en el caso de observación directa). Los datos registrados incluyeron la recolección e identificación de las especies presentes, de las cuales se destacan las de mayor abundancia relativa presentes en cada uno de los estratos, de acuerdo a la complejidad estructural de las comunidades, particularmente las arbóreas. Los datos se registraron en planillas de campo.

RESULTADOS

En el sector más oriental de esta subregión prácticamente desconocida, se pudieron caracterizar por primera vez los bosques predominantemente siempreverdes y bien drenados presentes en los topes de las colinas de la Formación Imataca de mayor evolución pedogenética, los cuales se han conformado a consecuencia de la meteorización a lo largo del tiempo de las islas de rocas ígneas de dicha Formación que dominan en altura el sustrato turba, el cual recubre en su sección más baja al complejo ígneo metamórfico adyacente a las aguas del caño Aguirre.

En las Tablas 1 al 4 se muestra los tipos de vegetación, con sus respectivas especies dominantes. En líneas generales se caracterizaron 2 tipos de bosques. Bosques de pantano asociados a la planicie cenagosa, y Bosques siempreverdes bien drenados asociados a las colinas de Imataca. Del primer tipo, once (11) son principalmente siempreverde de pantano estacional del sector Las Margaritas (Tabla 1), dos (2) son siempreverde inundables del sector Ibaruma (Tabla 2) y tres (3) son bosques secundarios del río Arature (Tabla 3). Del segundo tipo, diez (10) son siempreverdes bien drenado y uno siempreverde secundario (Tabla 4).

De los resultados obtenidos se destaca el hecho de que el bosque alto denso siempreverde de pantano de *Terminalia dichotoma*, *Pterocarpus officinalis* y *Eschwieleria subglandulosa* de esta subregión, presenta una riqueza y una diversidad mayor que la de los bosques de pantanos vecinos. A nivel de hipótesis, se planteó, que la mayor complejidad estructural y florística de estos, se relaciona con un mejor drenaje externo.

Las especies arbóreas presentes, como *Genipa americana*, alcanza en su estado adulto alturas mayores de 25 m y diámetros de los troncos que superan los 100 cm, lo que contrasta con los individuos de esta misma especie presentes en los Llanos de Venezuela. El estrato arbóreo inferior de esta comunidad forestal se distingue de los otros bosques tanto de pantano como de los presentes en las colinas de Imataca, por el hecho que la mayor abundancia relativa se concentra en solo dos especies representadas por *Gustavia augusta* y *Zygia latifolia*, las cuales nunca alcanzan el dosel, ni el estrato arbóreo medio.

En este tipo de comunidad arbórea no se encontraron individuos juveniles ni adultos de *Symphonia globulifera* (paramancillo), ni de *Virola surinamensis* (cuajo) los cuales son muy frecuentes en los bosques de pantano tanto del Delta Superior, como del Inferior.

Finalmente se quiere destacar que estos bosques presentan un componente relativamente elevado de especies pertenecientes a las familias Lecythidaceae y Chrysobalanaceae, las cuales son especies de relativo lento crecimiento y una densidad de la madera relativamente alto.

Tabla 1. Bosques de pantano asociados a la planicie cenagosa del Delta al sur de Rio Grande. Sector Las Margaritas.

Nº	Tipo Fisionómico	Estructura	Especies dominantes	Ambiente Geomorfológico	Sector	Observaciones
1	Bosque de pantano	Alto-medio	<i>Terminalia dichotoma</i> , <i>Pterocarpus officinalis</i> y <i>Eschweilera subglandulosa</i>	Planicie cenagosa del delta	Caño Aguirre-Las Margaritas	Siempreverde de pantano estacional
	Bosque de pantano	Alto-medio denso	<i>Spondias mombin</i> y <i>Carapa guianensis</i>			Siempreverde de pantano estacional y secundario
	Bosque de pantano	Medio	<i>Catostema commune</i> y <i>Carapa guianensis</i>			Secundario
	Bosque de pantano	Medio	<i>Pterocarpus officinalis</i> y <i>Terminalia dichotoma</i> , seguido de un bosque bajo medio secundario de pantano de <i>Brownea coccinea</i> y <i>Pentaclethra macroloba</i>			Siempreverde presente en los primeros 30m del borde del caño
	Bosque de pantano	Bajo-medio	<i>Miconia chrysophylla</i> y <i>Symphonia globulifera</i>			Secundario

Tabla 2. Bosques de pantano asociados a la planicie cenagosa del Delta al sur de Río Grande. Sector Ibaruma.

Nº	Tipo Fisionómico	Estructura	Especies dominantes	Ambiente Geomorfológico	Sector	Observaciones
2	Bosque de Pantano	Alto-denso	<i>Tabebuia insignis</i> , <i>Symphonia globulifera</i> y <i>Parinari campestris</i>	Planicie cenagosa	Caño Aguirre-Ibaruma	Siempreverde inundable
	Bosque de Pantano	Alto-medio	<i>Symphonia globulifera</i> y <i>Calophyllum brasiliense</i>	Planicie cenagosa	Caño Aguirre-Ibaruma	Siempreverde inundable

Tabla 3. Bosques de pantano asociados a la planicie cenagosa del Delta al sur de Río Grande. Sector Río Arature.

Nº	Tipo Fisionómico	Estructura	Especies dominantes	Ambiente Geomorfológico	Sector	Observaciones
3	Bosque de pantano	Alto-medio	<i>Viola surinamensis</i> , <i>Ormosia paraensis</i> , <i>Mora excelsa</i> , <i>Rhizophora x harrisonii</i> y <i>Manicaria saccifera</i>	Planicie cenagosa del delta	Arature	
4	Matorral	Bajo-medio	<i>Mauritia flexuosa</i> , <i>Polygonum sagittatum</i> y <i>Ludwigia hyssopifolia</i>	Planicie cenagosa del delta	Arature	Secundario
5	Bosque de pantano	Alto-denso	<i>Pterocarpus officinalis</i> , <i>Symphonia globulifera</i> y <i>Mora excelsa</i>	Planicie cenagosa del delta	Arature	

Tabla 4. Bosques Siempreverdes asociados a Colinas de Imataca. Sector Las Margaritas - Ibaruma.

Nº	Tipo Fisionómico	Estructura	Especies dominantes	Ambiente Geomorfológico	Sector	Observaciones
6	Bosque	Alto-denso	<i>Andira surinamensis</i> e <i>Inga alba</i>	Colinar medio de Imataca	Caño Aguirre-Las Margaritas	Siempreverde bien drenado
	Bosque	Alto-medio	<i>Andira surinamensis</i> , <i>Licania densiflora</i> e <i>Inga alba</i>			Siempreverde bien drenado
	Bosque	Alto-medio	<i>Licania densiflora</i> y <i>Eschweilera decolorans</i>			Siempreverde bien drenado
	Bosque	Alto-denso	<i>Licania densiflora</i> , <i>Eschweilera decolorans</i> y <i>Eischweilera grata</i>			Siempreverde

	Bosque	Bajo-medio denso	<i>Spondias mombin</i> , <i>Catostema commune</i> y <i>Carapa guianensis</i>			Secundario siempreverde
7	Bosque	Bajo-medio denso	<i>Inga alba</i> y <i>Mabea piriri</i>	Colinar medio de Imataca	Caño Aguirre-Las Margaritas	Secundario siempreverde
8	Bosque	Alto-denso	<i>Clathrotropis brachypetala</i> y <i>Andira surinamensis</i>	Colinas altas de Imataca	Caño Aguirre-Ibaruma	Siempreverde bien drenado
	Bosque	Alto-denso	<i>Eschweilera decolorans</i> , <i>Parinari campestris</i> y <i>Licania densiflora</i>			Siempreverde
	Bosque	Alto-denso	<i>Eschweilera grata</i> , <i>Eschweilera subglandulosa</i> y <i>Sloanea guianensis</i>			Siempreverde

DISCUSIÓN

El área explorada en esta primera caracterización arrojó interesantes observaciones desde el punto de vista fisionómico y florístico de los distintos tipos de bosque que se encuentran establecidos. Esta primera caracterización solo abarcó un área muy reducida del total que conforma dicha sub región, lo que amerita que se sigan realizando más estudios. En vista de que en la mayoría de los bosques de Venezuela no se sigue un plan de manejo sustentable, sería importante considerar para el futuro una medida de protección para estas comunidades boscosas de esta región de Venezuela.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos al Proyecto “Conservación y Uso Sustentable de la Diversidad Biológica en la Reserva de Biosfera y los Humedales del Delta del Orinoco” (MARN-PNUD-GEF VEN/99/G31), a su Director Dr. Guido Pereira[†] y a su personal por el patrocinio recibido en la realización de la salida de campo, a la Dirección Estatal Delta Amacuro por las facilidades y el apoyo logístico aportado en el traslado y regreso durante los 10 días de trabajo de campo y finalmente al geógrafo José Lloverá y al gestor ambiental Manuel Rivas por el procesamiento digital de imágenes y la elaboración de los mapas preliminares de las áreas estudiadas.

LITERATURA CITADA

- González B., V. 2006. Proyecto ven /99/g31, Conservación y uso sustentable de la diversidad biológica en la reserva de biosfera y los humedales del delta del Orinoco: Evaluación ecológica rápida del componente vegetación. PNUD-AMBIOCONSULT. Caracas. 439 p.
- González B., V. y J. Delgado. 2017. La vegetación asociada al conjunto de islas recientes y subrecientes del estuario del Río Grande del Orinoco. Sector Merejina, estado Delta Amacuro, Venezuela. *BioLlania* (Ed. Especial.) 15: 561-582.
- González B., V., J. Delgado F., L. Rodríguez y C. Reyes. 2022. Florística y fisionomía de bosques de la Subregión Natural Planicie Deltaica al sur de río Grande (Delta del Orinoco) *Acta Bot. Venez.* 44 (1 y 2):35-92.
- MARNR, 1979. *Inventario Nacional de Tierras*. Delta del Orinoco y Golfo de Paria. Serie de Informes Científicos Zona 2. Maracay, Venezuela.
- Montes, G. 2002-2004. Serie de Informes Técnicos. Proyecto "Conservación y Uso Sustentable de la Diversidad Biológica en la Reserva de Biosfera y los Humedales del Delta del Orinoco". Once volúmenes. MARN-PNUD-GEF VEN/99/G31. Caracas.
- Sayre, R., E. Roca, G. Sedaghatkish, B. Young, S. Keel, R. Roca y S. Sheppard. 2000. *Nature in Focus. Rapid Ecological Assessment*. Island Press. Washington D.C., USA.

REGISTRO DE AVES PLAYERAS EN HUMEDALES URBANOS DE LOS PARQUES RECREATIVOS DE CARACAS, VENEZUELA

Shorebirds record in urban wetlands of the Caracas, Venezuela recreational parks

Miguel E. Nieves^{*1,2}, Julio C. Morón²

¹Fundación La Salle de Ciencias Naturales, Museo de Historia Natural La Salle (MHNLS). ²Instituto Nacional de Parques, Zoológico Caricuao.
Correspondencia: profemiguelnieves@gmail.com

RESUMEN

La mayoría de las poblaciones de aves playeras están disminuyendo a nivel global a causa de la degradación y destrucción de los humedales, hábitats críticos para su reproducción e invernada, así como por los efectos del cambio climático. Una evaluación a nivel global indicó que más del 50% de los humedales han sido convertidos o eliminados durante los últimos dos siglos, con una aceleración en la pérdida de estos hábitats a partir de la segunda mitad del siglo XX. Por lo que se justifica los estudios de aves acuáticas en estos entornos y en específico las aves playeras. El objetivo de este trabajo fue caracterizar las aves playeras en los parques recreativos de Caracas: Parque Generalísimo Francisco de Miranda, Zoológico Caricuao, Laguito de Los Próceres y Parque Simón Bolívar. Se realizaron registros visuales a lo largo de los años: 2020, 2021 y 2022, en el entorno de los cuerpos de agua de estas localidades. En total, se registraron 367 aves playeras de cuatro Familias: Scolopacidae, Charadriidae, Burhinidae y Rynchopidae, con presencia de 13 especies de las cuales tres son residentes y 10 son migratorias boreales. La especie más abundante fue Alcaraván *Vanellus chilensis* (325 individuos). La reproducción de *Vanellus chilensis* se evidenció en el Parque Simón Bolívar y el Parque Generalísimo Francisco de Miranda. Este estudio constituye a saber, el primer reporte de aves playeras en zonas urbanas de Caracas, que revela la importancia de estas áreas como hábitat alternativo para aves residentes y migratorias.

Palabras clave: Conservación, Estanques urbanos, Migración, Scolopacidae.

Keywords: Conservation, Migration, Scolopacidae, Urban ponds.

INTRODUCCIÓN

Para el año 2025 se prevé que la población urbana de los países en vías de desarrollo, incluidos los países del Neotrópico, llegará a los cuatro mil millones de habitantes (tres veces más que la población urbana esperada para los países desarrollados), lo que provocará un gran impacto sobre los ecosistemas naturales (Marzluff *y col.*, 2001). Según Seto (2012), entre el 2000 y el 2030 habrá un aumento del 185% en la extensión de las áreas urbanas, representando una seria amenaza para la biodiversidad alrededor del mundo (McDonald *y col.*, 2008), aunado a que el 50% de los humedales han sido convertidos o eliminados durante los últimos dos siglos (Davidson, 2014).

Los refugios alternativos antropogénicos de agua dulce llamados humedales artificiales, se clasifican según sus atributos, en 16 tipos (Chester y Robson, 2013), de los cuales solo cinco son estanques urbanos, que se definen como pequeños cuerpos de aguas lenticos de origen artificial que se delimitan por sus áreas y que varían en sus características, pudiéndolos agrupar en: estanques de jardín (EJ), estanques industriales (EI), lagos ornamentales (LO), sistemas de drenaje (SD), y reservas naturales (RN).

La conectividad de los humedales es una consideración paisajística importante para la mayoría de las aves acuáticas, una red de estanques como el que presenta la ciudad de Caracas, comenzando por las lagunas del Zoológico de Caricuao (EJ), seguido por el Laguito de Los Próceres (LO), Jardín Botánico (EJ), las lagunas del Parque Generalísimo Francisco de Miranda (LO) y terminando con la laguna Libertad en el Parque Simón Bolívar (LO), unidos por el corredor del Río Guaire, debiendo incluir la Laguna de Casarapa (LO) en la población de Guatire, es esencial como hábitat alternativo, para el intercambio genético de las especies, la dispersión y la migración de las aves acuáticas, ya que muchas especies se desplazan a nivel local o regional en busca de lugares óptimos de alimentación y/o reproducción.

Los estanques urbanos contienen, sin duda, una mayor proporción de biodiversidad a nivel de paisaje que otros hábitats comparables, pero el aporte a la biodiversidad contenida dentro los estanques urbanos varía notablemente en términos de su extensión y composición, a pesar de estar en estrecha proximidad a hábitats humanos (Hassall, 2014).

Las aves playeras, también conocidas como aves de orilla, comprenden un conjunto de especies asociadas con hábitats en humedales costeros y continentales, naturales o artificiales, donde explotan recursos alimentarios presentes en el sustrato. Este grupo pertenece al Orden Charadriiformes e incluye 13 Familias, seis de ellas presentes en Venezuela: Charadriidae, Scolopacidae, Burhinidae, Haematopodidae, Recurvirostridae y Jacanidae (Canevari *y col.*, 2001).

En Venezuela se conocen 48 especies de aves playeras (Hilty, 2003; Phelps y Meyer de Schaeunsee, 1994) de las cuales 13 (27%) son residentes (Miranda *y col.*, 2021). Las 35 especies restantes (73%) son migratorias, que anidan en el norte de Norteamérica y llegan a sitios de paradas en Venezuela en su ruta migratoria. De este grupo, las especies que llegan a Venezuela en mayor número pertenecen a los géneros *Calidris*, *Limonodromus* y *Tringa* (Morrison *y col.* 1989). Este grupo de aves se presenta como extremadamente diverso en tamaño y forma corporal, con patrones de coloración pardo que favorece un plumaje críptico. En general, poseen poco dimorfismo sexual (Canevari *y col.*, 2001).

La presencia de estas aves se considera como un bioindicador del estado de conservación y salud de los humedales (Canevari *y col.*, 2001), que son hábitats críticos para la reproducción e internada de aves playeras (Koleček *y col.*, 2021), por lo que se justifica el objetivo del presente estudio que es caracterizar las aves playeras en varias localidades (parques recreativos) del entorno urbano de la ciudad de Caracas, con presencia de humedales artificiales.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio. El estudio se desarrolló en cuatro parques recreativos de Caracas con presencia de lagunas artificiales (Figura 1), Parque Generalísimo Francisco de Miranda PGFM ($10^{\circ}29'21''\text{N} - 66^{\circ}50'22''\text{O}$), Parque Simón Bolívar PSB ($10^{\circ}29'10''\text{N} - 66^{\circ}50'24''\text{O}$), Zoológico de Caricuao ZC ($10^{\circ}25'54''\text{N} - 66^{\circ}58'09''\text{O}$) y Laguito de los Próceres LdP ($10^{\circ}27'52''\text{N} - 66^{\circ}54'04''\text{O}$).

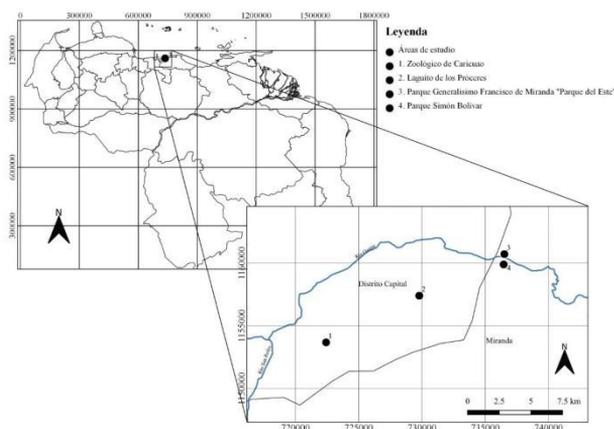


Figura 1. Mapa de la ubicación geográfica de los cuatro parques recreativos seleccionados como área de estudio de aves playeras en Caracas (Venezuela).

Censos. Se realizaron seis registros visuales en cada parque entre los meses septiembre y noviembre (época de lluvia), y seis entre diciembre y febrero (época de sequía) en los años 2020, 2021 y 2022. Se utilizó el método de transecto de orilla, comprendiendo el horario matutino de 7:00 a 10:30 h y vespertino de 16:00 a 18:00 h., mediante binoculares UsoGood 12x50, caracterizando la riqueza y abundancia de las aves observadas. Además, se registraron sitios de anidación de aves playeras residentes. La identificación de las aves se hizo utilizando las guías de campo de Hilty (2003) y Ascanio *y col.* (2017).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se registraron 367 aves playeras en cuatro Familias: Scolopacidae, Charadriidae, Burhinidae y Rynchopidae (Figura 2), con presencia de 13 especies (Tabla 1), de las cuales tres son residentes y 10 son migratorias boreales. Se destaca la presencia del Playero Coleador (*Actitis macularius*) en todos los parques urbanos censados (Tabla 1). Tres individuos de Viudita Patilarga (*Himantopus mexicanus*) fueron registrados el 13 de abril del 2021 y el 9 de octubre del 2021 y dos nuevos individuos en el PSB. El 28 de agosto del 2021, se observaron dos individuos de Tin-güín (*Calidris melanotos*) y un Playerito Menudo (*Calidris minutilla*) en el PSB y luego, el 9 de octubre del 2021 se observaron cuatro individuos más de Tin-güín (*Calidris melanotos*), un Tigüi-Tigüe Chico (*Tringa flavipes*) y un Tigüi-Tigüe Grande (*Tringa melanoleuca*) en la misma localidad (Figura 3).

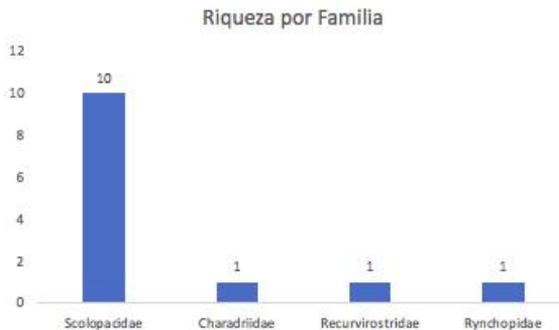


Figura 2. Riqueza de especies por Familia.

En mayo del 2022, se observó por tres semanas, en el PSB, un juvenil de Pico de Tijera (*Rynchops niger*), en junio del 2022 se avistó un Playero Rabadilla Blanca (*Calidris fuscicollis*) en el PSB, en noviembre del mismo año, se registró un Tin-güín (*Calidris melanotos*), y un Playero Dorado (*Pluvialis dominica*) y se hace el primer registro para Caracas en el PSB de Becasina Chillona (*Gallinago delicata*), que, debido a su plumaje de patrones crípticos, es difícil de observar (Figura 3).

La población de Alcaraván (*Vanellus chilensis*) fue la más abundante en los parques PGFM, PSB y ZC, presentando un registro de 325 individuos. Es de hacer notar que la población más abundante se observó en el PSB, en la que se evidenció registros de anidación, donde los nidos consistían en unas pequeñas depresiones sobre el sustrato arenoso, rodeado de restos de vegetación herbácea; también se verificó eventos de reproducción, con presencia de huevos y volantones. En la actualidad se

observa en este parque, una fuerte actividad antrópica en los espacios verdes con la inclusión de estructuras de concreto (concha acústica y otros recintos), lo que es preocupante y alarmante ya que como podemos evidenciar en la Tabla 1, la mayoría de los registros de aves playeras residentes y migratorias usan este sitio como parada de descanso y reproducción (Figura 3).

Tabla 1. Aves acuáticas monitoreadas en los meses septiembre a noviembre (época de lluvia), entre diciembre a febrero (época de sequía) en los años 2020, 2021 y 2022. Para cada especie se da el Estatus (M: Migratorias, R: Residentes) y la Abundancia. La taxonomía específica sigue a Miranda y col. (2021) y la nomenclatura común a Verey y col. (2019).

FAMILIA Y ESPECIE	NOMBRE COMÚN	PGFM	PSB	ZC	LdP	ESTATUS	ABUNDANCIA
		4	11	2	1		367
Scolopaciidae	10						
<i>Actitis macularius</i>	Playero Coleador	X	X	X	X	M	14
<i>Calidris pusilla</i>	Playerito Semipalmeado		X			M	1
<i>Calidris fuscicollis</i>	Playero Rabadilla Blanca	X				M	1
<i>Calidris melanotos</i>	Tin-güín		X			M	6
<i>Calidris minutilla</i>	Playerito Menudo		X			M	1
<i>Tringa solitaria</i>	Playero Solitario	X				M	2
<i>Tringa melanoleuca</i>	Tigüi-Tigüe Grande		X			M	1
<i>Tringa flavipes</i>	Tigüi-Tigüe Chico		X			M	2
<i>Pluvialis dominica</i>	Playero Dorado		X			M	2
<i>Gallinago delicata</i>	Becasina Chillona		X			M	2
Charadriidae	1						
<i>Vanellus chilensis</i>	Alcaraván	X	X	X		R	325
Recurvirostridae	1						
<i>Himantopus mexicanus</i>	Viudita Patilarga		X			R	5
Rynchopidae	1						
<i>Rynchops niger</i>	Pico de Tijera		X			R	5



Figura 3. Registros de algunas aves playeras en los parques recreativos de Caracas con presencia de lagunas artificiales. (1) Tigüi-Tigüe Chico (*Tringa flavipes*), (2) Tin-güín (*Calidris melanotos*), (3) Playerito Semipalmeado (*Calidris pusilla*), (4) Alcaraván (*Vanellus chilensis*) y Viudita Patilarga (*Himantopus mexicanus*). Fotos cortesía de Tommasina Pascuzzo Lima.

En la gran Caracas, a partir del año 2018 en los cuerpos de agua de la ciudad, se comienza a realizar los registros de aves acuáticas en los parques urbanos o parques recreativos, donde se han reportado una gran diversidad de aves migratorias y nuevos registros para la ciudad.

RECOMENDACIONES

Tomando en cuenta los resultados de esta investigación, y ante la alarmante disminución de los humedales artificiales que utilizan las aves playeras como sitios de parada y reproducción, proponemos generar un plan de conservación de estas aves con las siguientes directrices:

Manejo de hábitat. Es prioritario realizar y publicar inventarios nacionales de los humedales artificiales situados dentro del territorio que sean importantes para las poblaciones de aves residentes y/o migratorias. También es necesario educar a las comunidades interesadas y guardaparques para que sirvan de puente para concientizar a la población sobre los valores de estos humedales y las amenazas que enfrentan estos grupos de aves.

Sensibilización ambiental. Desarrollar programas de comprensión con enfoque en el área de la avifauna, en los espacios educativos, de manera que promuevan la formación de estudiantes críticos y capaces de liderar tomas de decisiones para que puedan mejorar el estado de ellas en su región.

Financiamiento. Desarrollar vínculos entre los gobiernos, agencias ONG´s y comunidades, a fin de garantizar los recursos necesarios para la sostenibilidad de programas de monitoreo e investigación, y para asegurar la complementariedad de los programas, orientar las inversiones de recursos y permitir a los responsables del manejo, entender y sopesar las ventajas e inconvenientes de las posibles intervenciones y sus interacciones.

LITERATURA CITADA

- Ascanio, D., G. Rodríguez y R. Restall 2017. *Birds of Venezuela*. Christopher Helm (ed), Bloomsbury Publishing Pic. First Publish 2017.
- Canevari, P., G. Castro, M. Sallaberry y L.G. Naranjo. 2001. Guía de los Chorlos y Playeros de la Región Neotropical. American Bird. Conservancy, WWF US, Humedales para las Américas y Manomet Conservation Science, Asociacion Calidris, Cali, Colombia.
- Chester, E.T. y B.J. Robson. 2013. Anthropogenic refuges for freshwater biodiversity: Their ecological characteristics and management. *Biological Conservation* 166: 64–7.

- Davidson, N. 2014. How much wetland has the world lost? Long-term and recent trends in global wetland area. *Marine and Freshwater Research*. 65(10): 934-941 <https://doi.org/10.1071/MF14173>.
- Hassall, C. 2014. The ecology and biodiversity of urban ponds. *Wires Water*. 1: 187-206. <https://doi.org/10.1002/wat2.1014>.
- Hilty S. L. 2003. *Birds of Venezuela*. Princeton University Press. Princeton, NJ, EEUU. 878 pp.
- Koleček, J., J. Reif, M. Šálek, J. Hanzelka, C. Sottas y V. Kubelka. 2021. Global population trends in shorebirds: migratory behavior makes species at risk. *Sci Nat*. 108: 9. <https://doi.org/10.1007/s00114-021-01717-1>.
- Marzluff, J.M., R. Bowman y R. Donnelly. 2001. A historical perspective on urban bird research: trends, terms, and approaches. Pp. 1-17. en: Marzluff J.M., R. Bowman y R. Donnelly (Eds.) *Avian Ecology and Conservation in an Urbanizing World*. Kluwer Academic, Norwell.
- McDonald, R.I., P. Kareiva y R.T.T. Forman. 2008. The implications of current and future urbanization for global protected areas and biodiversity conservation. *Biol. Conserv*. 141: 1695-1703.
- Miranda, J., J.G. León y G. Angelozzi. 2021. *Lista Oficial de las Aves de Venezuela*. Version agosto 2021. http://uvo.ciens.ucv.ve/?page_id=2134
- Morrison R.I.G y R.K. Ross. 1989. *Atlas of Nearctic Shorebirds on the Coast of South America*, vol. 2. Ottawa: Canadian Wildlife Service Special Publication. 325 p.
- Phelps W.H y R. Meyer de Schaeunsee. 1979. *Una Guía de las aves de Venezuela*. Gráficas Armitano.
- Seto, K.C., B. Guneralp y L.R. Hutyrá. 2012. Global forecasts of urban expansion to 2030 and direct impacts on biodiversity and carbon pools. *Proc. Natl. Acad. Sci. U S A*. 109: 16083-16088.

IMPACTO MICROBIOLÓGICO EN EL MAR DE DESCARGAS DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DEL PUEBLO DE MOCHIMA, PARQUE NACIONAL MOCHIMA, EDO. SUCRE, VENEZUELA

Microbiological impact on the sea of wastewater
discharges from the treatment plant of the town of Mochima,
Mochima National Park, Sucre State, Venezuela

Rubén Torres¹, Eliaira Rodríguez^{2}, César Rivera²,
Laynet Puentes² y Ruth Rojas²*

¹Laboratorio de Ecología de Sistemas Acuáticos (Plancton), Centro de
Ecología y Evolución, Instituto de Zoología y Ecología Tropical,
Facultad de Ciencias, UCV. Apartado Postal 20513.

²Dirección de Energía y Ambiente, Fundación Instituto de
Estudios Avanzados (IDEA). Apartado Postal 10810.*eliaira@gmail.com

RESUMEN

El pueblo de Mochima, ubicado en el Parque Nacional Mochima, edo. Sucre, cuenta con un sistema de tratamiento de aguas residuales domésticas constituido por una serie de lagunas de estabilización y cuyos efluentes descargan en el mar. Este sistema carece de la evaluación continua de su funcionamiento y control oficial, así como cumplimiento de las normativas legales vigentes referentes a las descargas de los efluentes en el medio marino. Este trabajo tuvo como objetivo evaluar el impacto microbiológico de las descargas de la planta de tratamiento en el mar. Las muestras fueron tomadas en el mes de octubre de 2022, en las lagunas de la planta de tratamiento y desembocadura de la misma en el mar. Los parámetros fisicoquímicos fueron medidos in situ. Se determinó el NMP de coliformes totales y fecales. El conteo y taxonomía de especies fitoplanctónicas también fueron realizados. Se encontraron valores de coliformes en la bahía que superan lo establecido en el decreto 883 para aguas destinadas al contacto humano parcial o total. Siete (7) especies de cianobacterias fueron identificadas, de las cuales cinco (5) son productoras de cianotoxinas. Las especies con mayor densidad poblacional fueron *Chroococcus minutus* (6,28 x 10⁴ cél./ml) y *Microcystis aeruginosa* (3,77 x 10³ cél. /ml). La falta de mantenimiento de la planta y su descarga continúa en la zona interna de la bahía de Mochima, generando un impacto negativo en la biota marina costera por condiciones estuarinas e invasión de cianobacterias tóxicas.

Palabras clave: bacterias coliformes, cianobacterias, Mochima, aguas residuales.

Keywords: coliformes bacteria, Cyanobacteria, Mochima, wastewater.

INTRODUCCIÓN

La bahía de Mochima cuenta con una diversidad de vida marina elevada y un gran potencial turístico por sus playas y paisajes. En su boca ocurre el fenómeno de surgencia en forma periódica durante los meses de sequía, esto debido a la fuerza de los vientos alisios del noreste (González *y col.*, 2006).

La comunidad cuenta con un sistema de tratamiento de aguas residuales domésticas constituido por una serie de lagunas de estabilización y cuyos efluentes descargan en el mar. Este sistema carece de evaluación continua de su funcionamiento y control oficial, así como de cumplimiento de las normativas legales vigentes referentes a las descargas de los efluentes en el medio marino. Este trabajo tuvo como objetivo evaluar el impacto microbiológico de las descargas de la planta de tratamiento en el mar.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio. La bahía de Mochima se ubica en el Parque Nacional Mochima (PNM), región Nororiental de Venezuela, entre las poblaciones de Puerto La Cruz y Cumaná. Sus coordenadas geográficas son 64° 19' - 64° 22' longitud Oeste y 10° 20' - 10° 24' latitud Norte (Kato, 1961; Okuda *y col.*, 1968) (Figura 1A).

El sistema de tratamiento de aguas residuales domésticas de la comunidad de Mochima está constituido por un colector de 250 mm de diámetro que conduce las aguas residuales a una unidad de desbaste, de donde es bombeada a 2 tanques sépticos (L1 en la figura 1B). De allí el efluente pasa a lagunas seriadas de estabilización (L2, L3, L4, L5 y L6 en la Figura 1B) con una superficie de 2.477 m², profundidad promedio de 1,30 m y volumen de 2.882 m³, equivalente a un tiempo de retención de 14,4 días a pleno servicio. Los efluentes de este sistema eran descargados continuamente a la bahía a una profundidad de 12 m, mediante una tubería submarina de hierro dúctil de 150 mm de diámetro y 150 m de largo, con una capacidad de 13 L/s. En el año 2022 esta tubería fue cortada a una distancia de 20 m de la costa y a 2 m de profundidad.



Figura 1. (A) Ubicación geográfica y (B) Vista aérea, con señalización de las lagunas y esquema del tubo de desagüe de la de la planta de tratamiento de aguas residuales de la comunidad de Mochima, edo. Sucre (Fuente Google Earth, 2023).

Trabajo de campo. Las muestras fueron tomadas en el mes de octubre de 2022. El muestreo se realizó en la superficie empleando botellas de captación de 1L, en las lagunas de estabilización L2 y L6 y en la desembocadura de la planta en el mar. Se determinaron parámetros fisicoquímicos (temperatura, pH, sólidos disueltos totales y conductividad) *in situ* con una sonda multiparamétrica portátil (Modelo pH-3508).

Trabajo de laboratorio. Se determinó el NMP (número más probable) de coliformes totales y coliformes fecales según la Norma COVENIN 1104:1996. El recuento de mesófilos aerobios fue llevado a cabo en placas de LB (del inglés *Lysogeny Broth*) de Bertani (1951) y de hongos y levaduras en placas de PDA (del inglés *Potato Dextrose Agar*), a los fines de obtener una estimación relativa del título microbiológico (UFC, unidades formadoras de colonias). El fitoplancton fue cuantificado e identificado en un microscopio invertido LEICA DMIL.

RESULTADOS

En las Tablas 1 y 2 se muestran los valores de los parámetros fisicoquímicos determinados y los resultados de los análisis bacteriológicos de dos de las lagunas del sistema de tratamiento de aguas residuales de la comunidad de Mochima y en la descarga del mismo al mar. Las aguas se encuentran alrededor de la alcalinidad, temperaturas cálidas y conductividades altas en las lagunas de oxidación (Tabla 1). Los coliformes totales y fecales fueron más densos en las lagunas que en la desembocadura, al igual que mesófilos, hongos y levaduras (Tabla 2).

Tabla 1. Parámetros fisicoquímicos determinados en los ambientes muestreados.

Muestra	pH	Temperatura (°C)	Sólidos disueltos (mg/L)	Conductividad (µS/cm)
Laguna 2	8,27	29,8	43,8	630
Laguna 6	9	30,0	48,0	695
Descarga	8,1	30,2	50,0	--

Tabla 2. Parámetros bacteriológicos determinados en los ambientes muestreados.

Muestra	Coliformes totales NMP/100 ml	Coliformes fecales NMP/100 ml	Mesófilos aerobios UFC/100 ml	Hongos y levaduras UFC/100 ml
Laguna 2	>1.100	>1.100	6400x10 ⁴	1400x10 ⁴
Laguna 6	>1.100	>1.100	1700x10 ⁴	800x10 ⁴
Descarga	1.100	1.100	12x10 ⁴	3x10 ⁴

La Tabla 3 muestra las especies de cianobacterias identificadas en ambos ambientes. De un total de siete (7) especies, seis (6) fueron identificadas en la laguna 6, mientras que en la desembocadura se hallaron cuatro (4). Comunes a ambos ambientes fueron las especies *Chroococcus minutus*, *Lyngbya lutea* y *Merismopedia glauca*. En cuanto a

las densidades poblacionales, *C. minutus* alcanzó un valor de $6,28 \times 10^7$ cél./L en la laguna de oxidación (laguna 6). Muy por debajo de este valor se encuentra la segunda especie más abundante, *Microcystis aeruginosa* con $3,77 \times 10^6$ cél./L. El resto de las especies están por debajo de $4,00 \times 10^5$ cél./L, aunque en términos generales son más numerosas en la laguna de oxidación que en la desembocadura. En la desembocadura (bahía de Mochima), *C. minutus* domina con una población de 10×10^6 cél./L, siendo menor que en la laguna, aunque todavía dentro de valores de floración.

Tabla 3. Especies de cianobacterias identificadas en los ambientes muestreados y sus densidades poblacionales (cél./L).

Especie	Laguna 6	Desembocadura
<i>Chroococcus minutus</i>	$6,28 \times 10^7$	$10,00 \times 10^6$
<i>Lyngbya lutea</i>	376.800	50.240
<i>Merismopedia glauca</i>	125.600	50.240
<i>Microcystis aeruginosa</i>	3.768.000	0
<i>Oscillatoria limosa</i>	125.600	0
<i>Oscillatoria tenuissima</i>	125.600	0
<i>Phormidium tenue</i>	0	50.240

Otras especies fitoplanctónicas encontradas en la desembocadura pertenecientes a otros grupos taxonómicos fueron las diatomeas y euglenofitas, siendo muy escasas. Entre las primeras se encontraron *Navicula cancellata* y *Nitzschia closterium*, y entre las segundas *Trachelomonas hispida*.

DISCUSIÓN

Los parámetros fisicoquímicos determinados en los ambientes estudiados cumplen con los valores establecidos en el Decreto 883 (Gaceta Oficial Extraordinaria de la República de Venezuela: 5.021). Sin embargo, los valores de coliformes totales en la laguna 6 de la planta de tratamiento, la cual descarga directamente al mar, superan lo establecido en este decreto para las descargas al medio marino costero. Por otra parte, los resultados de coliformes totales y coliformes fecales en la bahía superan lo establecido en el Decreto 883 para aguas Tipo 4 (Aguas destinadas para el contacto humano parcial o total). Los recuentos microbiológicos evidencian una remoción de organismos mesófilos aerobios del 73,44% y de hongos y levaduras de 42,86% por parte del sistema de tratamiento.

Todas las especies de cianobacterias identificadas son fitoplanctónicas, sus adaptaciones a la flotabilidad de carácter fisiológico (vesículas de gas) y morfológico (formación de colonias y filamentos) les permite retrasar la velocidad de hundimiento o sedimentación. De las especies identificadas,

Chroococcus minutus, *Lyngbya lutea*, *Merismopedia glauca* y *Mycrocystis aeruginosa* coinciden con las reportadas por Rivera (2018) para el sistema de tratamientos.

La densidad poblacional de *C. minutus* en la laguna de oxidación (L6), corresponde a lo que se denomina una floración o superpoblación típica de ambientes eutrofizados. *C. minutus* domina en la descarga, aunque la densidad poblacional sea menor que en la laguna 6, continúa siendo una población elevada, todavía dentro de valores de floración. En este caso puede haber un efecto de dilución y de la salinidad mayor del ambiente marino. La comunidad fitoplanctónica encontrada en la zona de descarga tuvo una riqueza notablemente inferior a las reportadas por Expósito (1997) y Benítez (2018), este último reportó 17 especies, pertenecientes a los taxa Cyanobacteria, Bacillariophyta y Dinoflagellata.

Las diatomeas encontradas en la desembocadura, salvo *N. closterium*, provienen de agua dulce, posiblemente eurihalinas al tolerar la mayor salinidad del ambiente de la bahía (González y col., 2006). El área de la descarga de la planta de tratamiento de aguas residuales se ha convertido en un ambiente con características estuarinas, correspondiente a una zona de mezcla en la parte interna de la bahía. Esto último lo hace un lugar de gran perturbación, por la variación de salinidad que genera, lo que explica en buena medida la riqueza tan baja, ya que las especies deben adaptarse y prosperan especies eurihalinas (Sommer, 2012).

Es indiscutible que hay contaminación del medio acuático de la bahía y poca efectividad del proceso de tratamiento de las aguas residuales que llegan a la planta. La falta de mantenimiento de la planta y su descarga continua en la zona interna de la bahía de Mochima está generando un impacto negativo en la biota marina costera con condiciones estuarinas e invasión de cianobacterias tóxicas, tal cual lo revela Rivera (2018) en su investigación.

AGRADECIMIENTOS

Este estudio fue apoyado por el Ministerio del Poder Popular para Ciencia y Tecnología de Venezuela, en el marco del Proyecto Fonacit N° 015-2022 titulado Desarrollo de bioproductos con alto valor económico en procesos industriales y saneamiento ambiental.

LITERATURA CITADA

Benítez, D. 2018. Efecto de la descarga de una planta de tratamiento de aguas residuales sobre el fitoplancton de la bahía de Mochima (Edo. Sucre). Tesis de Grado, Facultad de Ciencias, Universidad Central de Venezuela, Caracas, Venezuela. 102 pp.

- Bertani, G. 1951. "Studies on lysogenesis. I. The mode of phage liberation y lysogenic *Escherichia coli*." *J. Bacteriol.* 62 (2): 293-300.
- Expósito, N. 1997. Estudios de los efectos de las descargas de una laguna de oxidación sobre las comunidades planctónicas en la bahía de Mochima (Edo. Sucre). Tesis de Grado, Facultad de Ciencias, Universidad Central de Venezuela, Caracas, Venezuela. 154 pp.
- Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales. 1995. Decreto Número 883: Normas para la clasificación y el control de la calidad de los cuerpos de agua y vertidos o efluentes líquidos. Gaceta Oficial Extraordinaria de la República de Venezuela: 5.021.
- Norma Venezolana COVENIN 1104. 1996. Determinación del número más probable de coliformes, coliformes fecales y *Escherichia coli*. 2da Revision.
- Kato, K. 1961. Some aspects on biochemical characteristics of sea water and sediments in Mochima Bay, Venezuela. *Bol. Inst. Oceanogr. Univ. Oriente* 1(2): 343-358.
- González, F., E. Zoppi de Roa y E. Montiel. 2006. Productividad primaria del fitoplancton en la bahía de Mochima, Venezuela. *Invest. Mar., Valparaíso* 34(2): 37-45.
- Okuda, T., A. Benítez, A. García y E. Fernández. 1968. Condiciones hidrográficas y químicas de la Bahía de Mochima y La Laguna Grande del Obispo desde 1964 a 1966. *Bol. Inst. Oceanogr. Univ. Oriente* 7: 7-37.
- Rivera, C. 2018. Cianobacterias y cianotoxinas presentes en la planta de tratamiento de aguas residuales de la población de Mochima, estado Sucre. Tesis de Grado, Facultad de Ciencias, Universidad Central de Venezuela, Caracas, Venezuela. 75 pp.
- Sommer, U. 2012. Plankton Ecology: Succession in Plankton Communities. Springer Science & Business Media, USA. 369 pp.

REVISIÓN ETNOBOTÁNICA DE LA VEGETACIÓN ASOCIADA A LOS PALMARES DE *Mauritia flexuosa* (MORICHALES) DEL SECTOR MAPIRITO, ESTADO MONAGAS, VENEZUELA

Ethnobotanic review of the vegetation associated with the palma groves of *Mauritia flexuosa* (morichales) in the Mapirito Sector, Monagas State

Yonart Rafael Romero Castrillo^{1*} y Miguel Ángel Sánchez-Mercado²

¹Universidad Pedagógica Experimental Libertador, Instituto Pedagógico de Maturín “Antonio Lira Alcalá”. ²Laboratorio de Socioconservación y Análisis de la Ecología Social, Centro de Estudios Sociales y Culturales (CESYC), Universidad Bolivariana de Venezuela, Eje Geopolítico “Heroína Juana La Avanzadora”. Maturín, estado Monagas. *yromeroc1979@gmail.com

RESUMEN

Si bien el uso antrópico que se les da a las plantas se origina desde que el ser humano se encuentra habitando el planeta, la sistematización y estudio de la misma se reconocen ancestralmente cuando se observan las primeras relaciones de utilidad de diversos vegetales para establecer la cotidianidad del entorno social. Infinita sería pues, la extensión de usos y aplicaciones de elementos vegetales que a lo largo de la historia humana se han desarrollado, hoy en día con mayor finura en diversos campos, disciplinas y afortunadamente, aún en entornos sociales que conservan usos ancestrales de elementos botánicos con diversos intereses: curativos, alimenticios, mágico-religiosos y muchos otros más, la cual no es sino herencia de nuestros ancestros aborígenes y africanos. La riqueza en la biodiversidad vegetal que presentan los bosques de pantano asociados a palmares de *Mauritia flexuosa* (morichales), ha sido descrita por diversos autores que hacen entender las revisiones sobre los usos que antrópicos asociados a dicho ecosistema. El presente trabajo de investigación se desarrolló en la localidad de San Salvador de Mapirito, tomando en cuenta la contabilidad de especies presentes en dos (2) periodos de campo (temporada de sequía y de lluvia respectivamente), determinándose 14 familias, 22 géneros y 22 especies, a las cuales tras consulta a pobladores y algunos agrupamientos indígenas incipientes, la estimación de 111 usos asociados a dicha biodiversidad. Se estimó el uso porcentual etnobotánico (UPE) y se determinó que *M. flexuosa* (Arecaceae) tiene el mayor nivel de uso por lo pobladores (UPE = 20,721%), seguida del Conopio (*Reneltmia choronensis*, Zingiberaceae), lo que refiere la prevalencia de usos de plantas que tradicionalmente son parte del sustento de vida de las aún existentes poblaciones indígenas.

Palabras clave: Morichales, biodiversidad, etnobotánica, uso porcentual etnobotánico (UPE).

Keywords: Morichales, biodiversity, ethnobotany, ethnobotanical percentage use (EPU).

INTRODUCCIÓN

En las revisiones de la etnobotánica sudamericana, la palma moriche (*Mauritia flexuosa* L.f.), tiene un papel ampliamente relevante incluso de sustento económico regional, con condiciones que va desde lo artesanal hasta lo semi-industrial, especialmente en las poblaciones y ciudades de la cuenca amazónica. Así, los ecosistemas donde existe la predominancia de esta palma, se convierten no sólo en una fuente de desarrollo sustentable

regional, sino que también en un importantísimo reservorio de una amplia biodiversidad que aún se sigue caracterizando hoy en día (Ponce *y col.*, 2000; González, 2016; Romero y Sánchez, 2021). Es en ese sentido, que desarrollamos en el presente una revisión local de los actuales usos de la referida palma y de las especies que se encuentran asociadas a los bosques hidrófito de pantano asociado a *M. flexuosa*, de manera de establecer parámetros comparativos de la biodiversidad de morichales y el uso antrópico de las especies asociadas al mismo.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de Estudio. La población de San Salvador de Mapiroto, la cual pertenece a la parroquia Boquerón del municipio Maturín en el estado Monagas, se encuentra ubicada hacia el sur de la capital monaguense (Figura 1). La misma tienen una relación aproximada de 110 familias distribuidas en diversas formas de tenencias de la tierra, todas ellas asociadas a zonas de sabanas arboladas o inarboladas, con relaciones agrícolas temporarias de parcial a sostenidamente intensivas, con bajos a mediados usos de agroquímicos. Existen algunos incipientes asentamientos familiares indígenas pertenecientes a la etnia ka'riña, los cuales son empleados agrícolas temporales, quienes usan algunos elementos del morichal para su subsistencia.

Procesamientos de muestras y estimación de la información etnobotánica. Inicialmente, se establecieron recorridos por todo el sector de bosque de pantano ya señalado, donde se realizaron dos salidas de campo de las cuales la primera se realizó en época de sequía (marzo 2019) y la segunda en el periodo lluvioso (septiembre 2019), para reconocer la estructura y coleccionar las especies presentes, inventariando y sistematizando según los procesos convencionales de campo (Castillo, 1998). Se coleccionaron tres testigos de cada ejemplar botánico para ser identificado, catalogado y distribuido en el Herbario Académico UBV, y en intercambio a los herbarios VEN y IRBR. Dentro de dicho período, se establecieron contacto con las familias, realizando entrevistas personalizadas a profundidad para cotejar la información botánica colectada de campo (total: 29 familias), dentro de las cuales, 4 de dichas familias eran del grupo étnico ka'riña, las cuales se encontraban por la temporada de siembra-cosecha de leguminosas en diversos predios de la zona, y las cuales empleaban elementos del bosque hidrófito de pantano, sustentándose del *ojidú*¹ presente. A partir de la sistematización de la información recabada, se contabilizaron los usos otorgados a cada especie vegetal, y tomando en cuenta los mismos y los totales, se estimó el uso porcentual etnobotánico (UPE), tomando en cuenta la ecuación:

¹: Ojidú en lengua ka'riña, significa literalmente árbol de la vida. Así denominan este grupo étnico a la palma moriche (N.As.).

$$UPE = \left(\frac{U_i}{\Sigma U} \right) \times 100$$

Donde: U_i es el número de usos particulares por especie y ΣU es la suma total de usos dentro del estudio, estimaciones relacionadas en la Tabla 1.

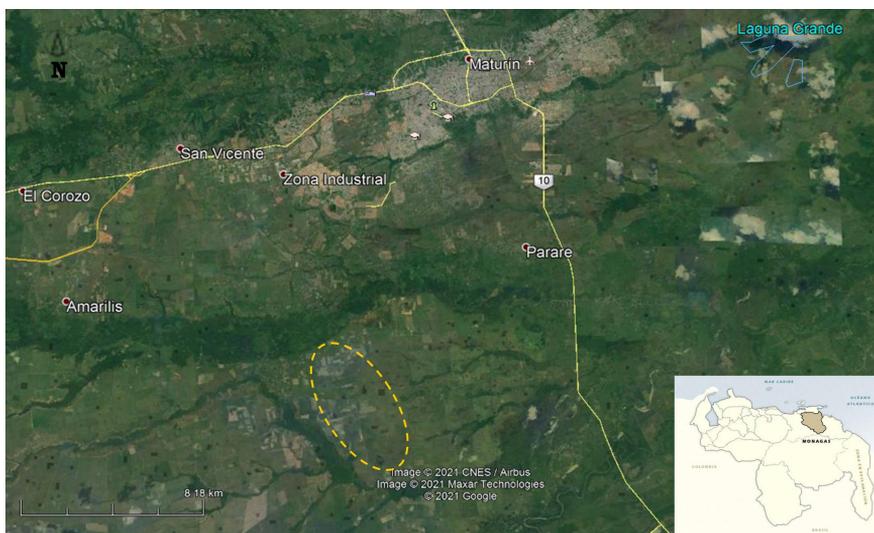


Figura 1. Ubicación geográfica de San Salvador de Mapirito desarrollada usando el SIG Google Earth® (febrero del 2021), donde se encuentra el tramo del bosque de palmar hidrófito (morichal) respecto a la ciudad de Maturín, estado Monagas (orientación sur) y otros sectores urbanos asociados. En la zona delimitada en naranja, se ubica los sectores poblados donde se asientan las familias a quienes se les realizaron las entrevistas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Dentro del ecosistema de pantano dominado por *M. flexuosa* (morichal), se evidencia los múltiples usos otorgados a la palma moriche, seguida del conopio (*Renalmia choronensis*), y del helecho arborescente (*Cyathea microdonta*) (Tabla 1). Si bien la palma moriche tradicionalmente representa una amplia variedad de usos, el uso medicinal de las diversas especies que componen la estructura ecosistémica del morichal es la que predomina, convirtiéndolo al mismo en la “farmacia local” de los asentamientos poblacionales de la zona, más aún por encontrarse sumamente distante de centros asistenciales de salud primaria (ambulatorios, centros de diagnósticos integrales o dispensarios médicos), asistidos por aquellos pobladores de mayor tiempo de asentamiento y

experiencia en el uso medicinal de dichas plantas. Bajo esas circunstancias, este constante empleo de ciertas plantas con usos médicos, como el caso del conopio (*R. choronensis*), genera una muy alta demanda, por lo que la convierte en una especie altamente vulnerable en la zona, y extremadamente difícil de encontrar en las márgenes del bosque sucesional y en el morichal, que es su zona de vida. Incluso, algunos pobladores en el proceso de entrevistas manifiestan que unos de ellos se han dedicado a la búsqueda y extracción de dicha planta para comerciar en la ciudad de Maturín, por los múltiples usos medicinales que le atribuyen al mismo.

Tabla 1. Lista de especies vegetales colectadas y revisadas en las zonas asociadas al bosque de pantano dominado por *M. flexuosa* (morichal). Los nombres comunes se sistematizaron de las entrevistas realizadas a las familias del sector de San Salvador de Mapirito, así como las estimaciones de usos aplicados a las mismas.

FAMILIA	GÉNERO Y ESPECIE	NOMBRE COMUN	ESTRUCTURAS UTILIZADA	USOS	Total usos relativ.	UPE
ARECACEAE	<i>Mauritia flexuosa</i>	Moriche	Yema apical, hojas, tronco, frutos y raíces	Cesteria (1), alimento (1), Medicina (8), Vestimenta (1), Construcción (2)	23	20,721
	<i>Euterpe oleracea</i>	Palmito	Yema apical, tronco	Alimento (1), construcción (1)	2	1,802
	<i>Attalea butyracea</i>	Yagua	Fruto, raquis foliar	Alimento (1), construcción (1)	2	1,802
	<i>Geonoma maxima</i>	Palmiche	Yema apical, tronco	Alimento (2)	2	1,802
ARACEAE	<i>Montrichardia arborescens</i>	Rábano de agua	Hojas y tronco	Medicinal (3)	3	2,703
	<i>Philodendron quinquevenium</i>	Malanga	Inflorescencia, tubérculo	Medicinal (2)	3	2,703
	<i>Urospatha sagittifolia</i>	Cala blanca	Inflorescencia, tubérculo	Ornamental (1), medicinal (3)	4	3,604
	<i>Caladium bicolor</i>	Tegua	raíz	Alimento (1)	1	0,901
COSTACEAE	<i>Costus arabicus</i>	Caña de la India	Inflorescencia, tallo	Medicinal (6), ornamental (1)	7	6,306
CHRISOBALANACEAE	<i>Chrysobalanus icaco</i>	Icaco	Fruto, corteza	Alimento (1), medicinal (4)	5	4,505
HELICONIACEAE	<i>Heliconia psittacorum</i>	Ave del Paraíso	Inflorescencia	Ornamental (1)	1	0,901
	<i>Strelitzia reginae</i>	Riquiriquí o Platanillo	Inflorescencia, hoja	Ornamental (1), alimenticio (1)	2	1,802
MARANTACEAE	<i>Ischnosiphon leucophaeus</i>	Casupo	Inflorescencia, hoja	Ornamental (1), alimenticio (1)	2	1,802
	<i>Calathea lutea</i>	Bijao	Inflorescencia, hoja	Ornamental (1), alimenticio (1)	2	1,802
CYATHEACEAE	<i>Cyathea microdonta</i>	Helecho arborecente	Tronco, raquis foliar	Medicinal (9), construcción (1)	10	9,009
LYGODIACEAE	<i>Lygodium volubile</i>	Helecho trepador	Toda la planta	Ornamental (1)	1	0,901
POLYPODIACEAE	<i>Serpocaulon fraxinifolium</i>	Helecho	Toda la planta	Ornamental (1)	1	0,901
PTERIDACEAE	<i>Acrostichum danaeifolium</i>	Helecho	Toda la planta, raíces	Ornamental (1), medicinal (2)	3	2,703
ORCHIDACEAE	<i>Catasetum longifolium</i>	Flor de vaso	Hojas y bulbos	Ornamental (1), medicinal (6)	7	6,306
ONAGRACEAE	<i>Ludwigia octovalvis</i>	Clavo de pozo	Toda la planta	Medicinal (8)	8	7,207
ZINGIBERACEAE	<i>Renealmia choronensis</i>	Conopia	Frutos	Medicinal (15)	15	13,514
VITACEAE	<i>Cissus erosa</i>	Bejuco de sapo	Toda la planta	Medicinal (7)	7	6,306

Es ineludible la histórica y tradicional multiplicidad de usos otorgados a la palma moriche, donde los grupos ka'riña regionales han mantenido una tradición milenaria, pese a las actuales condiciones transculturales por las cuales estas etnias atraviesan (Ponce y col., 2000). Los asentamientos familiares indígenas de transición que se localizan en la zona de Mapirito, mantiene un uso continuo además de sustentable con la palma moriche y su ecosistema, a diferencia de los vecinos criollos donde el uso sobre el mismo se convierte en un contexto más de extractividad y de usos con fines comerciales. Este contraste cultural del uso del moriche y

su ecosistema nos lleva una ineludible reflexión en cuanto al aprovechamiento de un importante sistema de vida de una gran relevancia, cuya magnitud que no puede menospreciarse, incluso a un nivel comercial que en otras regiones de la cuenca amazónica ha sido fuente de un mayor sustento desde lo artesanal hasta lo semi-industrial, sin perder la concepción de sustentabilidad en el uso del bosque de morichal como tal (Trujillo *y col.*, 2011; Bernal y Galeano, 2013).

AGRADECIMIENTOS

A la comunidad rural de San Salvador de Mapirito, especialmente a las familias García y Hurtado por el apoyo en los contactos claves y acercamiento a los grupos temporales indígenas de la zona. Al colectivo del Comité Organizador del V Simposio de Humedales 2023 por su apoyo incondicional y calidad de trabajo en cada encuentro. Al Consejo Comunal de Mapirito (Sra. Rita Luna y Sra. Alba Marina García), por su imprescindible apoyo logístico para desarrollar la presente investigación.

LITERATURA CITADA

- Bernal, R. y G. Galeano (Eds.) 2013. *Cosechar sin destruir: aprovechamiento sostenible de palmas colombianas*. Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ciencias. Instituto de Ciencias Naturales. Bogotá, 244 pp.
- González Boscán, V. 1987. *Los morichales de los Llanos Orientales. Un enfoque ecológico*. Ediciones Corpoven, Caracas. 56 pp.
- González-B., V. 2016. Los palmares de pantano de *Mauritia flexuosa* en Suramérica: una revisión. Capítulo 2. Pp. 45-83. En: Lasso, C. A., G. Colonnello y M. Moraes R. (Editores), *XIV. Morichales, Cananguchales y otros Palmares Inundables de Suramérica. Parte II: Colombia, Venezuela, Brasil, Perú, Bolivia, Paraguay, Uruguay y Argentina*. Serie Editorial Recursos Hidrobiológicos y Pesqueros Continentales de Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH). Bogotá, D. C., Colombia.
- Jones, S. B. 1987. *Sistemática Vegetal*. McGraw-Hill Latinoamérica. México. 536 pp.
- Ponce, M. E., F. W. Stauffer, M. Olivo y M. Ponce. 2000. *Mauritia flexuosa* L. f. (Arecaceae), una revisión de su utilidad y estado de conservación en la cuenca amazónica, con especial énfasis en Venezuela. *Act. Bot. Venez.* 23(1): 19-46.
- Ramírez González, A. 2006. *Ecología: Métodos de Muestreo y análisis de poblaciones y comunidades*. Editorial Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá. 273 pp.
- Romero, Y. y M. A. Sánchez-Mercado. 2021. Caracterización preliminar del componente arbóreo de *Mauritia flexuosa* L.f. en un tramo del morichal Mapirito, Monagas, Venezuela. *Acta Biol. Venez.* 41(1):137-143
- Sánchez-Mercado, M. A., L. Sánchez-Quiroga y F. Borregales. 2022. Caracterización parcial de la flora acuática referida al bosque de morichal, sector Las Delicias. Maturín, Estado. Monagas. *Acta Biol. Venez.* 42(1): 35-42
- Trujillo, J. M., M. A. Torres, y E. Santana, 2011. La palma de moriche (*Mauritia flexuosa* L. f.) un ecosistema estratégico. *Orinoquia* 15(1): 62-70.

NODOS PANBIOGEOGRÁFICOS Y CONSERVACIÓN: LOS PECES DULCEACUÍCOLAS DE LA FAMILIA CHARACIDAE DE VENEZUELA COMO CASO DE ESTUDIO

Panbiogeographic nodes and conservation:
Freshwater fish from the Characidae Family of Venezuela
as a case study

Ana Bonilla y Aura Cristina Silveira*

Laboratorio de Ictiología, Centro Museo de Biología de la UCV (CMBUCV), Instituto de Zoología y Ecología Tropical, Facultad de Ciencias, Universidad Central de Venezuela, Caracas, Venezuela. *ana.bonilla@ucv.ve

RESUMEN

Los peces de los humedales dulceacuicolas se encuentran entre la biota más diversa, sin embargo, se estima que un 1/3 de ellas están amenazadas por factores antropogénicos. Para Venezuela se han descrito unas 1200 especies de peces, cuya conservación es prioritaria. La biogeografía permite determinar zonas de vulnerabilidad que puedan servir de referencia para los organismos involucrados en la toma de decisiones. Por ello, se realizó un análisis de Nodos Panbiogeográficos para 182 especies de la Familia Characidae, distribuidas en 22 regiones biogeográficas, a fin de establecer puntos de interés en conservación, considerando además información complementaria de endemismos, riqueza de especies, especies amenazadas y áreas protegidas. Se determinaron cinco Nodos a partir de un árbol de tendido mínimo; y además se encontraron dos áreas con alta riqueza de especies y 25 especies endémicas en siete áreas. Estos resultados proveen criterios cuantificables que permitirían establecer lineamientos para planes de conservación.

Palabras clave: biogeografía, carácidos, conservación, nodos, peces.

Keywords: Biogeography, caracids, conservation, nodes, fishes.

INTRODUCCIÓN

La panbiogeografía representa un enfoque biogeográfico sencillo que facilita la identificación de componentes bióticos, elemento clave para comprender la evolución espacio-temporal de la biota (Morrone, 2004). Por su parte, la Biogeografía de la Conservación involucra la aplicación de los principios biogeográficos, teorías y análisis, a fin de estudiar problemas concernientes a la conservación de la biodiversidad (Richardson y Whittaker, 2010). Utilizando los conceptos de trazos y nodos biogeográficos es factible identificar puntos de convergencia reciente de la biota y establecer si representan posibles áreas vulnerables que ameriten su conservación. Los nodos panbiogeográficos (NP) son estructuras compuestas que permiten delinear límites biogeográficos, implicando la “sutura de diferentes historias ecológicas y biogeográficas” (Craw y col, 1999, citados por Miguel-Talonia y Escalante, 2013).

Para Venezuela se han descrito unas 1.189 especies de peces dulceacuícolas (Lasso *y col.*, 2004a; 2004b), muchas de ellas amenazadas por factores contaminantes, extracción de agua y de arena, represas, cambio del uso de la tierra e introducción de especies para cultivos, por lo que es prioridad tomar medidas para su conservación.

En particular, la Familia Characidae (Subclase Actinopterygi, Superorden Ostariophysi, Orden Characiformes) constituye uno de los grupos de peces dulceacuícolas primarios más diversos y numerosos de Venezuela. Recientemente, esta familia fue objeto de un análisis filogenético, con datos morfológicos y genéticos, que la afirmó como grupo monofilético y la reorganizó internamente en cuatro clados principales que incluyen ocho Subfamilias (Mirande, 2019). Su condición de monofilia y la amplia representatividad geográfica lo convierten en un ejemplo excelente para estudios biogeográficos, por lo que el objetivo de este trabajo fue realizar un análisis panbiogeográfico basado en peces de la Familia Characidae de Venezuela, a fin de establecer puntos de interés en conservación, utilizando la metodología de Nodos Panbiogeográficos.

MATERIALES Y MÉTODOS

El grupo biótico seleccionado para este estudio comprende los carácidos, cuyos representantes son peces conocidos comúnmente como sardinitas de agua dulce, generalmente de tamaño pequeño, dominantes en cuanto a diversidad de especies y con representantes en todas las cuencas hidrográficas del país. Con base en su distribución geográfica (Reis *y col.*, 2003; Lasso *y col.*, 2004a, 2004b; Dagosta y De Pinna, 2019; Mirande, 2019), se construyó una matriz de Área x Taxón, con datos de presencia/ausencia (1/0) para 182 especies (Taxón), distribuidas en 22 cuadrículas (Área: A1-A22), que contienen cuencas o subcuencas hidrográficas del país (Figura 1). A partir de esta matriz, se calcularon los valores de Riqueza de Especies y Especies Endémicas para cada Área.

Mediante el programa estadístico PAST versión 1.34 (Hammer *y col.*, 2001) se determinaron los Árboles de Tendido Mínimo (ATM; opción Coordenadas Principales), utilizando el índice de Simpson para cálculo de diversidad biótica; a partir del gráfico obtenido para las Coordenadas 1 vs 3, se construyó la matriz de conectividad que permitió calcular los valores nodales para cada Área y el Valor Nodal Promedio para el territorio nacional. Aquellas Áreas con valores nodales por encima del promedio se consideraron Nodos Panbiogeográficos (Craw, 1989). Finalmente, se realizó una búsqueda bibliográfica a fin de ubicar las especies de Characidae citadas en el Libro Rojo de la Fauna Venezolana y las Áreas Bajo Régimen de Administración Especial (ABRAE) establecidas para Venezuela, de manera de integrar esta la información con los resultados biogeográficos obtenidos.

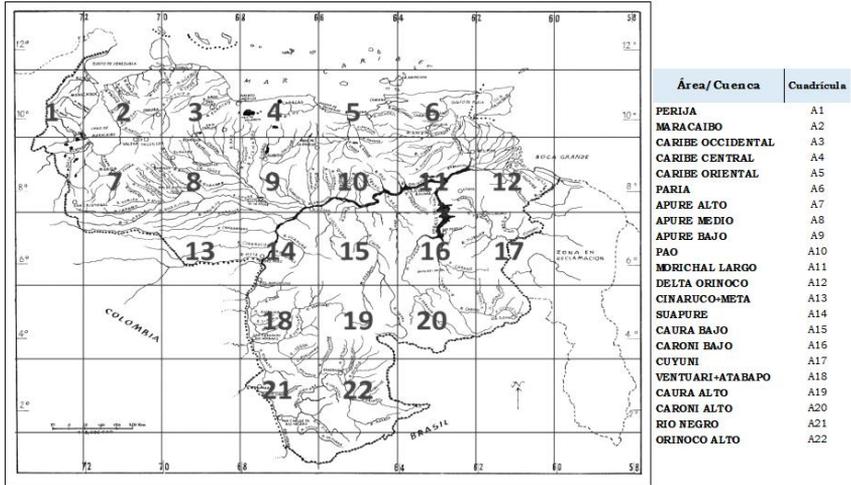


Figura 1. Área de estudio. Definición de 22 cuadrículas (A1-A22) sobre el mapa de Venezuela y sus principales cuencas hidrográficas asociadas.

RESULTADOS

Los resultados obtenidos para los representantes analizados de la Familia Characidae indican que este grupo tiene presencia en todas las cuencas hidrográficas del país, con una mayor riqueza de especies en las cuencas de los ríos Cinaruco, Meta, Suapure y Ventuari-Atabapo, correspondientes a las cuadrículas A13, A14 y A18. A su vez, el área A19 arrojó el mayor número de especies endémicas para este grupo de peces dulceacuícolas, con 15. Igualmente, resaltan las cuencas Caribe Occidental y Caribe Central, con 4 y 2 especies endémicas (Tabla 1).

A partir del análisis ATM (Figura 2) y matriz de conectividad (Figura 3), se establecieron cinco (5) Nodos Panbiogeográficos correspondientes a las Áreas A9, A11, A14, A15 y A18. Estas cuadrículas incluyeron principalmente a las cuencas de los ríos Apure Bajo, Morichal Largo, Suapure, Caura Bajo y Ventuari-Atabapo, respectivamente. Las Áreas 14 y 15 resultaron con los mayores valores nodales, con 5 conexiones cada una. El área A14 conecta con A11, A12, A13, A4 y A5, siendo las tres primeras conexiones con Morichal Largo, Delta del Orinoco y Cinaruco-Meta y las dos últimas regiones de Caribe Central y Oriental. Por su parte A15, conecta con A10, A11, A16, A19 y A20, regiones que incluyen las cuencas de los ríos Pao, Morichal Largo, Caroní Bajo, Caura Alto y Caroní Alto.

Tabla 1. Riqueza de especies y especies endémicas por Área (A1-A22).

Área/Cuenca	Cuadrícula	Riqueza por Área	Especies Endémicas
PERIJA	A1	16	
MARACAIBO	A2	17	
CARIBE OCCIDENTAL	A3	25	4
CARIBE CENTRAL	A4	20	2
CARIBE ORIENTAL	A5	11	
PARIA	A6	32	
APURE ALTO	A7	67	
APURE MEDIO	A8	58	
APURE BAJO	A9	64	
PAO	A10	40	1
MORICHAL LARGO	A11	43	
DELTA ORINOCO	A12	50	
CINARUCO+META	A13	85	
SUAPURE	A14	93	1
CAURA BAJO	A15	75	
CARONI BAJO	A16	41	
CUYUNI	A17	27	1
VENTUARI+ATABAPO	A18	112	15
CAURA ALTO	A19	51	
CARONI ALTO	A20	41	
RIO NEGRO	A21	47	1
ORINOCO ALTO	A22	49	

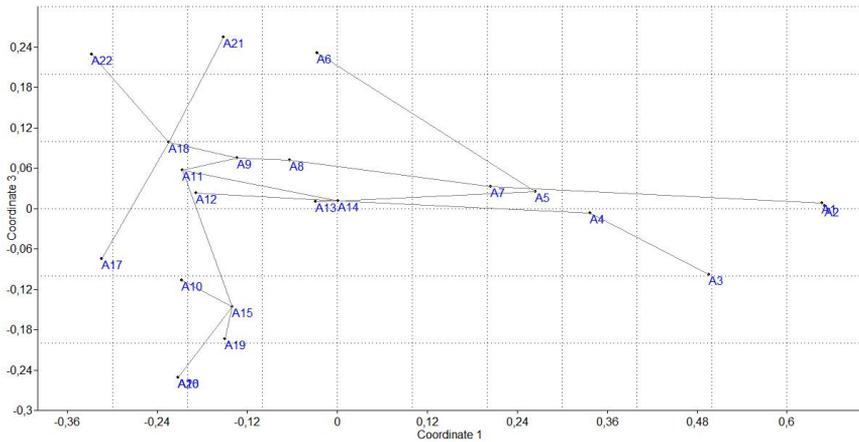


Figura 2. Árbol de Tendido Mínimo (ATM) obtenido para las CP lvs3.

	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11	A12	A13	A14	A15	A16	A17	A18	A19	A20	A21	A22	
A1																							2
A2	1																						1
A3																							1
A4					1									1									2
A5																							2
A6																							1
A7	1																						2
A8																							2
A9																							3
A10																							1
A11																							3
A12																							1
A13																							1
A14																							5
A15																							5
A16																							2
A17																							1
A18																							4
A19																							1
A20																							1
A21																							1
A22																							1
Promedio																							2.0

Figura 3. Matriz de Conectividad obtenida a partir del Árbol de Tendido Mínimo (ATM). Se resaltan los Valores Nodales y el Valor Nodal promedio.

Rodríguez *y col.* (2015) citaron tres (3) especies de Characidae en el Libro Rojo de la Fauna Venezolana: (1) la sardinita *Bryconamericus charalae*, ubicada en las cuencas de los ríos Aroa y Yaracuy con categoría de “Vulnerable” B1ab(iii); (2) el diente frío, *Creagrutus crenatus*, localizada en la cuenca del Río Tocuyo y categorizada “En Peligro” B1ab(iii); y (3) el Tetradiamante, *Moenkhausia pittieri*, reportada para las cuencas del Lago de Valencia y Río Tuy, y establecida como “Vulnerable” B1ab(iii,iv).

En Venezuela fueron creadas las Áreas Bajo Régimen de Administración Especial (ABRAE) con la finalidad de proteger aquellos espacios que merecen un tratamiento excepcional debido a sus características; son áreas sometidas a un régimen especial de manejo para su defensa, conservación y mejoramiento. Hasta la fecha se han creado 406 ABRAE que representan el 68% de la superficie del país, distribuidas en 24 categorías diferentes, 6 de ellas de importancia para la conservación de la biodiversidad: parques nacionales (43), monumentos naturales (21), refugio de fauna silvestre (7), reserva de fauna silvestre (2), santuario de fauna silvestres y reservas de biósfera (2) (Bevilacqua, 2003; Cloquel *y col.*, 2010; MINEC, 2023).

DISCUSIÓN

Al superponer las diferentes capas de información obtenida en este trabajo y recopilada de las referencias bibliográficas, es posible obtener un mapa integral mostrando los puntos de interés biogeográfico que es posible identificar en el país, con base en el grupo de los carácidos (Figura 4). Esta metodología permitió identificar a las cuencas de los ríos Ventuari-Atabapo (A18) como una región importante, no sólo por representar un área de intercambio biótico reciente (nodo), sino también por su alta riqueza de especies y elevado endemismo. En este nodo tan importante no existe una extensión protegida bajo alguna figura, por lo menos de Parque Nacional que cubra suficientemente todas las cuencas hidrográficas involucradas. Igual situación se observa para el resto de los nodos identificados, salvo en los casos de A9 -Apure Bajo- y A14 -Suapure- que cuentan con la figura de Parque Nacional, Aguaro-Guariquito y Cinaruco-Capanaparo (Cloquell *y col.*, 2010), respectivamente, que las protege parcialmente.

La otra región interesante identificada en este estudio fue Caribe Occidental y Central (Figura 4). A pesar de no haberse establecido como regiones nodales, estas zonas presentan la menor riqueza de especies (0-30 spp) y tres especies de carácidos en riesgo, según las diferentes categorías del Libro Rojo de la Fauna Venezolana (Rodríguez *y col.*, 2015). Estas categorías representan las siguientes condiciones: B1 Extensión de presencia a <5.000 km² En Peligro o <20.000 Km² Vulnerable; estado (a) severamente fragmentada <5 En Peligro y <10 Vulnerable; y (b) Disminución continua observada, estimada, inferida o proyectada en (iii)

área, extensión y/o calidad del hábitat o (iv) número de localidades o subpoblaciones. A la fecha de esta publicación, la especie *C. crenatus* presentaba un nivel de riesgo mayor que las especies *B. charalae* y *M. pittieri*. Importante resaltar que los ríos donde se ubican pertenecen a la cuenca Caribe, Occidental y Central y al Lago de Valencia, localidades sometidas a una elevada actividad antropogénica. Estas condiciones hacen de esta zona costera, con ríos aislados y de recorrido corto, una región de alta vulnerabilidad que debería estar bajo estrictos programas de conservación de su biodiversidad.

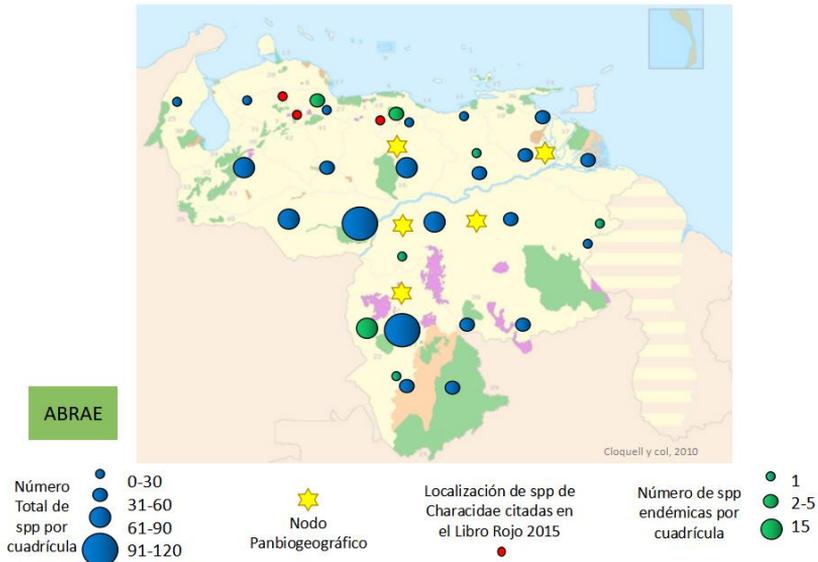


Figura 4. Mapa integral mostrando los cinco (5) Nodos Panbiogeográficos (estrellas amarillas) establecidos para la Familia Characidae en Venezuela, Riqueza de Especies (puntos azules), Endemismo (puntos verdes), más información complementaria de Especies en riesgo (puntos rojos) y Parques Nacionales (áreas en verde).

Las conexiones bióticas que se obtuvieron en este trabajo indican que, históricamente, las áreas nodales asociadas con la cuenca del Orinoco, constituyen zonas de confluencia biótica debido a la captura de ríos del piedemonte andino y escudo guayanés, durante los cambios de curso del río Proto Orinoco. Estos eventos pueden explicar la condición de nodo, la elevada riqueza de especie y los endemismos en toda la región que incluye las cuencas de los ríos Apure, Suapure, Ventuari y Atabapo. Posteriormente, el avance del curso del Orinoco ha tenido gran influencia en los carácidos que se distribuyen actualmente en el Orinoco bajo, evidenciado por las conexiones halladas por las especies compartidas, muy a pesar de las diferencias ecológicas que existen entre los distintos tramos de este río.

AGRADECIMIENTOS

Las autoras agradecen la información suministrada por la Colección de Peces del MBUCV, en cuanto a taxonomía y ubicación geográfica de los representantes de la Familia Characidae en Venezuela.

LITERATURA CITADA

- Bevilacqua, M. 2003. Áreas protegidas y conservación de la diversidad biológica. En: *Biodiversidad en Venezuela*. Tomo II. (Aguilera, M., A. Azócar y E. González, Eds.) Fundación Polar. Ministerio de Ciencia y Tecnología.
- Craw, R. 1989. Quantitative panbiogeography: introduction to methods. *New Zealand Journal of Zoology* 16:485-494.
- Dagosta, F.C.P. y M. De Pinna. 2019. The fishes of the Amazon: Distribution and Biogeographical patterns, with a comprehensive list on species. *Bulletin of the American Museum of Natural History* 431:163 pp.
- Hammer, O., D. Harper y P. Ryan. 2001. PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis. *Palaeontologia Electronica* 4(1):1-9.
- Lasso, C.A.; D. Lew; D. Taphorn; C. DoNascimento; O. Lasso-Alcalá; F. Provenzano y A. Machado-Allison. 2004a. Biodiversidad ictiológica continental de Venezuela. Parte I. Lista de especies y distribución por cuenca. *Memoria de la Fundación La Salle de Ciencias Naturales* 159-160: 105-195.
- Lasso, C.A.; J.I. Mojica; J.S. Usma; J.A. Maldonado; C. DoNascimento; D.C. Taphorn; F. Provenzano; O.M. Lasso; G. Galvis; L. Vásquez; M. Lugo; A. Machado-Allison; R. Royero; C. Suárez y A. Ortega-Lara. 2004b. Peces de la cuenca del río Orinoco. Parte I: lista de especies y distribución por subcuencas. *Biota Colombiana* 5: 95-158.
- MBUCV. 2023. Colección de Peces del Museo de Biología de Universidad Central de Venezuela (MBUCV-V), Instituto de Zoología y Ecología Tropical, Facultad de Ciencias, Universidad Central de Venezuela.
- Miguel-Talonia, C. y T. Escalante. 2013. Los nodos: el aporte de la panbiogeografía al entendimiento de la biodiversidad. *Biogeografía. Bulletin of the Systematic and Evolutionary Biogeographical Association* 6:30-42.
- Ministerio del Poder Popular para Ecosocialismo. ¿Qué es un ABRAE?. Recuperado de: <http://sigta.minec.gob.ve/sigta/abrae.php>.
- Mirande, J.M. 2019. Morphology, molecules and the phylogeny of Characidae (Teleostei, Characiformes). *Cladistics* 35:282-300.
- Morrone, J.J. 2004. Panbiogeografía, componentes bióticos y zonas de transición. *Revista Brasileira de Entomologia* 48(2):149-162.
- Richardson, D.M. y R.J. Whittaker. 2010. Conservation biogeography - foundations, concepts and challenges. *Diversity Distrib.* 16:313-320.
- Reis, R.E., S.O. Kullander y C.J. Ferraris, Jr. (Eds.). 2003. Check List of the Freshwater Fishes of South and Central America. Porto Alegre EDIPUCRS. 742 pp.
- Rodríguez, J. P., A. García-Rawlins y F. Rojas-Suárez (eds.). 2015. Libro Rojo de la Fauna Venezolana. Cuarta edición. Provita y Fundación Empresas Polar, Caracas, Venezuela. 470 pp.

DESCRIPCIÓN PRELIMINAR DE LA BIODIVERSIDAD DE LOS BOSQUES DE PALMARES DE *Mauritia flexuosa* (MORICHALES)

Preliminary description of the biodiversity of palm groves
of *Mauritia flexuosa* (morichales)

Miguel Ángel Sánchez-Mercado

Laboratorio de Socioconservación y Análisis de la Ecología Social, Centro de Estudios Sociales y Culturales (CESYC). Universidad Bolivariana de Venezuela, Eje Geopolítico "Heroína Juana La Avanzadora". Maturín, Estado Monagas.
Correspondencia: sanchezmiguel.m@gmail.com

RESUMEN

Los bosques de pantano de *Mauritia flexuosa*, conocidos tradicionalmente en nuestro país como morichales, se caracterizan por conformar en su biodiversidad, especies que van desde el componente herbáceo característico del sotobosque, así como otras de porte leñoso mayores que las presente en el morichal propiamente dicho. En la presente investigación, se caracteriza la estructura del componente arbóreo, así como la biodiversidad asociada a dos sectores de bosques de morichales con nula o baja intervención antrópica, en comparación con otro sector de morichal intervenido por actividades agrícolas. Se establecieron parcelas de 50mx20m, en cada sector, evaluando datos dasométricos (circunferencia a la altura del pecho ≥ 4 cm), así como caracterizar los individuos presentes en cada parcela por número y especie. Tras el análisis de la relación gráfica de las áreas basales relativas respecto a la diversidad de especies leñosas, así como la relación de distribución de especies entre ambas parcelas, se determina una amplia cobertura de las especies leñosas conformantes del mismo y mayor estructura de la biodiversidad asociada a la zona no-intervenida en relación a la intervenida, sin afectar significativamente los niveles de biodiversidad general entre ambas zonas, lo que podría indicar cambios estructurales por las condiciones externas e internas que determinan la evolución de los morichales.

Palabras clave: morichales, biodiversidad, componente arbóreo, intervención antrópica.

Keywords: Morichales, biodiversity, tree component, anthropic intervention.

INTRODUCCIÓN

Pese a la poca extensión total territorial de Venezuela frente a otros países de la región neotropical (Brasil, Perú, Colombia y Bolivia), nuestro país posee una amplísima variedad de ecosistemas, tanto de tierras bajas como de montaña, y con una gran biodiversidad de especies en cada uno de ellos, la cual aún nos encontramos en sus procesos descriptivos (Aguilera *y col.*, 2003). Entre uno de estos ecosistemas con pocos procesos investigados se encuentran los bosques de pantano dominados el componente arbóreo por *Mauritia flexuosa* (moriche), conocidos regionalmente como morichales, siendo el estado Monagas (Venezuela) uno de los territorios donde ocupa amplias extensiones, con cursos de agua relativamente constantes a permanentes, lo que hace que el mismo dependa plenamente de los cambios estacionales de los niveles de agua en la zona de planos aluviales donde *M. flexuosa* establece dominancia del dosel. Estos cambios lótico-fluvial de permanencia de la lámina acuífera, al

ser sumamente prolongados en periodos de sequía, disminuye de manera tal que especies menos tolerantes a la inmersión acuática empiezan a emerger, primeramente en las estratos más alto del plano aluvial, hasta desplazar parte o totalmente el bosque de pantano dominado por *M. flexuosa*, por lo que el proceso transicional está íntimamente asociado a la estabilidad del sistema lótico a lo largo del tiempo, el cual como factor interno a dicho ecosistema, es quien determina en mayor medida la prevalencia o no del bosque siempreverde de pantano estacional (González, 1987; Peña-Colmenarez y Gordon-Colón, 2019; Romero y Sánchez, 2021; Sánchez, 2022). Por ser un ecosistema que, si bien puede variar en el tiempo por los procesos descritos, el presente revisa de forma preliminar los cambios en la composición de su biodiversidad a través de la comparación de la estructura del componente arbóreo en zonas no intervenidas (NINTV) e intervenidas antrópicas (INTV).

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio. San Salvador de Mapirito se encuentra al sur de la ciudad de Maturín, estado Monagas (Figura 1). La región se caracteriza por su desempeño agrícola-ganadero de media a baja intensidad, con mecanización del suelo en zonas específicas, incluso adyacentes a las vegas bajas de morichales, las cuales se originan de glaciares coluviales que definen geomorfológicamente la región mesa oriental llanera (González Boscán, 2016).

Procedimientos de campo. Los levantamientos y toma de datos en campo se realizaron en los periodos seco (febrero-marzo) y lluvioso (agosto-septiembre) del año 2019. Se establecieron dos parcelas de 50m x 20m (0,1 ha) en dos sectores definidos, un asociado al morichal que se encuentra intervenido por la acción cercana de mecanización y quemadas inducidas de la sabana asociada al mismo (INTV) (intervención indirecta), y la otra que se encuentra en condiciones de muy baja o nula intervención antrópica (no-intervenida, NINTV) (Figura 1); ambas parcelas tienen orientación norte geográfico, y paralelas entre sí. En cada una de ellas se contaron todos los individuos de las especies arbóreas con troncos o tallos iguales o mayores a cuatro (4) cm de circunferencia a la altura del pecho (CAP \geq 4cm) a 1,3 m del suelo con cinta métrica flexible. Igualmente, se georreferenciaron cada una de las especies arbóreas con un receptor GPS Garmin GPSMap50Cx.

En el levantamiento florístico, se colectaron todos los ejemplares presentes en ambas zonas del morichal en todos los estratos del mismo, incluyendo epífitas. Se realizaron secado, prensado y montaje según lo descrito por Jones (1986), para luego identificar taxonómicamente los ejemplares y depositarlos en Herbario Académico de la UBV, así como distribuir duplicados para intercambio con VEN y IRBR.



Figura 1. Área de estudio en San Salvador de Mapirito, Maturín, Estado Monagas. Se muestra el detalle de la disposición de las transectas para el levantamiento del muestreo en las zonas del bosque transicional asociado al morichal, usando el SIG Google Earth® (febrero del 2023). La línea azul corresponde a la zona asociada al morichal intervenido (INTV) y la naranja al morichal no-intervenido (NINTV), las cuales se establecen en relación a la orientación norte, tal como se evidencia en el fotograma.

Análisis de datos. Con la población general por parcelas, se estimó el índice de Shannon-Wiener empleando PAST 4.09 (Hammer *y col.*, 2001), tomando en cuenta el 95% de error de estimación (Figura 2). Asimismo, se estimaron las abundancias relativas por especies, según la fórmula: $p_i = (n_i/N)$, donde p_i es la abundancia relativa para la especie i -ésima; n_i el número de la especie i -ésima y N el número total de especie por parcela (Moreno, 2001) (Figura 3). Tomando en cuenta las relaciones dasométricas estimadas, se realizaron comparaciones de las áreas basales relativas, considerando para la misma la formulación: $AB_r = [(\pi/4) \cdot (DAP)^2]$, donde AB_r es el área basal relativa por especie (expresada en m^2), y el DAP es el diámetro a la altura del pecho (Domínguez *y col.*, 2006), en relación a cada una de las especies componentes del dosel (Fig. 4). Las gráficas, a excepción de la Figura 1, se hicieron utilizando *Excel* (2010).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se determinaron 23 familias, así como 28 géneros y especies entre ambas parcelas. En la Figura 2, se muestra los resultados del índice de Shannon-Wiener (H), donde la estimación para la parcela no-intervenida (N-INTV) fue de 2,76 y para la intervenida 2,88, cuya diferencia entre ellas fue 0,118 que si bien no es alta, expresa una significancia respecto a la uniformidad en la distribución de especies, donde se observa que el mayor aporte común por especie a la estructura de ambos sectores de bosque, está determinado en ambos casos (intervenido y no-intervenido) por el curruquey (*Protium heptaphyllum*), el cual se encuentra en una de las mayores proporciones de p_i en ambas parcelas (0,101 y 0,102 respectivamente) (Figura 2).

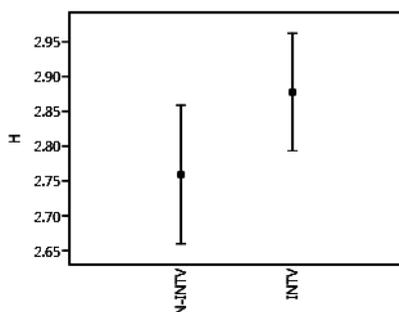


Figura 2. Índice de diversidad de Shannon-Wiener (H) a partir de los datos de números de especies para las parcelas de bosque no-intervenido (N-INTV) e intervenido (INTV),

A diferencia de lo reportado de manera general con respecto a la dominancia de la palma moriche (*M. flexuosa*), la parcial dominancia de esta especie maderable (*P. heptaphyllum*) indica un posible proceso de cambios en los procesos evolutivos ya descritos por González (1987; 2016). Es importante señalar la prevalencia en número de especies y aportes al total de las mismas en ambas parcelas de estudio, y que la misma comprende a especies de porte leñoso, a excepción de la pitahaya (*Hylocereus lemairei*), a saber, además de *P. heptaphyllum*, se hallaron zapatero (*Casearia mariquitensis*), acacia (*Senegalia rostrata*), vara blanca (*Banara guianensis*) y el cuajo (*Virola surinamensis*). Ello implica que la estabilidad de dichas especies leñosas es mayor en el tiempo, por ser las que incluso alcanzan mayores valores de abundancias relativas, lo que lleva a considerar lo anteriormente indicado respecto a los cambios temporales dentro del sistema ecológico del morichal, los cuales dependerán de diversos factores bióticos y abióticos, entre ellos procesos autógenos, el cual puede estar influenciado directamente por la progresiva colonización de los individuos juveniles de *M. flexuosa* reportados, pues los pocos detectados por encima de CAP ≥ 4 cm se encontraban sólo en la parcela no-intervenida (Figuras 3 y 4).

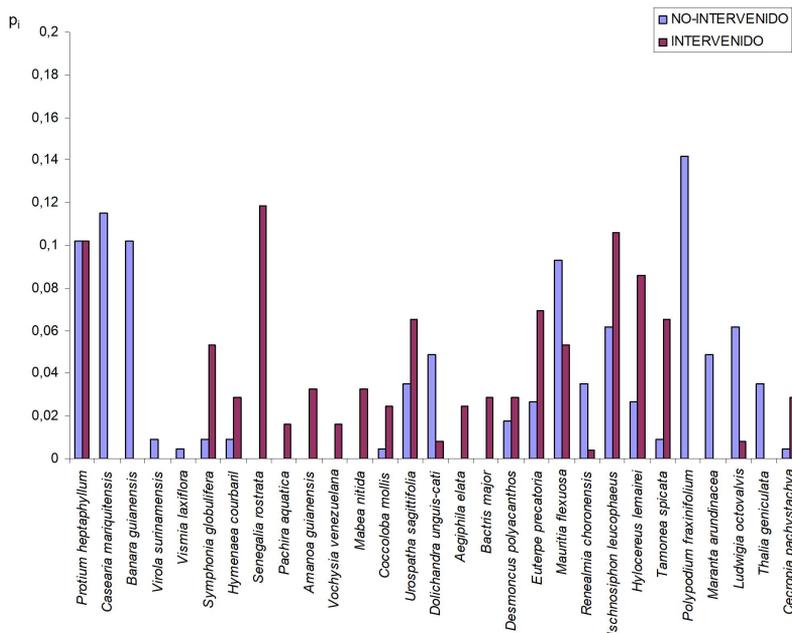


Figura 3. Distribución por especie de las abundancias parciales (pi) del levantamiento por parcelas descrito en el bosque del morichal en San Salvador de Mapiroto, Municipio Maturín, estado Monagas, en las parcelas ubicadas en los sectores: intervenido (púrpura) y no-intervenido (azul).

Entre los factores que inducen estos cambios pueden señalarse la progresiva alza en la tasa de evapotranspiración, la cual reduce la lámina de agua, además de la reducción de la radiación que llega los estratos inferiores del bosque por el aumento de la cobertura de copas (Fernández, 2007); esto último puede evidenciarse en la estructura de áreas basales reportada por especie (AB_i), donde domina el dosel otras especies de bosques que de *M. flexuosa* (Fig. 4); específicamente en la parcela de bosque morichal intervenido (Fig. 3), donde quizás los procesos de recambio y competencia intraespecífica por luz son mayores en el caso de dichas especies (Fernández, 2007; González, 2016).

Es por ello que es necesario, al considerar dichos procesos de cambios temporales, los factores externos e internos que son inherentes a la unidad ecológica del morichal (González, 1987; 2016), entre los cuales, los externos afectan a la composición y dinámica directamente, tal como se observan en los contrastes de cambios poblacionales de la parcela intervenida con la no-intervenida (Figuras 1, 2 y 3).

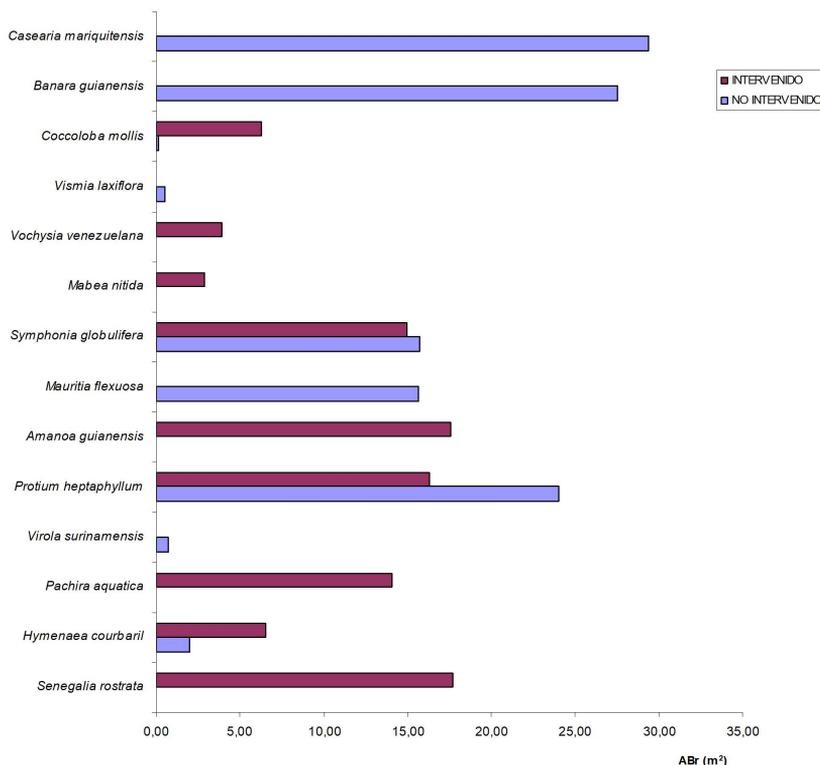


Figura 4. Distribución por especie de las áreas basales relativas (ABr) del componente arbóreo por parcelas en los sectores: intervenido (púrpura), y no-intervenido (azul), ubicadas el bosque de palmeras de *Mauritia flexuosa*, situado en San Salvador de Mapirito, Municipio Maturín, estado Monagas.

Las mecanizaciones de las zonas asociadas a las sabanas adyacentes del morichal intervienen directamente en la alteración edafológica del mismo, y, por consiguiente, en la dinámica de las aguas superficiales del humedal, sobre todo en los procesos de escorrentía hacia la cuenca (González, 2016). Parte de dicha interferencia antrópica al alterar el microrrelieve pueden modificar la dinámica vegetal, así como también las deforestaciones, construcciones de acequias y otros factores de origen humano (Peña-Colmenares y Gordon-Colón, 2019). Es posible que dichas alteraciones originen la baja repoblación de individuos de moriche como se evidencia en esta caracterización preliminar donde la baja dominancia en cuanto al área basal de *M. flexuosa*, se evidencia como parte de dichos factores presentes (Figura 4). Se hace entonces necesario desarrollar de estudios de mayores tiempos de análisis de su estructura, y amplitudes

espaciales (mayor número de parcelas de muestreo), para evaluar la biodiversidad de los diversos estratos o pisos biotípicos asociados a los mismos (sotobosque y estratos inferiores).

AGRADECIMIENTOS

A la Dra. Elisabeth Gordon-Colón, por su siempre apoyo incondicional en los procesos de investigación y revisión de manuscritos. Al colectivo del Comité Organizador del V Simposio de Humedales 2023 por su militante constancia y siempre apoyo a través de cada encuentro. A los residentes y vecinos del sector San Salvador de Mapirito y su Consejo Comunal (Sra. Rita Luna y Sra. Alba Marina García), por su imprescindible apoyo logístico para desarrollar la presente investigación.

LITERATURA CITADA

- Aguilera, M., A. Azócar y E. González. 2003. Venezuela: un país megadiverso. En: *Biodiversidad en Venezuela* (Aguilera, M., A. Azócar y E. González, Eds.). Tomo I y II. Fundación Polar, Ministerio de Ciencia y Tecnología, FONACIT. Caracas. Cap. 61: 1056-1107.
- Domínguez, M.; F. Bravo; M. del Río, 2006. Modelos del tamaño de copa de *Pinus sylvestris* L. en bosques del centro de España. *Interciencia*, 31(3):168-175.
- Fernández, A. 2007. Los Morichales de los Llanos de Venezuela. En: *Catálogo Anotado e Ilustrado de la Flora vascular de los Llanos de Venezuela* (Duno de Stefano, R., G. Aymard y O. Huber, Eds.). Fudena- Fundación Empresas Polar-FIBV. Pp. 91-98
- González Boscán, V. 1987. *Los morichales de los Llanos Orientales. Un enfoque ecológico*. Ediciones Corpoven, Caracas. 56 pp.
- González-B., V. 2016. Los palmares de pantano de *Mauritia flexuosa* en Suramérica: una revisión. Capítulo 2. Pp. 45-83. En: Lasso, C. A., G. Colonnello y M. Moraes R. (Editores), *XIV. Morichales, Cananguchales y otros Palmares Inundables de Suramérica. Parte II: Colombia, Venezuela, Brasil, Perú, Bolivia, Paraguay, Uruguay y Argentina*. Serie Editorial Recursos Hidrobiológicos y Pesqueros Continentales de Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH). Bogotá, D. C., Colombia.
- Hammer, Ø., D. Harper, y D. R. Paul 2001. Past: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. *Palaentologia Electronica*, 4(1):1-9
- Jones, S. B. 1987. *Sistemática Vegetal*. McGraw-Hill Latinoamérica. México. 536 pp.
- Moreno, C. E. 2001. *Métodos para medir la biodiversidad*. M&T-Manuales y Tesis SEA, Zaragoza. 84 pp.
- Peña-Colmenares, C. y E. Gordon-Colón. 2019. Morichal de la cuenca alta de Río Tigre (Anzoátegui, Venezuela): aguas, suelo y vegetación. *Acta Biol. Venez.*, 39(2):137-228.
- Romero, Y. y M. A. Sánchez-Mercado. 2021. Caracterización preliminar del componente arbóreo de *Mauritia flexuosa* L.f. en un tramo del morichal Mapirito, Monagas, Venezuela. *Acta Biol. Venez.* 41(1):137-143.
- Sánchez-Mercado, M. A., L. Sánchez-Quiroga, y F. Borregales. 2022. Caracterización parcial de la flora acuática referida al bosque de morichal, sector Las Delicias, Maturín, estado Monagas. *Acta Biol. Venez.* 42(1):35-42.

PROCESOS DE DESCOMPOSICIÓN Y RETENCIÓN DE NUTRIENTES EN MANGLARES. UNA APROXIMACIÓN DESDE LA COMPLEJIDAD

Decomposition processes and nutrient retention in mangroves. An approach from complexity

Arturo Barrios

Universidad Central de Venezuela.
arturo.barrios@ucv.ve

RESUMEN

El ecosistema de manglar se forma en el límite entre la tierra y el mar, donde los bosques de mangles se caracterizan por tener árboles que poseen adaptaciones morfológicas y fisiológicas especiales para sobrevivir. Entre sus procesos se destaca su capacidad de captar y retener la materia orgánica. Dada su importancia, el presente trabajo plantea analizar algunos aspectos que afectan la productividad del ecosistema, como son los mecanismos de descomposición de materia orgánica, para así poder valorar los procesos ecológicos que se desenvuelven en los espacios del manglar. Para cumplir con este objetivo se desarrolló una investigación cualitativa, descriptiva de corte documental, con énfasis en los mecanismos de descomposición y retención de la materia orgánica. Como resultado se observó que hay un equilibrio y participación de los organismos que comparten el ambiente, partiendo desde la vegetación que favorece la comunidad heterotrófica por medio de la productividad primaria, a una trama compleja donde especies de herbívoros, detritívoros y carnívoros favorecen en la recolección de materia orgánica, a la vez que participa en la mecánica del suelo y del reciclaje de nutrientes a través de la comunidad microbiana. Finalmente se concluye que esta dinámica entre la producción y descomposición de materia orgánica sugiere un proceso complejo y escalonado, en donde el sustrato es transformado a una serie de componentes que son mineralizados y recuperados por parte de las plantas, y de donde se pueden observar como los procesos y relaciones ecológicas entre plantas, microorganismos y nutrientes aumenta la complejidad del sistema.

Palabras clave: comunidad detritívora, comunidad microbiana, procesos de descomposición, reciclaje de nutrientes, retención de nutrientes.

Keywords: detritus community, microbial community, decomposition processes, nutrient recycling, nutrient retention

INTRODUCCIÓN

Un concepto muy utilizado en áreas como la física y la biología es el que corresponde a los sistemas complejos. Este puede ser interpretado como un conjunto de elementos, cada uno capaz de interactuar con otros a través de reglas locales simples o mediante un nivel de organización inferior, que pueden dar surgimiento a propiedades emergentes caracterizados por una dinámica no lineal, con posibles bucles de retroalimentación (o feedback-loops) con el ambiente, produciendo un nivel de organización superior (Goodwin, 1994; Solé y Manrubia, 1996; Nicolis y Nicolis, 2012; Griffon *y col.*, 2015; Fuentes, 2018).

En este orden de ideas, la ecología no se escapa de ser evaluada bajo este enfoque no reduccionista y profundiza su investigación para dar detalle a las características y procesos de su objeto de estudio. En este caso,

se plantea como objetivo analizar algunos aspectos sobre los mecanismos de descomposición de materia orgánica, bajo el enfoque de sistema complejo, para así identificar variables y poder valorar los procesos ecológicos que se desenvuelven entorno al mantenimiento y nutrición de los suelos en los ecosistemas de manglar.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para cumplir con este objetivo se desarrolló una investigación cualitativa, descriptiva de corte documental, con énfasis en los mecanismos de descomposición y retención de la materia orgánica, de donde se destacaron componentes y se establecieron conexiones con el ecosistema manglar.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En primer lugar, uno de los factores que caracteriza la complejidad de los estuarios y los bosques de mangle que se desarrollan en éstos, es la concurrencia del mar y la tierra, que organiza una diversidad de hábitats que están sometidos a una alta inestabilidad espacio-temporal, debido a las condiciones únicas, producto de las características fisicoquímicas y fisiográficas del paisaje, donde se retroalimentan y se mantienen comunidades acuáticas y terrestres (Huaylinos *y col.*, 1983).

Como señalan Huaylinos *y col.* (1983), la heterogeneidad espacial y temporal es determinado por las condiciones creadas y mantenidas por factores a gran escala, entre los que resaltan los procesos de sedimentación del suelo, el arrastre de partículas y el patrón de flujo y almacenamiento de agua, afectan, entre otros, a las condiciones del ambiente acuático, a la cobertura vegetal, así como a la distribución horizontal y vertical de las comunidades presentes. Estos cambios a su vez responden a diferencias en el potencial biótico y la resistencia ambiental a los cambios de sus componentes.

En este orden de ideas, dentro de esta combinación de variedades de poblaciones se destaca el bosque del manglar que se resalta por tener una alta productividad primaria, capaz sostener dos tramas tróficas principales y resumidas como la ruta de la herbivoría (donde las plantas son el alimento de los herbívoros y estos a su vez el de los carnívoros) y la ruta detritívora, donde la biomasa muerta y fecal es el alimento de los organismos detritívoros y descomponedores, degradando estos compuestos hasta elementos nutritivos inorgánicos y que son recuperados por el sistema de las plantas (Lugo y Snedaker, 1974; Swift *y col.*, 1979; Twilley *y col.*, 1986; McKee, 1996; Bastardo, 1999; Kathiresan y Bingham, 2001; Bastardo, 2005; Alongi *y col.*, 2005; Kristensen *y col.*, 2008; Twilley *y*

Day, 2013; Saifullah *y col.*, 2015; Mendoza-Morales *y col.*, 2016). De manera que sistemáticamente surge un ciclo entre la productividad primaria, los procesos de descomposición y el reciclaje de nutrientes en el ecosistema.

Características generales del proceso de descomposición. Al hacer énfasis en el proceso de descomposición se puede detallar que esta transformación puede ser explicada a través de diferentes fases: (i) primero en el lavado, cuando se produce la pérdida de materia soluble, permitiendo la salida de compuestos orgánicos e inorgánicos de estructura poco complejas, que posteriormente es captado por el suelo o por otros organismos descomponedores; seguido de esto está (ii) la conminución, cuando la materia orgánica vegetal se reduce su tamaño por la fragmentación, producto de la acción de los factores físicos en el ambiente al igual que por la manipulación de organismos detritívoros, incluyendo procesos de ingestión, causando cambios en la composición física y química del material vegetal, lo que facilita la colonización microbiana y catabolismo celular; finalmente (iii) en el catabolismo, cuando se genera una serie de cambios en los componentes orgánicos complejos de la estructura vegetal por la acción de la actividad enzimática de microorganismos, al degradar y transformar la materia orgánica a moléculas sencillas, que luego puede ser atrapado en el suelo o en el humus o continuar su transformación hasta un estado disponible para su captación por las plantas y en consecuencia para el resto de la trama trófica. Este último grado de transformación corresponde a la mineralización, cuando la degradación llega a las formas más simples e inorgánicas de un elemento, así mismo se señala el proceso de inmovilización que ocurre cuando el elemento nutritivo es incorporado a la biomasa de un organismo (Swift *y col.*, 1979; Bastardo, 1999; Peña, 1996; Kathiresan y Bingham, 2001; Begon *y col.*, 2006).

Propiedades emergentes y aumento de la complejidad en el proceso de descomposición. Adicionalmente, la sinopsis antes mencionada resume un proceso altamente complejo que se ajusta a la definición de propiedad emergente, debido a que la misma esconde fenómenos que poseen características novedosas, que dependen de principios más básicos, pero que responden a un nivel de organización superior del sistema que la genera (Goodwin, 1994; Griffon *y col.*, 2015; Fuentes, 2018).

Por ejemplo, dada la naturaleza e interconexión con otros ecosistemas, los manglares pueden ser vistos como un sistema abierto que retroalimenta al ecosistema terrestre y al acuático que lo compone. Donde, por un lado, acepta aportes de agua y minerales, y por el otro, recibe grandes cantidades de materia orgánica, de origen animal y de origen vegetal por la diversidad de especies que interactúan con los bosques de mangle (Lugo y Snedaker, 1974; Mackey y Smail, 1996). Donde la conectividad y dinámica interna del ecosistema acuático influye en la

variabilidad de las condiciones del manglar; produciendo cambios en las propiedades físicas y químicas del agua, por ejemplo en los sustratos, a través de cambios en la disponibilidad de nutrientes y en el oxígeno, así como en la calidad del sedimento y el pH, llegando además a definir el flujo y mantenimiento de la materia orgánica dentro y fuera del ecosistemas (Twilley *y col.*, 1986; Peña, 1996; Holguin *y col.*, 2001; Alongi, 2002; Poi de Neiff *y col.*, 2006; Ghizelini *y col.*, 2012).

Sumado a esto, la comunidad animal posee una compleja intervención en el ecosistema acuático, donde cumplen con múltiples funciones y se relacionan con diferentes niveles tróficos afectando el flujo de materia y energía. En este orden de ideas, se han registrado ejemplos en el que cangrejos intervienen en la modificación de la hojarasca con el transporte y uso de la misma en sus madrigueras, cambiando la estructura y composición del suelo. De esta manera las estructuras mencionadas favorecen la creación de microhabitats que enriquecen los suelos en carbono y nutrientes, así como sirven para aumentar la superficie de interface agua – sedimento, conservando espacios aireados y aptos para la descomposición microbiana, lo que permite el flujo de productos nitrogenados y favorece la incorporación de nutrientes en la comunidad vegetal (Smith *y col.*, 1991; Twilley *y col.*, 1997; Vopel y Hancock, 2005; González *y col.*, 2015).

Finalmente, la comunidad microbiana es de gran importancia en los procesos de descomposición y procesos biogeoquímicos. Siendo responsable en intervenir en la disponibilidad de nutrientes para el resto de la trama trófica, principalmente por las capacidades metabólicas de la misma para transformar sustancias complejas hasta moléculas sencillas, participando así desde la nutrición y la salud vegetal hasta la estructuración y en la fertilidad del suelo (Zack *y col.*, 1994; Antía, 1995; Crawford, 1995; Lodge, Hawksworth y Ritchie, 1996; Atlas y Bartha, 2002; Bastardo, 2005; Holguin, Vásquez y Bashan, 2001; Kirk *y col.*, 2004; Gobalakrishnan *y col.*, 2014; Malaver *y col.*, 2014b). Sin embargo, este componente microbiológico es altamente sensible a las condiciones fisicoquímicas del ambiente acuático y terrestre, lo que se infiere que cambios en esta puede afectar desde tramas tróficas hasta relaciones de uso del hábitat (Lodge, Hawksworth y Ritchie, 1996; Alongi, 2002; Kirk *y col.*, 2004; Ghizelini *y col.*, 2012; González *y col.*, 2015).

Algunas otras variables que afecta el proceso de descomposición.

En este sentido se puede observar que la dinámica del ecosistema es compleja y fluctuante, partiendo de variables en los factores abióticos del ambiente, como la calidad del agua y sedimentos, disponibilidad oxígeno y nutrientes, entre otros. Este, a su vez, afecta al componente biótico, con cambios en la composición de especies que se establecen en la región, incluyendo a los organismos detritívoros, descomponedores y en especial a la diversidad de microorganismos heterotróficos que ataca y coloniza los diferentes sustratos a degradar y reciclar. Seguido a esto, hay que sumar

otras variables que aumenta la heterogeneidad del sistema, como puede ser la complejidad de la materia orgánica que ingresa al mismo, en función de aspectos como la cantidad de compuestos solubles y compuestos complejos; incluyendo azúcares digeribles, hemicelulosa, lignina, compuestos aromáticos, que nuevamente se relacionan con la tasa de descomposición y la capacidad de recuperar nutrientes en el ecosistema (Swift *y col.*, 1979; Lodge *y col.*, 1996; Bastardo, 1999; Poi de Neiff *y col.*, 2006; Begon *y col.*, 2006; Fioretto *y col.*, 2008).

Siguiendo con este orden de ideas, se tienen otras variables que influyen en la tasa de descomposición. Como es la estructura vertical de la columna de agua que segmenta la comunidad microbiana y los procesos metabólicos en aeróbicos y anaeróbicos, siendo predominante esta última en condiciones sumergidas. De esta manera, se distribuyen los organismos que dependen de la materia orgánica según variables como la disponibilidad de aceptores de electrones en la región aeróbica y anaeróbica, la concentración y complejidad de la materia, diferenciando la comunidad que se conforma cuando los compuestos entran en el sistema, de la comunidad que se establece cuando hay mayor grado de degradación (Alongi *y col.*, 1993; Holguin *y col.*, 2001; Reddy y DeLaune, 2008; González *y col.*, 2015).

De lo antes planteado, debido a la complejidad del sustrato, junto con la estrategia reproductiva y capacidad metabólica por parte de la comunidad microbiana, se sugiere la acción conjunta de poblaciones al coexistir las especies utilizando diferentes recursos y ocupando diferentes nichos, así como a través de la colonización y el desplazamiento de especies por medio de una sucesión ante el cambio de la calidad del sustrato (Swift *y col.*, 1979; Lodge *y col.*, 1996; Bastardo, 1999; Begon *y col.*, 2006; Poi de Neiff *y col.*, 2006; Fioretto *y col.*, 2008).

Estas diferencias pueden determinar la participación de los microorganismos al ser prolongada o momentánea. Así, sustancias solubles en agua y otros compuestos orgánicos simples son los primeros en ser liberados en la descomposición y en favorecer el crecimiento de los microorganismos de rápido crecimiento. En consecuencia, resaltan las bacterias que son de pequeño tamaño y poseen una estrategia reproductiva rápida que les permiten alcanzar elevadas densidades en poco tiempo. Seguido a estos, los hongos se diferencian por poseer diez veces el tamaño de las bacterias, reproducirse por espora y poseer hifas que les permiten penetrar y atacar moléculas más complejas del sustrato vegetal (Swift *y col.*, 1979; Bastardo, 1999; Fioretto *y col.* 2008).

CONCLUSIONES

A modo de resumen, los manglares son ecosistemas que surgen en condiciones únicas en relación al flujo de la materia y energía. Sus características físicas y la composición de especies agregan aspectos para

reflexionar su naturaleza de sistema complejo. Sin embargo, haciendo énfasis en el proceso de descomposición, éste es clave para el reciclaje y mantenimiento de nutrientes en el ecosistema. De ahí la necesidad de estudiar como la tasa de descomposición se relaciona con numerosas variables, entre ellas la presencia y la actividad microbiana, las cuales son sensibles a variables bióticas y abióticas que sirven a su vez como indicador del estrés ambiental.

Aun así, la descomposición de la materia orgánica es una característica continua del sistema y permite el reciclaje de la misma dentro del ecosistema, demostrando una gran capacidad de resiliencia a pesar de los cambios (Bastardo, 1999; Kathiresan y Bingham, 2001; Holguín *y col.*, 2001), así como manifiesta una necesidad de monitoreo para garantizar los procesos ecológicos y el mantenimiento de actividades humanas asociadas al ecosistema.

LITERATURA CITADA

- Alongi, D. M., P. Christoffersen y F. Tirendi. 1993. The influence of forest type on microbial-nutrient relationships in tropical mangrove sediments. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 171 (2): 201–223. Doi: 10.1016/0022-0981(93)90004-8.
- Alongi, D. M., B. F. Clough y A. I. Robertson. 2005. Nutrient-use efficiency in arid-zone forests of the mangroves *Rhizophora stylosa* and *Avicennia marina*. *Aquatic Botany* 82(2): 121–131. Doi: 10.1016/j.aquabot.2005.04.005.
- Alongi, D. M. 2002. Present state and future of the world's mangrove forests. *Environmental Conservation* 29 (03): 331–349. Doi: 10.1017/S0376892902000231.
- Antía, A. 1995. Estudio ecológico de las comunidades microbianas heterotróficas de un suelo en condiciones naturales y sometido a manejo agrícola. Tesis Doctoral, Universidad Central de Venezuela – Facultad de Ciencias, Venezuela.
- Atlas, R. y R. Bartha. 2002. *Ecología Microbiana y Microbiología Ambiental*. 4ta. Edición. Editorial Addison Wesley. España.
- Bastardo, H. 1999. El proceso de descomposición y su importancia ambiental. Trabajo de Ascenso, Universidad Central de Venezuela. Caracas – Venezuela.
- Bastardo, H. 2005. Algunos aspectos del proceso de descomposición y la microbiología Ambiental. *Acta Biol. Venez.* 25(1-2): 91–97.
- Begon, M., C. R. Townsend y J. L. Harper. 2006. *Ecology: From Individual to Ecosystems*. 4ta Edición. Blackwell Publishing. Oxford. Reino Unido.
- Crawford, R. 1995. Preface. En *Bioremediation: Principles and Applications (Biotechnology Research)* (R. Crawford y D. Crawford, Eds.). Cambridge University Press. New York. Estados Unidos. Págs.: 1 – 12.
- Fioretto, A., S. Papa, A. Pellegrino y A. Fuggi. 2008. Leaf Litter Decomposition Dynamics in Mediterranean Area. En: *Soil Ecology Research Developments* (Tian-Xiao Liu, Eds.). Nova Science Publishers, Inc. ISBN: 978-1-60021-971-9. pp: 31 – 61.

- Fuentes, M. A. 2018. Complejidad, emergencia y cambio teórico. Tesis Doctoral, Universidad Nacional de La Plata, Buenos Aires, Argentina
- Ghizelini, A. M., L. C. S. Mendonça-Hagler y M. Andrew. 2012. Microbial diversity in Brazilian mangrove sediments - A mini review. *Brazilian Journal of Microbiology* 43(4): 1242-1254. Doi:10.1590/S1517-83822012000400002
- Gobalakrisnan, R., C. Aarthi, K. Kamala, K. Sivukumar y L. Kannan. 2014. Seasonal variations in the culturable diversity and population density of the total heterotrophic and pathogenic bacteria, in the coastal waters of the Andaman Sea, India. *Indian Journal of Geo-Marine Sciences* 43(8).
- González, E. J., N. Malaver y J. A. Naveda. 2015. Los ecosistemas acuáticos y su conservación. En: *Agua en Venezuela: Una Riqueza Escasa* (A. J. Gabaldón, A. Rosales, E. Buroz, J.R. Córdova, G. Uzcátegui y L. Iskandar, Eds.). Fundación Empresas Polar. Caracas - Venezuela. ISBN 978-980-379-354-8. Cap 6: 189-254.
- Goodwin, B. 1994. *How the Leopard Changed Its Spots: The Evolution of Complexity*. Touchstone, Nueva York.
- Griffon, D., K. Jaffe y C. Andara. 2015. Propiedades emergentes, eficiencia y redes de termiteros. *Acta Biol. Venez.* 35(2): 233-248
- Holguin, G., P. Vázquez y Y. Bashan. 2001. The role of sediment microorganisms in the productivity, conservation, and rehabilitation of mangrove ecosystems: An overview. *Biology and Fertility of Soils* 33(4): 265-278. doi:10.1007/s003740000319
- Huaylinos, W., E. Quispitúpac, y N. Martínez. 1983. Variabilidad fisicoquímica y fisiográfica del ecosistema de manglar San Pedro-Vice (Piura-Perú). *Revista del Instituto de investigación de la Facultad de Minas, Metalurgia y Ciencias Geográficas* 6(11): 7-19.
- Kathiresan, K. y B. L. Bingham. 2001. Biology of mangroves and mangrove Ecosystems. *Advances in Marine Biology* 40: 81-251. Doi:10.1016/S0065-2881(01)40003-4
- Kirk, J.L., L.A. Beaudette, M. Hart, P., Moutoglis, J.N., Klironomos, H. Lee y J.T. Trevors. 2004. Methods of studying soil microbial diversity. *Journal of Microbiological Methods* 58: 169- 188.
- Kristensen, E., M. Holmer y N. Bussarawit. 1991. Benthic metabolism and sulfate reduction in a southeast Asian mangrove swamp. *Marine Ecology Progress Series MESEDT*. 73 (1): 93 - 103.
- Lodge, D.J., D.L. Hawksworth y B.J. Ritchie. 1996. Microbial Diversity and Tropical Forest Functioning. En: *Biodiversity and Ecosystem Processes in Tropical Forests* (Orians, G. H., R. Dirzo y J. H. Cushman, Eds). Springer-Verlag. Berlin Heidelberg Ecological Studies, Vol. 122. Cap 5: 69-100.
- Lugo, A. E. y S. C. Snedaker. 1974. The Ecology of Mangroves. *Annual Review of Ecology and Systematics* 5(1):39-64
- Mackey, A. P. y G. Smail. 1996. The decomposition of mangrove litter in a subtropical mangrove forest. *Hydrobiologia* 332(2): 93-98. Doi:10.1007/BF000116688
- Malaver, N., M. Rodríguez y V. H. Aguilar. 2014. Un diagnóstico de la calidad microbiológica del agua de la laguna de Tacarigua, estado Miranda, Venezuela. *Acta Biol. Venez.* 34(2): 203-226.
- McKee, K. L. 1996. Mangrove Ecosystems: Definitions, distribution, zonation, forest structure, trophic structure, and ecological significance. En: *Mangrove Ecology: A Manual for a Field Course* (Feller I. y M. Sitnik, Eds.). Smithsonian Institution, Washington, DC. pp. 1-6.
- Mendoza-Morales, A. J., G. González-Sansón y C. Aguilar-Betancourt. 2016. Producción espacial y temporal de hojarasca del manglar en la laguna

- Barra de Navidad, Jalisco, México. *Revista de Biología Tropical* 64(1): 275–289. Doi:10.15517/rbt.v64i1
- Nicolis, G. y C. Nicolis. 2012. *Foundations of Complex Systems: Emergence, Information and Prediction*. World Scientific. Singapore. ISBN-13 978-981-4366-60-1
- Peña Colmenares, C. T. 1996. Estimación de la tasa de descomposición de *Montrichardia arborescens* L. Shott (Araceae) “*in vitro*”. Tesis de Licenciatura en Biología. Facultad de Ciencias, Universidad Central de Venezuela. Caracas – Venezuela.
- Poi de Neiff, A., J. J. Neiff y S. L. Casco. 2006. Leaf litter decomposition in three wetland types of the Paraná River floodplain. *Wetlands* 26(2): 558–566.
- Reddy R. K. y R. D. DeLaune. 2008. *Biogeochemistry of Wetlands*. Science and Applications. CRC Press. Londres. Reino Unido.
- Saifullah, A. S. M., A. H. M. Kamal, M. H. Idris, A. H. Rajae y M. K. A. Bhuiyan. 2015. Phytoplankton in tropical mangrove estuaries: role and interdependency. *Forest Science and Technology* 1–10. Doi:10.1080/21580103.2015.1077479
- Smith, T., K. Boto, S. Frusher y R. Giddins. 1991. Keystone species and mangrove forest dynamics: the influence of burrowing by crabs on soil nutrient status and forest productivity. *Estuar Coast Sci.* 33: 419 – 432.
- Solé, R. V. y S. C. Manrubia. 1996. *Orden y Caos en Sistemas Complejos. Aplicaciones*. Ediciones UPC SL, Barcelona.
- Swift, M. J., O. W. Heal y J. M. Anderson. 1979. *Decomposition in terrestrial ecosystems* (Vol. 5). Univ of California Press.
- Twilley, R. R. y J. W. Day Jr. 2013. Mangrove Wetlands. En: *Estuarine Ecology* (Day, J. W., B. C. Crump, W. M. Kemp y A. Yáñez-Arancibia, Eds.). 2nd Edition. Wiley-Blackwell. Doi:10.1016/0921-8009(91)90019-B. Cap 7: 165–202.
- Twilley, R. R., A. E. Lugo y C. Patterson-Zucca. 1986. Litter production and turnover in Basin Mangrove Forests in Southwest Florida. *Ecology* 67(3): 670–683.
- Twilley, R., M. Pozo, V. Rivera-Monroy, R. Zambrano y A. Boderó. 1997. Litter dynamics in riverine mangrove forest in the Guayas River Estuary, Ecuador. *Oecologia* 111: 109 – 112.
- Vopel, K y N. Hancock. 2005. Marine ecosystems more than just a crab hole. *Water and Atmosphere* 13 (3): 18 – 19.
- Zak, J., M. Willing, D. Moorhead y H. Wildman. 1994. Functional diversity of microbial communities: A quantitative approach. *Soil Biology and Biochemistry* 26: 1101-1108.

USO DE TABLEROS DE CONTROL PARA EL ESTUDIO DE LA DIVERSIDAD EN HUMEDALES DE VENEZUELA

Using dashboards for the study of wetland diversity in Venezuela

Lourdes M. Suárez Villasmil^{1}, Elisabeth Gordon Colón¹, Eduardo Barreto-Pittol², Santiago Ramos Oropeza³, Irene Carolina Fedón⁴, Laura Delgado³ y María Beatriz Barreto Pittol²*

¹Laboratorio de Ecología de Plantas Acuáticas, ²Laboratorio de Ecología de la Vegetación, ³Laboratorio de Ecología de Sistemas, Instituto de Zoología y Ecología Tropical, Facultad de Ciencias; ⁴Instituto Experimental Jardín Botánico Dr. Tobias Lasser, Universidad Central de Venezuela. *suarez.lourdes@gmail.com

RESUMEN

Los tableros, paneles de información, cuadros de mando, o en inglés “dashboards”, permiten visualizar grandes volúmenes de datos almacenados en un computador, servidor o directamente en internet, de forma que, si se actualiza el archivo fuente, inmediatamente se observan cambios en los resultados proyectados (tablas, gráficos y mapas), generando visualizaciones interactivas y fáciles de compartir con terceros. El objetivo de este trabajo fue elaborar un tablero para estudiar la diversidad de especies vegetales en humedales de Venezuela, que pueda ser consultado libremente con fines de investigación, manejo o conocimiento general. Incluye las coordenadas geográficas, listado de especies vegetales y las características disponibles de agua y suelo en 42 humedales ubicados en los estados Miranda, Bolívar y Sucre, clasificándolos por tipo de hábitat. El tablero se realizó con Google Looker® para describir los niveles de nitrógeno, fósforo, oxígeno disuelto, salinidad y conductividad en el agua; así como salinidad, pH, porcentaje de materia orgánica, arena, arcilla y limo en el suelo. En los 42 humedales se encontraron 139 especies con un promedio de 3,3 especies por humedal. El 55,6% de los humedales estuvieron en hábitats de pantano; 16,7% en lagunas y en canales o caños 7,4% en manglares ribereños y 3,7% en manglares lagunares. Se produjo un mapa para identificar los humedales por tipo de hábitat, pudiendo elegir la distribución de una o más especies mediante un filtro. La consulta del tablero puede efectuarse de forma libre y gratuita desde cualquier dispositivo con acceso a internet, sin instalar ninguna aplicación o programa.

Palabras clave: diversidad de plantas, ecosistemas, humedales, tableros, Venezuela.

Keywords: dashboards, ecosystems, plant diversity, Venezuela, wetlands.

INTRODUCCIÓN

Los tableros de control, paneles de información o cuadros de mando, conocidos comúnmente por su denominación en inglés “dashboards” son herramientas informáticas de visualización que conectan la información recopilada con una interfaz gráfica donde se construyen uno o más tipos de visualizaciones. Su nombre hace referencia a los paneles de control de los autos o los aviones, donde se monitorea el estado de todos los indicadores que es necesario controlar durante un desplazamiento.

La información que se carga en los tableros puede proceder de distintas fuentes como una o varias hojas de cálculo o archivos de valores separados por comas (CSV) u otro formato estructurado en filas y columnas. Esta

información puede estar alojada en un computador o en Internet, y puede ser estática (cargada en un momento determinado) o actualizarse constantemente como ocurre con datos masivos o “big data” (Favaretto *y col.*, 2020).

Los tableros son un recurso ampliamente utilizado por sectores empresariales y de investigación para facilitar la toma de decisiones basadas en datos (Sarikaya *y col.*, 2019) y tienen características muy atractivas en el manejo de los sistemas complejos. En primer lugar, si se actualizan los archivos fuente, los resultados proyectados (tarjetas, tablas, gráficos y mapas) se actualizan de inmediato. En segundo lugar, los tableros permiten generar visualizaciones interactivas para mostrar tarjetas, gráficos, tablas o mapas disponiendo de controles para filtrar la información. En tercer lugar, las visualizaciones se pueden compartir con terceros de manera muy sencilla, controlando lo que se quiere compartir y con quien se quiere compartir.

El objetivo de este trabajo fue elaborar un tablero de control con la información que varios grupos de investigación produjeron en distintos humedales de Venezuela, para generar una herramienta en la que investigadores y público en general puedan consultar las características de las aguas, suelos y la diversidad de especies vegetales asociadas a estos ambientes.

MATERIALES Y MÉTODOS

Los datos que conforman este tablero proceden de diversos estudios, a saber: 18 localidades en Higuerote, Paparo y Barlovento (Suárez Villasmil *y col.*, 2022; 2015), cuatro localidades en El Clavo (Suárez Villasmil y Gordon Colón, 2010), una localidad en Laguna La Reina (Avenidaño *y col.*, 2018), ocho localidades en la Península de Paria (Gordon Colón *y col.*, 2021), siete lagunas de rebalse en el Río Orinoco (Gordon-Colón *y col.*, 2017) y cuatro humedales en la Península de Paria (Barreto, datos no publicados).

La fuente de datos del tablero estuvo conformada por dos matrices o tablas de datos almacenadas en Google Sheets®: una contiene las variables medidas en el agua y el suelo, donde cada fila representa una localidad identificada con un ID numérico único, el nombre común de la localidad asignado por los investigadores que la muestrearon, la dimensión geográfica o geolocalización que reconoce Google® (Geotarget), el estado (Miranda, Sucre o Bolívar), sus coordenadas geográficas en formato centesimal o decimal, las variables medidas en el agua: oxígeno disuelto (mg/mL), nitrógeno y fósforo total y disponible (mg/L), salinidad (‰) y conductividad ($\mu\text{S}/\text{cm}$) así como las medidas en el suelo: textura, salinidad (‰), pH, materia orgánica (%), arena (%), limo (%) y arcilla (%). Algunas variables no fueron medidas en alguna localidad quedaron como valores en blanco, ya que todos los investigadores no midieron las mismas variables

porque eran grupos de investigación con objetivos y períodos de estudio distintos. Cada localidad fue clasificada según su tipo de hábitat como canal, laguna, manglar lagunar, manglar ribereño o pantano.

La segunda tabla se construyó con las especies identificadas, donde cada fila registró el nombre científico de la especie, fecha de muestreo, coordenadas geográficas y geolocalización de Google®. Además, cada especie se repitió para todos los humedales donde apareció, identificando la fila con el ID numérico utilizado en la tabla de información hidroedáfica. Este ID fue el campo en común que permitió relacionar ambas tablas en Google Looker® que fue la herramienta elegida para realizar el tablero. Los resultados se representaron con tablas, gráficos, mapas o tarjetas, es decir, visualizaciones de texto simple que muestran una sola cifra que tiene significado en un contexto (Nussbaumer Knaflic, 2015).

RESULTADOS

El tablero construido puede ser consultado en el siguiente enlace: <https://datastudio.google.com/reporting/5c9cdb91-bbd3-4db9-804e-508de59097c9>. Consta de 8 páginas en línea que se alternan con un menú ubicado en la parte superior. La primera página presenta el tablero con el número de especies, humedales, estados y hábitats considerados. Se dedica una página a las características de las aguas (Figura 1), que de acuerdo con la salinidad pudieron ser salobres (0,05-30‰) o dulceacuícolas (<0,05‰). No se registraron humedales salinos (>30‰) pero si a futuro se incorpora alguno, se ha programado que sean visualizados en el tablero. El gráfico de salinidad (circular) no solo muestra el porcentaje de humedales dulceacuícolas o salobres, sino que, si se selecciona con un “clic” sobre el segmento de los humedales dulceacuícolas, las visualizaciones de esa página presentarán los parámetros del agua solo en ecosistemas dulceacuícolas (Figura 2). Un comando de “restablecer” ubicado en la parte superior de la Figura 2 puede usarse para retornar el tablero a su forma original sin filtrar.

Otra página muestra las características de los suelos, donde los mismos pueden ser filtrados por su composición textural. La página para la vegetación presenta una tabla con el listado de especies, otra con la riqueza por humedal y en tarjetas se calcula la gamma diversidad y número de especies promedio por cada humedal estudiado. Si se aplican los filtros por estado y tipo de hábitat, se puede observar que los estados Miranda y Sucre tuvieron mayor riqueza de especies (80 cada uno) con respecto a Bolívar, y que los pantanos, lagunas y canales fueron los humedales con mayor riqueza de especies con respecto a los manglares, y entre estos, los ribereños tuvieron mayor riqueza que los lagunares (Tabla 1).

Las 139 especies constituyeron 76% de la suma de todas las especies halladas en los tres estados (22+80+80=182 especies), lo que representó 76% de especies en común, dejando un recambio de especies de 24% por efecto de la variación geográfica. Asimismo, las 139 especies representaron 62% de la suma de especies de todos los hábitats (94+65+49+14+1=223), quedando 38% de recambio atribuible al tipo de hábitat.

Se produjo una hoja con la localización de los humedales, la cual permite hacer mapas de cada una de las especies en formato de Google Maps®, coloreando los puntos según el tipo de hábitat. El mapa dispone de filtros para seleccionar el período temporal en el que se efectuó el muestreo, el hábitat y si se trata de un humedal salobre o dulceacuícola.



Figura 1. Interfaz gráfica para mostrar las visualizaciones de las aguas en todos los ambientes. La salinidad promedio de todos los ambientes se presenta en una tarjeta y el gráfico circular muestra la proporción de ambientes salobres y dulceacuículas y permite filtrar los resultados por este tipo de ambiente (haciendo “clic” en el gráfico). Un par de controles permiten filtrar los resultados por estado y tipo de hábitat.

Tabla 1. Número de especies en los humedales por tipo de hábitat y estado. La primera columna indica el número de hábitats muestreados y su porcentaje. En total se estudiaron 42 humedales, pero algunos contaron con más de una medición espacial/temporal, lo que totaliza 54 puntos de muestreo.

Tipo de hábitat (n %)	Edo. Bolívar	Edo. Miranda	Edo. Sucre	Total
Pantano (30 55,6%)		61	48	94
Laguna (9 16,7%)	22	26	26	65
Canal (9 16,7%)	12	20	26	49
Manglar ribereño (4 7,4%)			14	14
Manglar lagunar (2 3,7%)		1		1
Total (54 100,0%)	22	80	80	139

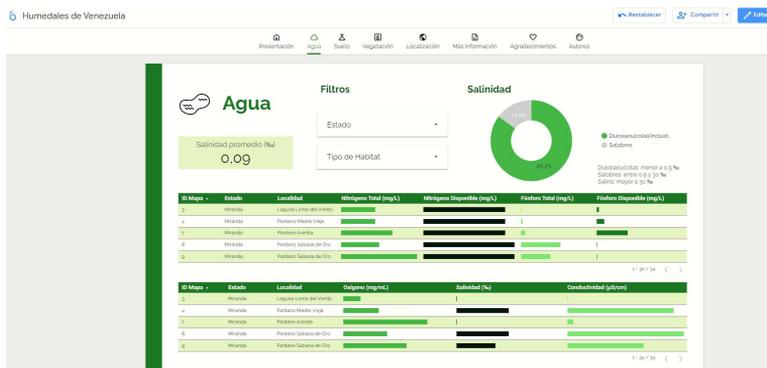


Figura 2. Interfaz gráfica para mostrar las visualizaciones de las aguas en los ambientes dulceacuicolas. La salinidad promedio para estos ambientes es 0,09 ‰ y se ha calculado considerando solamente ambientes dulceacuicolas, o con salinidad menor a 0,5 ‰. Cualquier filtro adicional puede aplicarse dependiendo de la elección de quien consulta el tablero. Esta captura se hizo con más amplitud de pantalla a fin de mostrar en la parte superior derecha de la pantalla el control que permite restablecer el filtro para volver a la versión original de la visualización (sin filtrar).

DISCUSIÓN

Los tableros son diseñados tomando en cuenta el propósito, la audiencia y las características de los datos (Sarıkaya *y col.*, 2019). Este tablero fue orientado a interesados en el estudio de la diversidad biológica, pudiendo observar que entre los 42 humedales muestreados se obtuvo una Gamma Diversidad de 139 especies con un promedio de 3,3 especies por humedal, lo que muestra un alto recambio de especies entre todos estos ambientes. Este resultado coincide con (Gordon Colón, 1998; Suárez Villasmil *y col.*, 2022) quienes señalaron que la mayor diversidad de paisajes favorece una mayor diversidad de especies y ensamblajes comunitarios. Es probable que el recambio real de especies en estos humedales sea aún mayor, ya que estos resultados sólo contemplan estimaciones puntuales y no han considerado la variación estacional en un mismo sitio donde es posible el recambio de especies por efecto de variaciones estacionales del hidroperíodo de los humedales (Suárez Villasmil y Gordon Colón, 2010).

Por otro lado, el recambio de especies por efecto del tipo de hábitat fue mayor que el observado debido a la variación geográfica, lo que conlleva a revisar cómo ha sido el efecto de la dinámica de condiciones ambientales locales en cada humedal para generar este tipo de respuesta en la tasa de recambio de especies, más allá de los patrones de distribución geográfica, lo cual hace más importante el efecto de la estabilidad o no de condiciones

en un ambiente como predictor del estatus de las comunidades que en él existen en un momento dado (Wiens, 1989; Zunino, 2000). Por otro lado, la tolerancia diferencial a las distintas condiciones del humedal producen zonación y variación en la composición de especies (Guo *y col.*, 2015), estas variaciones incluso pueden ocurrir a un nivel microtopográfico (Avendaño *y col.*, 2018).

La herramienta Google Looker® fue elegida porque es hasta ahora una herramienta gratuita, tanto para para quien realiza el tablero como para quien lo consulta. Además, para su consulta no se requiere instalar ninguna aplicación en el dispositivo electrónico, simplemente se accede mediante un enlace como si se tratase de una página web, lo que facilita el proceso de compartir la información, con la posibilidad de actualizarla rápidamente. Cabe destacar que el usuario del tablero no tendrá acceso a ver o modificar las fuentes de datos originales, sino que consulta los productos que decide visualizar el propietario de la base de datos.

Al haber obtenido estos datos por distintos grupos de investigación, cada uno con sus propios objetivos y criterios, no hubo un estándar que uniformizara todas las variables medidas, por lo que este trabajo cuenta con la obvia limitación de que todas las variables no han sido medidas en todos los sitios, y que la información procede de distintos muestreos y periodos de estudio. Aun así, el producto generado es valioso y constituye un precedente que muestra una forma práctica para manejar los datos y facilitar su consulta a los investigadores y a la comunidad interesada en el estudio de los humedales y otros sistemas.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecemos a las siguientes personas por su participación en los proyectos de investigación que permitieron generar la información presentada en el tablero: Adeldo Malavé, Ana María Quevedo, Argenis Delfin, Carlos Alvarado, Deiby García, Edie Montiel, Evelyn Zoppi de Roa († 2021), Fernando Ramos, Jesús Berti, José Ramón Grande Allende, Juan Torres, Julio González, Manuel Machado, Marcos Caldera, María de los Ángeles Marrero, Nancy Hernández, Napoleón León († 2021), Rossana Mendoza, Rubén Torres, Sergio Pacheco, Wilman Vázquez, Yamilex Avendaño y Yomel de la Cruz. Asimismo, a la Familia Barreto, Demarcación Sanitaria B de Guaraúnos y a las organizaciones que financiaron la ejecución de los proyectos: Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico de la Universidad Central de Venezuela (CDCH-UCV), Proyecto PI 7731-2009, “Humedales herbáceos del Estado Miranda: Ubicación y características”. PDVSA-Fundación UCV, Proyecto Institucional: “Estudio de microlocalización de los muelles de embarque y patio de almacenamiento de sólidos en el sector Orinokia del río Orinoco” y Banco Mundial, por la financiación del Proyecto No. 21-044: “Caracterización de las variables espaciales y temporales del vector *Anopheles aquasalis* y su integración en un SIG, en el golfo de Paria”.

LITERATURA CITADA

- Avendaño, Y., I.C. Fedón, E.M. Barreto-Pittol, M.A. Marrero, M.B. Barreto y L. Suárez-Villasmil. 2018. Patrones espaciales en un herbazal halófilo: suelos, comunidades vegetales y plasticidad fenotípica de *Sporobolus virginicus* (L.) Kunth, *Révis. Gramin.* 1: 67 (1829) en el Estado Miranda, Venezuela 19:23–40. <https://doi.org/10.21068/>
- Favaretto, M., E.D. Clercq, C.O. Schneble y B.S. Elger. 2020. What is your definition of Big Data? Researchers' understanding of the phenomenon of the decade. *PLoS ONE* 15, e0228987. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0228987>
- Gordon Colón, E. 1998. Composición fisionómica y florística de humedales dominados por *Montrichardia arborescens* en Laguna Grande (Monagas, Venezuela). *Acta. Biol. Venez.* 18:55–76.
- Gordon Colón, E., L. Suárez-Villasmil y A.M. Quevedo. 2017. Vegetación acuática en lagunas de rebalse del Río Orinoco (sector Orinoquia, Venezuela). *BioLlania Edición Especial* 15:334–356.
- Gordon Colón, E., E. Zoppi de Roa, S. Ramos, L. Delgado, J. Berti y E. Montiel. 2021. Humedales de la península de Paria (estado Sucre, Venezuela): Físicoquímica de las aguas y la composición de la vegetación. *Acta. Biol. Venez.* 41:207–263.
- Guo, H., S.A. Chamberlain, E. Elhaik, I. Jalli, A.R. Lynes, L. Marczak, N. Sabath, A. Vargas, K. Więski, E.M. Zelig, y S.C. Pennings. 2015. Geographic variation in plant community structure of salt marshes: species, functional and phylogenetic perspectives. *PLoS ONE* 10: e0127781. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0127781>
- Nussbaumer Knaflic, C., 2015. *Storytelling with Data*. Hoboken, Wiley, 284 pp.
- Sarikaya, A., M. Correll, L. Bartram, M. Tory y D. Fisher. 2019. What Do We Talk About When We Talk About Dashboards? *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics* 25:682–692. <https://doi.org/10.1109/TVCG.2018.2864903>
- Suárez Villasmil, L., E.M. Barreto-Pittol, I.C. Fedón, E. Gordon Colón, D. García, Y. Avendaño y M.B. Barreto. 2015. Riqueza, composición florística y factores hidroedáficos en humedales herbáceos de Barlovento (Estado Miranda, Venezuela). *Métodos en Ecología y Sistemática* 10:29–44.
- Suárez Villasmil, L., E.M. Barreto-Pittol, E. Gordon Colón, I.C. Fedón, D. García, Y. Avendaño y M.B. Barreto. 2022. The vegetation in a wetland complex in Miranda State, Venezuela (Bolivarian Republic of Venezuela), En: *Wetlands and People at Risk* (Baigún, C., Minotte, P. y Lamizana, B. Eds.), UICN, Gland, Switzerland. Cap. S1-6:90-108.
- Suárez Villasmil, L. y E. Gordon Colón. 2010. Dinámica de la vegetación herbácea en un humedal dulceacuícola del estado Miranda (Trabajo de Ascenso a la Categoría de Profesor Asistente). Universidad Central de Venezuela, Caracas, Venezuela.
- Wiens, J.A. 1989. Spatial scaling in ecology. *Functional Ecology* 3:385–397. <https://doi.org/10.2307/2389612>
- Zunino, M. 2000. El concepto de área de distribución: Algunas reflexiones teóricas, En: *Hacia un proyecto CYTED para el inventario y la estimación de la diversidad entomológica en Iberoamérica* (Martín Piera, F. J.J. Morrone y A. Melic, Eds.) PrIBES-2000. Monografías Tercer Milenio - PrIBES 2000. Vol 1:79–85.

TUNICADOS ASOCIADOS A RAÍCES DEL MANGLE ROJO *Rhizophora mangle* EN LA ENSENADA DE TURPIALITO, GOLFO DE CARIACO, VENEZUELA

Tunicates associated with the roots of the red mangle *Rhizophora mangle* in Turpialito cove, gulf of Cariaco, Venezuela

Rafael José Betancourt^{1*}, Lilian A. Palomino-Alvarez²
y Antulio Prieto¹

¹Laboratorio de Biología de Poblaciones, Departamento de Biología, Escuela de Ciencias, Núcleo de Sucre. ²Unidad Multidisciplinaria de Docencia e Investigación Sisal (UMDI-SISAL), Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, puerto de abrigo s/n, Sisal, CP 97356 Yucatán, México.

*rafajose2@gmail.com

RESUMEN

Las ascidias constituyen uno de los grupos de cordados marinos más conspicuos, con amplia distribución a lo largo de las costas rocosas, raíces de mangle, formaciones coralinas y bancos de moluscos. Durante cinco meses (enero-mayo 2021) se realizó un estudio cualitativo y cuantitativo de las ascidias, presentes en las raíces del mangle rojo ubicado en la ensenada de Turpialito. Se seleccionaron dos zonas de manglar con diferentes sustratos (areno-fangoso y rocosos). En cada zona se seleccionaron 4 raíces al azar y se tomaron manualmente las ascidias, contabilizándose 110 organismos, distribuidos en las especies: *Phallusia nigra*, *Microcosmus exasperatus*, *Pyura vittata*, *Botrylloides niger*, *Botryllus planus* y *Didemnum perlucidum* y el género *Symplegna* sp. Las especies más abundantes fueron: *Phallusia nigra* (57 individuos) y *Microcosmus exasperatus* (37 individuos). Las estaciones de muestreo mostraron diferencias en cuanto abundancia de ascidias, encontrándose el mayor número de ascidias en la estación areno fangoso. *Phallusia nigra* y *M. exasperatus*, han sido señaladas como componentes importantes de la fauna incrustante. Todas las especies identificadas han sido previamente reportadas en raíces de mangle.

Palabras clave: diversidad, tunicados, Mangle, *Phallusia nigra*.

Keywords: Diversity, tunicates, Mangrove, *Phallusia nigra*.

INTRODUCCIÓN

Las raíces del mangle rojo *Rhizophora mangle*, presentan una comunidad biológica compuesta por numerosos organismos, constituyendo un sustrato apropiado para los organismos sésiles, entre ellos las tunicados, encontrados en todos los hábitats marinos. En los tunicados hay 4 clases: Thaliacea, Appendicularia, Sorberacea y Ascidiacea. La Ascidiacea es la clase más diversa de tunicados, con 3000 especies reconocidas, con representantes encontrados en todos los hábitats marinos (Shenkar y Swalla, 2011). La diversidad de especies de ascidias depende principalmente de la disponibilidad y sustrato duras, así como la temperatura y la salinidad (Lambert, 2005), mientras que la densidad de la población depende de la disponibilidad de

alimento (partículas orgánicas suspendidas en agua (Monniot *y col.*, 1991). Algunos de los aportes al estudio de las ascidias en la región del Atlántico americano han sido realizados por Bermúdez y Jiménez (1975), Galán (1976), Sutherland (1980), Goodbody (1984), Orihuela *y col.*, (1991), Montes y Prieto (2005), Pérez *y col.* (2007), Caraballo *y col.* (2007), Rocha *y col.* (2010), Rocha *y col.* (2005; 2010), Caraballo y Díaz (2011), Caraballo-Pérez (2011). Debido a la importancia que representa este grupo como recurso potencial y como contribución al conocimiento de ascidias que conforman la comunidad de invertebrados de las raíces de mangle rojo (*Rhizophora mangle*) en la ensenada de Turpialito, se realizó esta investigación durante cinco meses (enero-mayo 2021).

MATERIALES Y MÉTODOS

La Ensenada de Turpialito ($10^{\circ} 28' 40''$ LAT N y $64^{\circ} 01'52''$ Long W) (Figura 1) está ubicada en la costa sur del golfo de Cariaco, donde se hallan comunidades de mangle rojo, parches de *Thalasia testudinum* y parches de coral. Se seleccionaron dos zonas de muestreo: la zona 1 bordeada con abundancia de mangle rojo y con sustrato areno-fango y con parches de *T. testudinum*, y la zona 2 con parches de manglar y un sustrato bajo rocoso con abundante coral *Mellipora* sp.

El trabajo de campo se realizó durante los meses de enero a mayo 2021. Los muestreos no fueron destructivos, se identificaron *in situ* las especies presentes por raíz, empleando una guía de identificación fotográfica previamente elaborada usando los inventarios locales. Los nombres científicos de las especies fueron revisados a través de la página web: World register of Marine Species: <https://www.marinespecies.org/>.

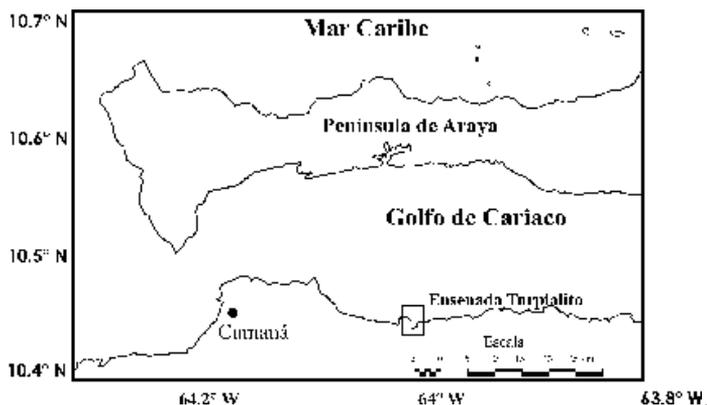


Figura 1. Área de estudio indicando la ubicación geográfica de la ensenada de Turpialito, estado Sucre, Venezuela.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se analizaron 60 raíces, observando en total 110 ejemplares de tunicados recolectados en las dos estaciones de muestreo; se identificaron seis especies y un género (Tabla 1, Figura 1), siendo la especie más abundante *Phallusia nigra* y menos abundante *Didemnum perlucidum*. Casi todas las especies se encuentran en ambas zonas de muestreo, con la excepción de *D. perlucidum* (Tabla 1).

La especie *Phallusia nigra* presenta una túnica ácida que contiene compuestos alelopáticos, que impiden que otros organismos se adhieren y colonicen las raíces (Obs. person), mientras que *D. perlucidum* es una especie invasora, la cual fue común pero no dominante en las granjas de mejillones en el sur de Brasil. Esta especie demasiado en las poblaciones cultivadas de mejillones, por lo que podría perjudicar a la industria de los bivalvos (Rocha y col., 2010). En estudios posteriores, se descubrió que *D. perlucidum* afectaba el crecimiento de los mejillones cultivados, retrasando o impidiendo su crecimiento hasta un tamaño comercial. La limpieza mensual de los mejillones y los 'calcetines' de cultivo mejoraron el crecimiento de los mejillones, pero aumentaron los costos de mano de obra (Lins y Rocha, 2020).

Tabla 1. Lista de especies de Tunicados asociadas a las raíces de *Rhizophora mangle* en la ensenada de Turpialito, Golfo de Cariaco (Edo. Sucre, Venezuela), indicando su presencia (+) o ausencia (-) en las diferentes meses y zonas de muestreos.

Especies	Enero 2021	Febrero 2021	Marzo 2021	Abril 2021	Mayo 2021	Zona 1	Zona 2
<i>Phallusia nigra</i>	+	+	+	+	+	+	+
<i>Microcosmus exasperatus</i>	+	+	+	+	+	+	+
<i>Pyura vittata</i>	+	+	+	+	+	+	+
<i>Botrylloides niger</i>	+	+	+	+	+	+	+
<i>Botrylloides planus</i>	+	+	+	+	+	+	+
<i>Symplegma</i> sp.	+	+	+	+	+	+	+
<i>Didemnum perlucidum</i>	+	-	+	+	+	+	-

Género: *Phallusia* Savigny, 1816 *Phallusia nigra* Savigny, 1816 (Fig. 1a).

Caracterización: esta especie fue registrada por Bermúdez y Jiménez (1975) para Venezuela como *Ascidia nigra* (Savigny, 1816), quienes recolectaron muestras en la bahía de Mochima, estado Sucre. El color negro brillante de la túnica y la ausencia de epibiontes facilita su observación en el hábitat (Rocha y col., 1999). Algunos autores señalan que la ausencia de epibiontes en la túnica de *P. nigra* se debe a que ésta posee un pH ligeramente ácido y en la cual la acidez aumenta como respuesta a estímulos físicos (Hirose y col., 2001). **Distribución:** Atlántico

occidental: desde Florida hasta Brasil (Abbott *y col.* 1997), Bermuda (Goodbody, 1962); Mar Rojo, Golfo de Adén y Golfo de Guinea (Millar, 1958; Van Name, 1945).

Género: *Microcosmus* Heller, 1877 *Microcosmus exasperatus* Heller, 1878 (Fig. 1b). **Caracterización:** ascidia solitaria; cuerpo globoso, cubierto por una túnica áspera de color naranja; individuos pequeños, con pocas incrustaciones. Sifones en la parte dorsal, distantes entre sí, generalmente se le encuentra en abundancia en raíces de mangle, pilotes de muelles y con menos frecuencia en sustratos blandos o lodosos y arrecifes de coral (Goodbody, 1984). **Distribución:** amplia y variada; se le puede encontrar en el Mar Rojo, costa Este de África, costa oriental de Australia y Este de Hawái (Van Name, 1945).

Género: *Pyura* Molina, 1782, *Pyura vittata* Stimpson, 1852 (Fig. 1c). **Caracterización:** cuerpo globoso, cubierto por una túnica oscura y áspera, región dorsal media de color morado o rojizo, resto del cuerpo marrón o amarillo claro; superficie irregular con numerosos pliegues, generalmente con simbiontes que dificultan detectar la presencia de la especie, más si ésta tiene los sifones comprimidos. Cuando los sifones están extendidos se pueden observar cintas de color oscuro intercaladas con beige. **Distribución:** se distribuye a lo largo del Atlántico tropical americano (Rodríguez *y col.*, 1998).

Género: *Botrylloides* Milne-Edwards, 1841, *Botrylloides niger* (Herdman, 1886) (Fig. 1d). **Caracterización:** colonias incrustantes constituidas por sistemas irregulares que forman hileras de zooides que se disponen bordeando al sifón exhalante. En vida, la colonia presenta coloraciones que van del rojo oscuro al marrón, y una mancha, de color naranja, con forma de U alrededor de los sifones de los zooides. La túnica es transparente, fina y frágil, permitiendo observar fácilmente los zooides. **Distribución:** Pantropical.

Género: *Botrylloides* Milne-Edwards, 1841, *Botrylloides planus* (Van Name, 1902) (Fig. 1e). **Caracterización:** ascidia colonial que puede variar en color, que van desde ser completamente naranja a tener zooides que son púrpura oscura, púrpura marrón o negro, con un área blanca, verde pálido o amarillo dorado que rodea la apertura branquial de cada zooide. **Distribución:** nativa de las cálidas aguas del Atlántico occidental, desde Carolina del Norte, Bermudas, Panamá, Curazao, Colombia, Venezuela hasta Brasil.

Género: *Symplegma* sp Herdman, 1886 (Fig. 1f). **Caracterización:** ascidia colonial con zooides incrustados en una túnica común, fina y transparente. Los zooides son ovales y ambos sifones se abren en la superficie de la colonia, zooides ovales con ambos sifones abiertos en la superficie de la colonia **Distribución:** está muy extendido y es criptogenico en el Atlántico tropical y en el Indico-Pacífico occidental.

Género y especie: *Didemnum perlucidum* Monniot F., 1983 (Fig.1g).

Caracterización: las colonias son de mármol en apariencia - blanco y gris, amarillo, o marrón, la túnica muy delgada con muchas espículas calcáreas, las cuales se disponen de manera muy aguda y tienen forma de estrellas con muchos radios cónicos (Monniot, 1983). **Distribución:** se describió por primera vez en Guadalupe en el Caribe, pero posteriormente se encontró en Brasil, África Occidental, el Golfo de México y el Indo-Pacífico, incluidos Hawái, Guam y la entrada del Pacífico al Canal de Panamá.

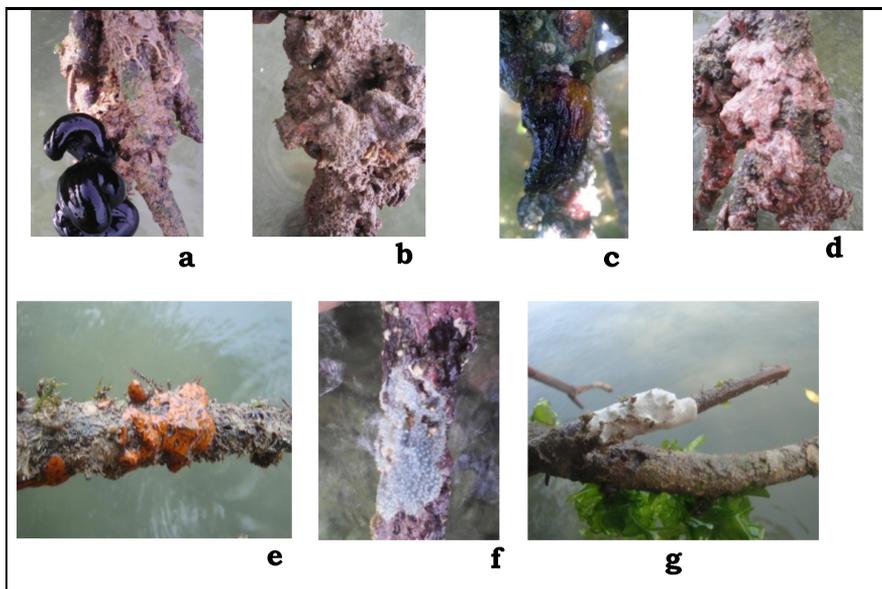


Figura 1. Especies de tunicados asociados a las raíces de *Rhizophora mangle* en la ensenada de Turpialito, Golfo de Cariaco, Venezuela, (a) *Phallusia nigra*, (b) *Microcosmus exasperatus*, (c) *Pyura vittata*, (d) *Botrylloides nigrum*, (e) *Botrylloides planus*, (f) *Symplegma* sp., (g) *Didemnum perlucidum*.

AGRADECIMIENTOS

Los autores queremos agradecer a los revisores por sus sugerencias.

LITERATURA CITADA

- Abbott, D., A. Newberry, y K. Morris. 1997. Ascidiens (Urochordata) reef and shore fauna of Hawaii. *Bishop Mus. Spe.* 64 (6): 64pp.
- Bermúdez, I. R. y G. Jiménez. 1975. Estudio comparativo de cuatro especies de ascidias de la bahía de Mochima, Estado Sucre. *Lagena* 35-36: 31-49.

- Caraballo-Pérez, V. 2011. *Inventario de ascidias solitarias en la Laguna La Restinga, estado Nueva Esparta, Venezuela*. Trab. Grad. Universidad de Oriente. 72 pp.
- Caraballo-Pérez, V., y Díaz. 2011. Ascidias (Tunicata: Ascidiacea) del golfo de Cariaco, Venezuela. *Bol. Inst. Oceanogr. Venezuela* 50 (2): 233-244
- Caraballo-Pérez, V., C. Lira, J. Bolaños y R. López. 2007. Inventario preliminar de ascidias solitarias de la laguna La Restinga, Isla de Margarita, Venezuela. *Acta. Cient. Venezolana* 58 (1): 200.
- Galán, A. 1976. Contribución al estudio de las incrustaciones biológicas en la laguna La Restinga, Isla de Margarita, Venezuela. *Bol. Inst. Oceanogr. Venezuela* 15 (2): 153 - 168.
- Goodbody, I. 1984b. Ascidians from Caribbean shallow water localities. *Stud. Fauna Curaçao Caribb. Is.* 67 (203): 62-76.
- Goodbody, I. 1962. The biology of *Ascidia nigra* (Savigny). I. Survival and mortality in an adult population. *Biol. Bull.* 122: 51
- Hirose, E., Y. Hideyuki y M. Yasuaki. 2001. Properties of tunic acid in the Ascidian *Phallusia nigra* (Asciidiidae, Phlebobranchia). *Zool. Soc. Japan.* 18 (3): 309 - 314.
- Lambert, G. 2005. Ecología e historia natural de los protocordados. *Revista Canadiense de Zoología* 83: 34-50.
- Lins, D., y R. Rocha. 2020 Cultivated brown mussel (*Perna perna*) size is reduced through the impact of three invasive fouling species in southern Brazil. *Aquatic Invasions* 15 (1): 114-126.
- Millar, H. 1958. Some ascidians from Brazil. Marine Station, Millport, Isle of Cumbrae, Scotland. *Mag. Nat. Hist.* 13(1): 497 - 514.
- Monniot, F. 1983. Ascidies littorales de Guadeloupe I. Didemnidae. *Bulletin du Musée d'Histoire Naturelle de Paris* (4th series) 5: 5-49.
- Monniot C, F. Monniot y P. Laboute. 1991. *Ascidias de arrecifes de coral de Nueva Caledonia*. Colección Faune Tropicale, Ediciones de l'ORSTOM, Paris 30. 247 pp.
- Montes, A. y. A Prieto-Arcas. 2001 A. Primer registro para Venezuela de la ascidia solitaria *Herdmania momus* (Urochordata: Ascidiacea). *Rev. Biol. Trop.* 49(3- 4):1280
- Orihuela, B., H. Díaz y J. Conde. 1991. Mass mortality in a mangrove roots fouling community in a hypersaline tropical lagoon. *Biotropica* 23(4):592 - 601.
- Pérez, J. E., C. Alfonso, S. Salazar, O. Macsotay, J. Barrios y R. Martínez Escarbassiere. 2007. Especies marinas exóticas y criptogénicas en las costas de Venezuela. *Bol. Inst. Oceanogr. Venez.* 46(1): 79-96.
- Rocha, R., T. Monteiro y A. Rodrigues. 1999. The biology of *Phallusia nigra* Savigny, 1816 (Tunicata: Ascidiacea) in Southern Brazil: Spatial distribution and reproductive cycle. *Bull. Mar. Sci.* 64(1): 77 - 87.
- Rocha, R., S. Faria y T. Moreno. 2005. Ascidians from Bocas del Toro, Panamá. I. Biodiversity. *Caribb. J. Sci.*, 41(3): 600-612.
- Rocha, R., E. Guerra-Castro, C. Lira, S. M. Paul, I. Hernández, A. Pérez, A. Sardi, J. Pérez, C. Herrera, A. K. Carbonini, V. Caraballo, D. Salazar, M. C. Díaz y J. J. Cruz- Motta. 2010. Inventory of ascidians (Tunicata, Ascidiacea) from the National Park La Restinga, Isla Margarita, Venezuela. *Biota Neotropica* 10(1): 209-218.
- Rodrigues, S. R. Rocha, y T. Lotufo, 1998. *Guia Ilustrado para Identificacion das Ascidias do Estado de São Paulo*. Instituto de Biociencias da Universidade de São Paulo. Edit- Parma - Brasil. 190pp.
- Shenkar, N. y B.J. Swalla. 2011. *Diversidad global de Ascidiaceae*. PLoS ONE 6(6): e20657.
- Sutherland, J. P. 1980. Dynamics of the epibenthic community on roots of the mangrove *Rhizophora mangle*, at Bahía de Buche, Venezuela. *Mar. Biol.* 58(1):75-84.
- Van Name, W.G. 1945. The North and South American ascidians. *Bull. Am. Mus. Nat. Hist.* 84:1-476.

EVALUACIÓN AMBIENTAL RÁPIDA DE LA ZONA PROTECTORA LAGUNA DE LOS MÁRTIRES, MUNICIPIO MARCANO, ESTADO NUEVA ESPARTA, VENEZUELA

Nieves Torres^{1}, Jesús Rivas¹ y José Ramos²*

¹Universidad Bolivariana de Venezuela – Sede Nueva Esparta.

²INPARQUES-Nueva. *torres.nieves2020@gmail.com

Los humedales han permitido satisfacer las necesidades de las poblaciones humanas que han sabido aprovechar sus recursos. Sin embargo, no siempre se han valorados positivamente los beneficios que estos enclaves tan singulares ofrecen. En la actualidad, la importancia de salvaguardar estos frágiles ecosistemas es reconocida por la sociedad, y especialmente por los responsables de la adopción de decisiones y de gestión, lo que ha llevado el establecimiento de políticas dirigidas a proteger, conservar y gestionar estos recursos. El estado Nueva Esparta (ENE) (Mar Caribe), con identidad territorial insular, posee una evidente diversidad biológica y cultural, con características y comportamientos claros, dado a sus límites geográficos definidos. La Zona Protectora de Laguna de los Mártires (ZPLM), es una laguna costera situada al norte de la isla de Margarita de gran importancia ecológica, la cual en las últimas décadas ha venido presentando signos de alteración producto de acciones antrópicas dentro y en sus alrededores con fuentes potenciales de contaminantes, que aportan nutrientes que afectan su equilibrio ecológico. Es por ello que este proyecto de investigación se sustentó en la elaboración de una evaluación rápida ambiental con el fin de conocer la situación actual y el grado de intervención, utilizando la Metodología para la Evaluación y Priorización Rápida para el Manejo de Áreas Protegidas (RAPPAM) (WWF, 2001). Determinándose que la ZPLM se encuentra entre las más amenazadas del ENE, debido al crecimiento desordenado (invasiones) de la población, descargas directas de aguas de aguas residuales, deficiente funcionamiento de la planta de tratamiento de Juan Griego, entre otros. Concluyendo que es urgente atender las amenazas y tomar acciones para frenar su degradación y proponer estrategia para el mejoramiento del sistema en su conjunto, además que la población circundante tiene una muy pobre comprensión de su importancia.

Palabras clave: humedal, evaluación, zona protectora, diversidad biológica, aguas residuales.

LOS HUMEDALES MARINO-COSTEROS COMO ESPACIOS PARA LA EDUCACIÓN AMBIENTAL EN VENEZUELA

Miguel Antonio Flores¹ y María Rebeca Pacheco²

¹Ministerio del Poder Popular para el Ecosocialismo. Caracas, Venezuela. ²Ministerio del Poder Popular para el Ecosocialismo – Dirección General de Políticas de Gestión y Conservación de Ecosistemas, Caracas Venezuela.

Las actividades humanas a lo largo de la historia han estado inexorablemente ligadas a los humedales y con mayor preponderancia a los marino-costeros; pero estas actividades al tejer un conjunto de redes y relaciones han transformado y generado perturbaciones en los ecosistemas, su diversidad biológica y la merma en los recursos naturales que éstos proveen. Al evidenciarse la imperiosa necesidad de detener el creciente deterioro de estos espacios vitales para el equilibrio del planeta, surgen opciones para abordar y asumir la conservación de estos humedales, bajo la visión integradora de la educación ambiental. Mediante este proceso, que consiste en reconocer los valores y aclarar conceptos con el objeto de fomentar las aptitudes necesarias para la valoración de estos espacios con el fin de lograr su conservación y apreciar las interrelaciones entre el hombre, su cultura y su medio biofísico. El propósito en el presente ensayo es dar a conocer los avances que ha tenido Venezuela, en la elaboración de proyectos y experiencias metodológicas en la enseñanza de medios y herramientas necesarias para impulsar la sustentabilidad de los ecosistemas marino-costeros en la generación de procesos reflexivos en cuanto al papel de las comunidades locales no solo en la corresponsabilidad ambiental sino también en su gestión. Este ensayo se realizó con apoyo a investigaciones realizadas tanto por las universidades nacionales y el papel que desempeña el órgano competente en materia de ambiente en el marco de las acciones que se han realizado en los últimos tiempos en este tema.

Palabras clave: Humedales marino-costeros, educación ambiental; conservación Ramsar, comunidades, participación.

ESTADO DEL CONOCIMIENTO DE LA TONINA DEL ORINOCO (*Inia geoffrensis*) Y EL DELFÍN DE GUYANA (*Sotalia guianensis*) EN LOS HUMEDALES DE VENEZUELA

Yurasi Briceño^{1,2}, Leonardo Sánchez^{1,3} y Arnaldo Ferrer⁴

¹ Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas. IVIC. Altos de Pipe, Miranda, Venezuela. ² Proyecto Sotalia. Caracas, Venezuela. ³ Centro para la Investigación de Tiburones. Caracas, Venezuela. ⁴ Fundación para el Desarrollo de las Ciencias Físicas, Matemáticas y Naturales. FUDECI. Caracas, Venezuela. *yurasialejandra@gmail.com

Los humedales representan áreas de gran valor ecológico para los delfines de agua dulce, que suelen ser utilizados por estos como zonas refugio y alimentación, sin embargo, son ecosistemas sometidos a altas presiones antrópicas. En Venezuela, la tonina del Orinoco (*Inia geoffrensis*) presente en casi toda la cuenca del Orinoco, y el delfín de Guyana (*Sotalia guianensis*), distribuido principalmente en el Sistema del Lago de Maracaibo y en los primeros 800 km del río Orinoco, son especies clasificadas «En Peligro» y «Casi Amenazada» respectivamente, en el ámbito internacional según la UICN. Su ocurrencia coincide con ocho ABRAES con presencia de humedales de importancia en Venezuela. Sin embargo, solo se tienen datos de densidad poblacional en 4 de ellas. En la Reserva de Biósfera del Delta con 0,74 ind/km² para las toninas y 0,77 ind/km² para el delfín de Guyana, 0,03 ind/km² en referencia a la tonina en el canal principal del brazo Casiquiare de la Reserva de Biósfera del Alto Orinoco, y la mayor densidad de toninas, 2,2 ind/km² en el río Capanaparo y 1,3 ind/km² en el río Cinaruco, ambos del Parque Nacional Santos Luzardo. Finalmente, en el sur del lago de Maracaibo, se estimó una densidad de 3,2 ind/km² del delfín de Guyana, incluyendo un área que abarca el Parque Nacional Ciénagas de Juan Manuel. En ningún de los decretos de estas ABRAES se consideró la presencia de estos mamíferos acuáticos, como un objetivo de conservación relevante, pero las amenazas como la captura incidental y cacería, así como el deterioro de su hábitat están en auge, poniendo en riesgo su permanencia, incluso en estas áreas protegidas. Así mismo, cabe acotar que la identidad taxonómica de la población delfín de Guyana en el Orinoco y sur del lago de Maracaibo, y las toninas en la cuenca río Negro-brazo Casiquiare aún debe ser dilucidada.

Palabras clave: *Inia geoffrensis*, *Sotalia guianensis*, tonina, delfín de Guyana, humedales.

HUMEDALES CONTINENTALES DE VENEZUELA, LA AMENAZA DEL FUEGO Y EL CAMBIO CLIMÁTICO

Carlos Méndez-Vallejo y Meimalin Moreno-Villalobos

Laboratorio de Ecosistemas y Cambio Global ECG, Centro de Estudios de la Crisis Ambiental Global, IVIC, Caracas, Venezuela.

*carlos.menvall@gmail.com

Los humedales continentales de Venezuela conforman poco más del 80% de los humedales del país, siendo los más abundantes los pantanos, las ciénagas pantanosas y las praderas húmedas, llegando a ocupar más de 110.000 km² de la superficie nacional. Sin embargo, y por contradictorio que parezca, muchos de ellos están bajo la amenaza de sufrir incendios, colocando en riesgo sus diferentes funciones y servicios ecosistémicos, entre ellos el almacenamiento de carbono. La amenaza del fuego se incrementa aún más cuando, bajo escenarios de cambio climático, el riesgo de incendios aumenta. Este trabajo explora cuáles de los humedales continentales nacionales más conspicuos sufren mayor frecuencia de incendios y cuáles se espera presenten mayor riesgo de incendios en el futuro bajo cambio climático. Se analizaron las bases de datos de focos de incendios del sensor de la NASA MODIS-Terra para el periodo 2000-2022. Encontramos que los estados Apure, Delta Amacuro y Amazonas concentran la mayor superficie de humedales continentales, los cuales en su mayoría son pantanos, praderas húmedas y ciénagas pantanosas, y que éstos se presentan en mosaico con gran fragmentación. Las praderas húmedas al norte del Orinoco tienen mayor incidencia de incendios, aunque las ciénagas pantanosas cubiertas de bosque al sur del Orinoco no están exentas de los mismos. Las proyecciones de cambio climático revelan que es de esperarse un incremento de la incidencia de incendios, sobre todo en las praderas húmedas venezolanas.

Palabras clave: Fuego, cambio climático, humedales continentales,

UNIÓN DE SABERES COMUNITARIOS PARA LA GENERACIÓN DE IDEAS EN PRO DE CONSERVAR EL RECURSO ACUÁTICO EN RÍOS COSTEROS, VENEZUELA

Beatriz López-Sánchez^{1, 2}; José V. Montoya^{1, 3}; Sergio
Cobarrubia-Russo¹ y Enrique Quintero-Torres¹

¹Centro de Ecología, Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas. Apdo. Postal 1204. ²Laboratorio de Aguas. Instituto de Geocronología Isotópica (INGEIS)/ Lab. de Limnología. Instituto de Ecología, Genética y Evolución. Universidad de Buenos Aires. ³Grupo de Investigación BIOMAS, Universidad de Las Américas, Quito, Ecuador.
*bealopezsanchez@gmail.com

Venezuela es un país megadiverso, se ubica entre los 12 países con mayor biodiversidad del planeta y el sexto en América. Los recursos acuáticos que albergan los ríos son empleados por las poblaciones humanas que viven en sus adyacencias a lo largo de nuestra geografía. Así conseguimos los pueblos costeros de Cuyagua, Cata y Ocumare, asentados en zonas aledañas a ríos que bajan de la Cordillera de la Costa (estado Aragua). Motivados por identificar las principales preocupaciones de estos pueblos que dependen del buen estado de salud de sus ríos, e intercambiar saberes y experiencias, fueron realizadas encuestas e intercambio de saberes en escuelas y organizaciones comunales entre 2013 y 2015. Las encuestas fueron dirigidas a conocer cuáles especies acuáticas son capturadas, cómo realizan esta actividad, en qué parte del río, entre otros aspectos. Los resultados indican que la principal forma de recolección de camarones y cangrejos es manual (37%); también pueden emplear el tridente, anzuelo, canasta y veneno. El empleo de veneno constituye una preocupación para los pobladores de mayor edad, que aún emplean artes tradicionales, y declaran que estos tóxicos están contaminando las aguas pudiendo afectar la biodiversidad. El principal hábitat de recolección de estos organismos es debajo de rocas (39%), también hacen mención a troncos viejos, solapa del río, cuevas. El principal uso es para consumo familiar (75%), otros usos: comercial-afrodisíaco. Las especies de camarones más consumidas fueron *Macrobrachium carcinus*, llamado pintado, cacanare, y *M. acanthurus* llamado saltón, manos largas. La experiencia con los niños y las niñas de las escuelas locales resultó enriquecedora y manifiestan la sabiduría que poseen las infancias, manejando formas y colores específicos de las variadas especies de camarones y cangrejos. Revelando que el encuentro con la fauna acuática es una actividad que sucede desde temprana edad y de modo lúdico.

Palabras clave: intercambio de saberes, artes de pesca, crustáceos, salud de los ríos, contaminación.

ESPECIES DE CORALES DEL CARIBE AMENAZADAS - FACTORES DE RIESGO IDENTIFICADOS

Estrella Villamizar, Anaurora Yranzo y Jeannette Pérez-Benítez

Laboratorio de Ecología de Sistemas Acuáticos, Línea de investigación Ecosistemas Marino Costeros, Centro de Ecología y Evolución, Instituto de Zoología y Ecología Tropical, Universidad Central de Venezuela. Apartado 20513. Caracas-Venezuela. *estrellavillamizarcursos@gmail.com

Se presenta el conocimiento actual sobre el estado de riesgo de las especies coralinas de la región del Gran Caribe (incluyendo Venezuela), así como los factores causales. Esta investigación es de tipo documental. De especial consideración son el *Libro Rojo de la fauna venezolana* 2015 (LRFV) y la Lista Roja de Especies Amenazadas (LREA) 2021, de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza, esta última con evaluación regional y global. Sólo algunas especies de corales son formadores de la trama física arrecifal, siendo estos, los que presentan un mayor riesgo de desaparecer. En ocasiones, la clasificación de riesgo de amenaza nacional y global difiere. En Venezuela, sólo tres especies han sido ubicadas en alguna de las tres categorías de “amenazadas” (CR: En Peligro Crítico, EN: En Peligro, VU: Vulnerable), mientras que a nivel global se tienen 22 especies amenazadas. Según la LRFV *Acropora palmata*, *A. cervicornis* y *Orbicella annularis* están en la categoría VU, mientras que la LREA categoriza a las dos primeras como CR, y a *O. annularis* y *Orbicella faveolata* como EN. De forma análoga, la LRFV coloca a *Dendrogyra cylindrus* en la categoría Datos Deficientes (DD), mientras que la LREA como CR. Estas diferencias pueden deberse, además de la escala espacial de análisis, a la falta de estudio y monitoreo de un mayor número de especies y áreas coralinas del país. Es sumamente importante actualizar las listas de especies amenazadas con frecuencia, entre otras razones, porque evidencian la evolución del estado de conservación de las especies (cambios categoría de amenaza). Los factores de riesgo identificados a nivel regional/global son: especies exóticas, cambio climático, contaminación, e intrusión/perturbaciones humanas. En Venezuela, la especie invasora *Unomia stolonifera* (Octocorallia: Alcyonacea), no sólo amenaza la sobrevivencia de los corales sino también la biodiversidad, funcionalidad y servicios brindados por los ecosistemas marinos.

Palabras clave: Amenazadas, Caribe, corales, lista roja, Venezuela

HUMEDAL COSTERO DE YAPASCUA: UN EJEMPLO EN EL PROCESO DE DEFENSA EXITOSO DE UN ECOSISTEMA EN PELIGRO

Martha Guánchez

¹Frente Nacional Ecosocialista por la Vida (FRENESVI).
*marthajg1182@gmail.com

La Zona Primitiva Marina de Yapascua, pertenece al Parque Nacional San Esteban en Carabobo – Venezuela; este frágil ecosistema ha sido sometido a una creciente y continua presión antrópica de un turismo ilegal y visitas sin control; esta situación ha sido denunciada por el Frente Nacional Ecosocialista por la Vida (FRENESVI) y sus organizaciones afiliadas, como el Frente Ecológico Regional Aragua Carabobo (FERAC) y Montañismo Ecológico. Dentro del humedal costero de Yapascua predomina el *Rhizophora mangle* (mangle rojo), en sus raíces se encuentran colonias de esponjas, bivalvos, moluscos, briozoarios, otros ecosistemas están anexos a las raíces del mangle tales como las praderas de fanerógamas, corales y sustrato rocoso. Para el proceso de defensa de este ecosistema, desde el año 2020 las referidas agrupaciones efectuaron denuncias públicas por las redes sociales mostrando las actividades de pernocta ilegal, contaminación acústica, de las aguas y del suelo de la ensenada y humedal, degradación del paisaje mediante la quema, tala de manglares y grafiti en rocas y otras actividades en contra del Plan de Ordenamiento y Reglamento de Uso del referido Parque Nacional, así mismo realizaron la campaña educativa ambiental y ecológica “Yapascua Te quiero Te respeto y Te protejo”, actividades de guardería ambiental, labores con aliados en el activismo ecológico, paralelamente se efectúa el proceso legal con la denuncia formal ante la Fiscalía Superior por posible delito ambiental cometido en Yapascua, y posteriormente la solicitud de Medidas Precautelativas en la Defensoría del Pueblo y en la Fiscalía Superior, lo cual desemboca en el decreto de Medidas Precautelativas por parte del Tribunal Penal de Control del Estado Carabobo, significando esto un gran logro y un ejemplo en el proceso de defensa de este ecosistema que se encuentra en peligro.

Palabras clave: Defensa, ecosistema, humedal, Parque Nacional, Yapascua.

OBSERVACIÓN PRELIMINAR DE LA CONDICIÓN DE SALUD DE CORALES EN TRES ARRECIFES DEL PARQUE NACIONAL ARCHIPIÉLAGO LOS ROQUES, SEPTIEMBRE 2022

Jeannette Pérez-Benítez¹; Humberto Camisotti², Ana Yranzo¹ y Estrella Villamizar¹

¹Laboratorio de Ecología de Ecosistemas Acuáticos, Instituto de Zoología y Ecología Tropical, Universidad Central de Venezuela. Apartado 20513. Caracas Venezuela. ²Fundación Científica Los Roques. *perezjeannette@gmail.com

En las últimas dos décadas, los eventos de blanqueamiento masivos, y las enfermedades en corales cuentan entre las principales causas del deterioro de los arrecifes coralinos del Caribe. Con la finalidad de obtener información rápida del estado de salud actual de los corales del Parque Nacional Archipiélago Los Roques, durante el mes de septiembre del 2022, se realizaron censos visuales aleatorios desde los 6 hasta los 30 m de profundidad, con una duración aproximada de 50 minutos, en tres arrecifes del archipiélago (Sebastopol, Boca de Cote y Dos Mosquises Sur). La temperatura del agua de mar, registrada a lo largo de los censos, varió desde los 28°C en las zonas más profundas (20-30 m de prof.), aumentando a 30°C en las zonas someras de los arrecifes (6-7 m de prof.). Se estimó un total de 24 especies de corales escleractínidos, incluyendo una posible especie híbrida de *Agaricia*; doce de estas especies presentaron condiciones de salud comprometidas, manifestándose con el inicio de la pérdida de zooxantelas y/o signos de enfermedades, siendo las especies *Dendrogyra cylindrus*, *Stephanocoenia intersepta*, *Siderastrea siderea*, *Orbicella faveolata*, *Orbicella annularis* las que presentaron una mayor frecuencia de estas afectaciones (79%; 76%; 50%; 26%; 20%, respectivamente). Con la propagación de la enfermedad de pérdida de tejido de los corales (“SCTLD: Stony Coral Tissue Loss Disease”) en el Caribe, es inminente realizar evaluaciones del estado de salud de los arrecifes del PNALR y su efecto en el declive poblacional de las especies *A. lamarcki*; *D. cylindrus*, *O. faveolata*, *O. annularis*, las cuales recientemente han aumentado su riesgo de extinción.

Palabras clave: corales, estado salud; extinción; Los Roques.

VEGETACIÓN DEL ARCHIPIÉLAGO LOS ROQUES DEL TERRITORIO INSULAR FRANCISCO DE MIRANDA, VENEZUELA, RESULTADOS PRELIMINARES DE LA LÍNEA BASE AMBIENTAL

Carolina Teresa Peña Colmenares

Gerencia Funcional de Ambiente, PDVSA-INTEVEP.
*penact@pdvsa.com

PDVSA en su política ambiental corporativa se compromete a trabajar por la conservación de la diversidad biológica. Así, de acuerdo con la legislación ambiental contempla entre sus líneas de investigación el desarrollo de evaluaciones ambientales, con especial énfasis en las líneas de base ambiental. A solicitud del Instituto Nacional de los Espacios Acuáticos, INTEVEP, S.A. participó en el inicio de los Proyectos de Investigaciones Científicas en los Espacios Acuáticos, en la jornada multidisciplinaria de la Línea Base Ambiental de la Zona Central. Se presentan los resultados de la primera visita al Parque Nacional Archipiélago de Los Roques, Territorio Insular Francisco de Miranda, Venezuela. Se evaluaron 10 sitios de interés para la selección de estaciones de muestreo, de manera que permitan la caracterización de la vegetación con fines de conservación. En cada sitio se realizó un registro fotográfico y se capturaron 26 muestras botánicas. En los diferentes cayos se encontró predominantemente vegetación de tipo herbazales costeros y bosque de manglar. Se identificó un total de 21 especies, representadas en 13 familias. La familia con mayor riqueza de especies fue las gramíneas (Poaceae). En los manglares, se observó la presencia de las especies: *Avicennia germinans*, *Conocarpus erectus*, *Laguncularia racemosa* y *Rhizophora mangle*. Se propone continuar la evaluación ambiental incluyendo dos (2) campañas en los períodos seco y lluvioso, de manera que se describa con detalle la vegetación en cada una de las estaciones de muestreo.

Palabras clave: herbazales costeros, Los Roques, manglares, vegetación

ESTUDIO DE LA VEGETACIÓN DE ISLA SANTAY Y LA PRESENCIA DE *Roystonea oleracea*, UN INVASOR POTENCIAL

J. Hernández Rosas^{1,2}; A. Matamoros³; W. Méndez³; I. Valdivieso³; S. López³; C. Lara³ y Y. Domínguez³

¹Universidad Agraria del Ecuador, ²Universidad Central de Venezuela.

³Profesional Independiente. * epifitajh@mail.com;

*jhernandez@uagraria.edu.ec

La palma imperial ha sido introducida en Ecuador, y en Isla Santay (Guayas, 02°13'S y 079°50'E), mantiene grandes poblaciones y parece tener el potencial de invadir los ecosistemas nativos. Esta isla de 2.179 hectáreas es catalogada como "Humedal RAMSAR" y "Área Protegida del Ecuador". El objetivo de este trabajo es obtener la abundancia, distribución y densidad de las especies de plantas presentes, bajo dos condiciones de perturbación, así como características del desarrollo de la vegetación a partir del término de la actividad antrópica en la isla. Mediante el uso de sensores remotos, se identificaron los diferentes tipos de vegetación, de los cuales se seleccionaron dos áreas de 0,5h, definidas como bosque denso de palmas (Alta perturbación) y bosque de manglar (Baja perturbación), donde mediante muestreo sistemático estratificado se determinaron diferentes características de la vegetación y del banco de semillas, así como también, utilizando señuelos, se caracterizó el papel de las mareas en la dispersión de semillas. Entre los resultados, tenemos que, en las áreas con baja perturbación, encontramos tres estratos con un total de 29 especies de plantas, de las cuales nueve son trepadoras. En las áreas de alta perturbación se presentan cuatro estratos, incluyendo el estrato emergente conformado particularmente por *R. oleracea*, con 20 especies en total, de las cuales seis son trepadoras. En ambas áreas encontramos seis especies de plantas exóticas, pero con diferente número de individuos. El banco de semillas se encuentra conformado por 13 especies, de las cuales la especie que se presenta en mayor proporción es *Spagnethicola trilobata*, así mismo, la palma *R. oleracea*, se encuentran poco representada en el banco de semillas, asociado a la influencia que la marea ejerce como agente dispersante de las semillas de la palma, alcanzando una mayor movilidad en la zona de mayor perturbación.

Palabras clave: Costa del Ecuador, exótica, palma, perturbación.

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.

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.

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.

ACTA BIOLOGICA VENEZUELICA, Vol. 43 (1) 2023

Diagramación: Ana Bonilla
Diciembre de 2023
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

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

izt.ciens.ucv.ve



Acta Biológica 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

Vol. 43, No. 1, Ene-Jun 2023

Vol. 43, No. 1, Jan-Jun 2023

Dep. Legal 195102DF414 – VEISSN 0001-5326

CONTENIDO		CONTENTS	
EDITORIAL		EDITORIAL	
Hernández. Semblanza del Dr. Valois González Boscán	i	Hernández. Profile of Dr. Valois González Boscán	i
Resúmenes en extenso		EXTENDED ABSTRACTS	
Vera. Macrófitas migrantes de nuestros mares, cultivos y especies invasoras	1	Vera. Migratory macrophytes from our seas, culture and invasive species	1
Ramos <i>et al.</i> Exploración del secuestro de carbono en morichales usando estudios de campo y teledetección	9	Ramos <i>et al.</i> Exploration of carbon sequestration in morichales using field studies and remote sensing	9
González. Aplicaciones de TIG en conservación y divulgación científica: Proyecto Orinoco Sostenible	19	González. TIG applications in conservation and scientific dissemination: Sustainable Orinoco Project	19
Hernández <i>et al.</i> Evaluación de la toxicidad de suelos contaminados con petróleo pesado sobre plántulas de <i>Mauritia flexuosa</i> L.f.	27	Hernández <i>et al.</i> Evaluation of the toxicity of soil contaminated with heavy oil on seedlings of <i>Mauritia flexuosa</i> L.f.	27
Córdova <i>et al.</i> Impactos de la variabilidad climática ENSO-Evento La Niña 2021-2022, sobre humedales costeros	33	Córdova <i>et al.</i> Impacts of ENSO climate variability - La Niña Event 2021-2022, on coastal wetlands	33
De Nóbrega <i>et al.</i> Caracterización de la percepción social de los riesgos ecológicos que afectan a un humedal marino costero	43	De Nóbrega <i>et al.</i> Characterizing social perception of ecological risks affecting a coastal marine wetland	43
González <i>et al.</i> Florística y fisonomía de bosques de la subregión natural planicie deltaica al sur de Río Grande (Delta del Orinoco)	49	González <i>et al.</i> Floristics and Physiognomy of forests in the natural sub-region deltaic plain south of Río Grande (Orinoco Delta)	49
Nieves y Morón. Registro de aves playeras en humedales urbanos de los parques recreativos de Caracas, Venezuela	59	Nieves & Morón. Shorebirds record in urban wetlands of the Caracas, Venezuela recreational parks	59
Torres <i>et al.</i> Impacto microbiológico en el Mar de las Descargas de la planta de tratamiento de aguas residuales del pueblo de Mochima, Parque Nacional Mochima, edo. Sucre, Venezuela	67	Torres <i>et al.</i> Microbiological impact on the sea of wastewater discharges from the treatment plant of the town of Mochima, Mochima National Park, Sucre State, Venezuela	67
Romero y Sánchez. Revisión etnobotánica de la vegetación asociada a los palmares de <i>Mauritia flexuosa</i> (morichales) del sector Mapiroito, estado Monagas, Venezuela	73	Romero & Sánchez. Ethnobotanic review of the vegetation associated with the palma groves of <i>Mauritia flexuosa</i> (morichales) in the Mapiroito Sector, Monagas State	73
Bonilla y Silvera. Nodos panbiogeográficos y conservación: Los peces dulceacuicolas de la familia Characidae de Venezuela como caso de estudio	79	Bonilla & Silvera. Panbiogeographic nodes and conservation: Freshwater fish from the Characidae Family of Venezuela as a case study	79
Sánchez. Descripción preliminar de la biodiversidad de los bosques de palmares de <i>Mauritia flexuosa</i> (morichales)	87	Sánchez. Preliminary description of the biodiversity of palm groves of <i>Mauritia flexuosa</i> (morichales)	87
Barrios. Procesos de descomposición y retención de nutrientes en manglares. Una aproximación desde la complejidad	95	Barrios. Decomposition processes and nutrient retention in mangroves. An approach from complexity	95
Suárez <i>et al.</i> Uso de tableros de control para el estudio de la diversidad en humedales de Venezuela	103	Suárez <i>et al.</i> Using dashboards for the study of wetland diversity in Venezuela	103
Betancourt <i>et al.</i> Tunicados asociados a raíces del mangle rojo <i>Rhizophora mangle</i> en la ensenada de Turpialito, golfo de Cariaco, Venezuela	111	Betancourt <i>et al.</i> Tunicates associated with the roots of the red mangle <i>Rhizophora mangle</i> in Turpialito cove, gulf of Cariaco, Venezuela	111
RESÚMENES DE PONENCIAS	117	ABSTRACTS OF PRESENTATIONS	117

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

