

VARIACIONES ESPACIALES Y TEMPORALES EN LA RIQUEZA Y COMPOSICIÓN DE ESPECIES DEL ESTRATO INFERIOR DE UN MORICHAL EN VENEZUELA

Spatial and temporal variations in the richness and composition of species in the lower stratum of a flooded forest in Venezuela

Lourdes M. Suárez Villasmil¹, Carolina Peña-Colmenarez²
Elisabeth Gordon Colón^{1*}

¹Laboratorio de Ecología de Plantas Acuáticas, ²Postgrado en Ecología, Instituto de Zoología y Ecología Tropical, Facultad de Ciencias, Universidad Central de Venezuela (UCV). *egordon@gmail.com

RESUMEN

Sobre el río Tigre (Anzoátegui, Venezuela), se desarrolla un palmar de pantano dominado por *Mauritia flexuosa* (moriche), que florece y fructifica principalmente en la época seca. Este estudio describe los cambios espaciales y temporales en la riqueza y composición de especies del estrato inferior del palmar, para ello se tomaron muestras en 10 parcelas de 1m² sobre 8 estaciones durante mayo, julio, septiembre y noviembre de 2000, y en enero, marzo y mayo de 2001, estimando abundancia, frecuencia y cobertura para calcular el Índice de Valor de Importancia (IVI) de cada especie. Con las especies de IVI >5% se realizó un ANOSIM para determinar si la composición de la comunidad varió espacial o temporalmente, y para visualizar los cambios en la composición de especies se aplicó un análisis de correspondencia. El análisis de riqueza de Alatalo y Alatalo permitió definir si la proporción de los cambios en la riqueza de especies obedece a variaciones espaciales o temporales. De 187 especies identificadas, 33 presentaron IVI >5%. En un tablero de control ubicado en https://lookerstudio.google.com/reporting/77c5039c-201f-4d29-aac1-ad3d4bcd6f6c/page/p_bn88uiukdd se visualiza la distribución geográfica de las especies. Las especies con mayor frecuencia fueron *Virola surinamensis*, *Costus arabicus* y *Blechnum serrulatum*. Los resultados indican que el componente espacial determinó 65% de los cambios significativos (p=0,0002) en la riqueza de especies, mientras que, el temporal solo determinó 3% de la riqueza de especies, sin cambios significativos (p=0,7523), de allí que en este sistema las variaciones espaciales en la composición y riqueza de especies fueron mayores a las producidas por la dinámica del nivel de inundación del río.

Palabras clave: Biodiversidad, bosque ribereño, *Mauritia flexuosa*, Río Tigre, estado Anzoátegui.

Keywords: Biodiversity, *Mauritia flexuosa*, riparian forest, Tigre River, Anzoátegui State.

INTRODUCCIÓN

Los morichales venezolanos son ecosistemas arbóreos asociados a ríos, lagunas y zonas de inundación estacional, dominados por la palma *Mauritia flexuosa* conocida como "moriche", "buriti" o "aguaje" (Silva y col., 2009). En Venezuela estos bosques inundados se desarrollan en la región de los llanos y en la cuenca del Río Orinoco (Aristeguieta, 1969) y se explotan por los productos alimenticios, medicinales, entre otros, derivados de sus frutos y hojas (Silva y col., 2009, Barboza y col., 2022).

I Simposio Internacional de Humedales: Conservación y Sociedad, 28-29 de febrero de 2024, Caracas, Venezuela.

Recibido: junio 2024

Aceptado: agosto 2024

Los humedales son conocidos por importantes funciones ecosistémicas como la estabilización del clima a escala global, el mejoramiento de la calidad de agua y la reducción de los efectos de inundaciones, sequías y erosión (Mitsch y Gosselink, 2007). Los humedales de la cuenca alta del Río Tigre forman bosques con una riqueza estimada en más de 200 especies, lo que representa más del 70% de las especies de morichales de la cuenca alta del Río Tigre (Peña-Colmenarez y Gordon-Colón, 2019) y los posiciona como reservas naturales importantes de la biodiversidad venezolana. Los objetivos de este trabajo fueron: estudiar las variaciones espaciales y temporales en la composición de las especies del estrato inferior, y presentar mapas de distribución de dichas especies del morichal de la cuenca alta del Río Tigre.

MATERIALES Y MÉTODOS

El río Tigre se encuentra en la altiplanicie de los Llanos orientales, entre los municipios Simón Rodríguez (El Tigre), Guanipa (El Tigrito), Freitas (Cantaura) e Independencia (Soledad) en el estado Anzoátegui (Peña-Colmenarez y Gordon Colón, 2022), autoras quienes refieren las características fisicoquímicas de las aguas y de los suelos del morichal que se distribuye a lo largo del río. Los datos para esta investigación fueron recopilados en ocho localidades ubicadas entre las coordenadas UTM 979.000m – 990.000m de latitud norte y 360.000m – 400.000m de longitud oeste, identificadas como I-Fundo Valle del Nilo; II-Granja Puig; III-Paso La Línea; IV-Escuela Granja El Vasquero; V-Fundo El Valle; VI-Fundo El Rosal; VII-Fundo Las Rosas y VIII-Buena Vista (Peña-Colmenarez y Gordon Colón, 2019), las cuales fueron muestreadas durante mayo, julio, septiembre y noviembre de 2000, y en enero, marzo y mayo de 2001. En cada período se tomaron 10 parcelas de 1m² determinando la abundancia, frecuencia y cobertura de cada especie para calcular su Índice de Valor de Importancia o IVI (Curtis, 1959). La identificación de las especies fue realizada con especialistas, referencias bibliográficas y muestras del herbario del Laboratorio de Ecología de Plantas Acuáticas, UCV.

Se designaron las especies más importantes cuyo IVI fuera superior al 5%. Con este criterio se realizó un Análisis de Similitudes (ANOSIM) (Clarke, 1993), utilizando la distancia de Jaccard que considera similares a comunidades que comparten las mismas especies, aunque difieran en sus atributos estructurales. Este análisis produce el estadístico R (Hammer, 2023) asociado con un nivel de significancia, donde $p < 0,05$ indica que al menos una comunidad es distinta; en cuyo caso, una prueba a posteriori con corrección de Bonferroni se usó para evaluar cuáles difieren entre sí. Se aplicó un análisis de correspondencia (Greenacre y Blasius, 2006) para determinar si la composición de la comunidad varió espacial o temporalmente. Ambos análisis se hicieron con el programa PAST

(Hammer y col., 2001) versión 4.13 (2023). Adicionalmente se utilizó el enfoque de Alatalo y Alatalo (1977) para definir qué proporción de la variación en la riqueza de especies se atribuye al componente espacial y/o temporal. Para ello, se contabilizó el número de especies por sitio y por muestreo, con ayuda de un tablero de control realizado con la plataforma Google Looker Studio (Google Inc., 2023), que además, permitió consultar la distribución geográfica de cada una de las especies estudiadas (Suárez Villasmil y col., 2023). La fuente de datos para generar este recurso utilizó las coordenadas geográficas de cada sitio en grados decimales, la fecha del muestreo de cada especie con su IVI (para especies con $IVI > 5\%$) y la frecuencia por localidad para la totalidad de especies. Las representaciones visuales se lograron empleando gráficos, mapas y tarjetas o visualizaciones de una sola cifra (Nussbaumer Knaflic, 2015).

RESULTADOS

La riqueza total fue de 187 especies, de ellas 33 se consideraron las más importantes por tener $IVI > 5\%$. En este grupo, *Virola surinamensis*, *Costus arabicus* y *Blechnum serrulatum* fueron las más frecuentes y *Calathea lutea*, *Piper sp2*, *Heliconia psittacorum* y *Monstera adansonni* las más importantes según su IVI (Tabla 1).

La distribución geográfica de las especies por localidad, así como el número de especies importantes por período pueden consultarse en el tablero de control al cual se accede a través del siguiente enlace: https://lookerstudio.google.com/reporting/77c5039c-201f-4d29-aac1-ad3d4bcd6f6c/page/p_bn88uiukdd, donde se puede seleccionar la o las especies que se desea visualizar en uno o varios de los sitios de muestreo.

En cada localidad, no hubo cambios significativos en la composición de especies entre los meses ($R = -0.00702$; $p = 0,7523$), pero sí hubo diferencias entre localidades ($R = 0,0561$; $p = 0,0002$); estas diferencias se dieron entre la comunidad II, que difirió de la IV y VI y entre la III con la V y VI. Las comunidades I, VII y VIII tuvieron especies compartidas con todas las comunidades (Tabla 2).

Los cambios en la estructura de las comunidades se visualizaron con en el análisis de correspondencia, que acumuló en los 3 primeros ejes 67% de la inercia. Las especies con apariciones específicas en algunas comunidades fueron *Costus arabicus*, que registró mayor abundancia en la comunidad III y estuvo ausente en IV, V y VI (Figura 1). *Virola surinamensis* su mayor IVI fue en la localidad V, con excepción del mes de mayo 2000, lo que produjo el alargamiento que se aprecia en el polígono que representa a la comunidad V. El resto de las especies no se muestra por ubicarse superpuestas en el centro del gráfico al tener presencia en al menos algún momento en las comunidades.

El análisis de la diversidad de Alatalo y Alatalo (1977) se basó en las 33 especies más importantes, donde la riqueza promedio de estas comunidades (diversidad alfa) en los distintos periodos fue de 6,6 especies (20% de la variación en la riqueza). El análisis se basa en la comparación entre los promedios y el pool de especies (total de especies por localidad o por período de muestreo), donde hay más recambio en la medida en que el pool y el promedio son iguales. El resultado mostró un incremento de la riqueza por efecto espacial de 21,5 especies (64%), mientras que el efecto temporal produjo una variación de 1,0 especie (3%), quedando 4,4 especies (13%) explicada por la interacción del efecto espacial y temporal (Tabla 3). Este resultado es consistente con el ANOSIM, donde el componente espacial se asoció con una variación significativa en la composición de especies de estas comunidades ($p=0,0002$), mientras que, el componente temporal no determinó cambios significativos ($p=0,7523$).

Tabla 1. Especies presentes, con su IVI promedio (suma en todas las localidades donde apareció) así como su frecuencia absoluta y relativa.

<i>Especie</i>	IVI Promedio	Frecuencia absoluta	Frecuencia relativa
<i>Viola surinamensis</i>	38,5	48	85,7%
<i>Costus arabicus</i>	26,3	35	62,5%
<i>Blechnum serrulatum</i>	29,8	28	50,0%
<i>Monstera adansonni</i>	50,7	16	28,6%
<i>Heliconia psittacorum</i>	52,3	14	25,0%
<i>Calathea lutea</i>	94,9	7	12,5%
<i>Piper</i> sp2	85,9	7	12,5%
<i>Protium heptaphyllum</i>	20,8	21	37,5%
<i>Olira longifolia</i>	29,5	14	25,0%
<i>Inga vera</i>	17,3	21	37,5%
<i>Tapirira guianensis</i>	22,3	14	25,0%
<i>Mauritia flexuosa</i>	21,8	14	25,0%
<i>Maquira coriacea</i>	12,6	19	33,9%
<i>Thelipteris serrata</i>	14,6	12	21,4%
<i>Philodendron</i> sp.	14,7	11	19,6%
<i>Ayapana trinitensis</i>	21,8	7	12,5%
<i>Euterpe oleracea</i>	21,1	7	12,5%
<i>Dolioscarpus dentatus</i>	20,8	7	12,5%
<i>Mabea taquari</i>	19,9	7	12,5%
<i>Parinari</i> sp.	20,9	5	8,9%
<i>Eugenia jambos</i>	16,3	6	10,7%
<i>Phyllanthus suripaensis</i>	13,0	7	12,5%
<i>Psychotria bahiensis</i>	14,7	6	10,7%
<i>Philodendron brevispathum</i>	14,7	6	10,7%
<i>Heliconia hirsuta</i>	13,5	6	10,7%
<i>Montrichardia arborescens</i>	11,8	6	10,7%
<i>Cyperus imbricatus</i>	28,4	2	3,6%
<i>Diplacrum capitatum</i>	22,7	2	3,6%
<i>Vismia baccifera</i>	10,8	4	7,1%
<i>Cyperus haspan</i>	6,5	6	10,7%
<i>Parinari pachyphylla</i>	30,5	1	1,8%
<i>Cyperus luzulae</i>	12,6	2	3,6%
<i>Murdannia nudiflora</i>	21,0	1	1,8%

Tabla 2. Nivel de significancia (p) de la prueba “a posteriori” (Bonferroni) para las diferencias entre comunidades (ANOSIM). Se resaltan las diferencias significativas (*)

Localidades	I	II	III	IV	V	VI	VII
II	1,000						
III	1,000	1,000					
IV	1,000	0,017*	1,000				
V	1,000	1,000	0,022*	1,000			
VI	1,000	0,034*	0,022*	1,000	1,000		
VII	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	
VIII	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000

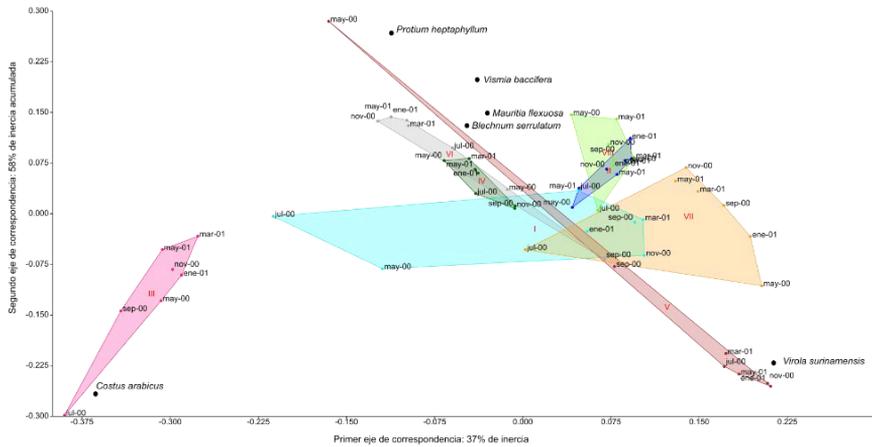


Figura 1. Ordenación de las especies y sitios de muestreo sobre los dos primeros ejes de correspondencia.

Tabla 3. Número de especies en cada periodo y estación de muestreo. Se indica además el pool de especies (total de especies distintas) por periodo y estación de muestreo, así como el promedio de especies.

Periodos	Estaciones de muestreo								Pool	Promedio	Pool-Promedio (21,5)
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII			
may-00	8	7	5	6	7	5	9	7	28	6,8	21,3
jul-00	8	7	3	6	8	5	8	6	26	6,4	19,6
sep-00	7	7	5	5	8	5	8	6	28	6,4	21,6
nov-00	7	7	5	6	8	6	9	6	28	6,8	21,3
ene-01	8	8	5	5	7	6	9	6	29	6,8	22,3
mar-01	8	6	5	5	7	6	9	6	27	6,5	20,5
may-01	8	6	5	6	7	6	9	6	27	6,6	20,4
Pool	9	10	5	6	8	6	9	7	33		
Promedio	7,7	6,9	4,7	5,6	7,4	5,6	8,7	6,1	6,6		
Pool-Promedio (1,0)	1,3	3,1	0,3	0,4	0,6	0,4	0,3	0,9			

DISCUSIÓN

Los resultados mostraron que en este sistema las variaciones espaciales en la composición y riqueza de especies fueron mayores y modificaron significativamente la estructura de la comunidad en comparación con aquellas producidas por los cambios estacionales. Las variaciones en los humedales están determinadas por factores físicos, como la hidrología, pendiente, elevación y geomorfología (Neiff *y col.*, 2014) que permiten la formación de microhábitats, donde la adaptación de las especies para colonizarlos determina la variación en la riqueza de especies (Bao *y col.*, 2017). De esta forma, las áreas más bajas acumulan agua y son colonizadas por especies más tolerantes a la inundación, diferenciando zonas más elevadas con condiciones aptas para especies adaptadas a entornos más secos (Marrero, 2013; Avendaño *y col.*, 2018). Si bien la inundación produce un recambio inmediato en la composición de especies (Gordon, 2000; Rial, 2006), las variaciones temporales fueron menos determinantes en este sistema, donde hubo mayor proporción de especies comunes a todos los períodos y menos especies ocasionales.

Las variaciones estacionales en las precipitaciones y cambios en el patrón de inundación del Río Tigre, combinadas con las interacciones entre especies, colonización (Gordon, 2000) así como con las actividades humanas (Dezseo *y col.*, 2008) determinan el ensamblaje comunitario final, y modifican la dinámica de los humedales y su biodiversidad. El estudio de estos factores es fundamental para comprender y conservar la diversidad y la importancia de los humedales en el paisaje.

AGRADECIMIENTOS

Las autoras agradecemos a la Gerencia del Distrito San Tomé de PDVSA y la Coordinación Operacional Oriente de PDVSA, FONACIT y CDCH-UCV por cubrir los aspectos financieros y logísticos de este proyecto (2000-2001). A Jesús Segovia y al personal del Laboratorio de Petróleo de San Tomé - PDVSA, por apoyar el trabajo de campo y de laboratorio. A Luis Rafael Yaguare, Franklin Díaz, Juan Guevara, Anselmo Boada y a la Dirección de la Escuela Granja El Vasquero, quienes facilitaron el acceso a las diferentes estaciones o sitios de muestreo.

LITERATURA CITADA

- Alatalo, R., y R. Alatalo. 1977. Components of diversity: Multivariate analysis with interaction. *Ecology* 58:900-906.
- Aristeguieta, L. 1969. *Consideraciones sobre la flora de los morichales llaneros al norte del Orinoco*. Estación Biológica de los Llanos, Soc. Venezolana de Ciencias Naturales, Caracas. 22 pp.

- Avendaño, Y., I. C. Fedón, E. M. Barreto-Pittol, M. de los Á. 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. *Biota Colombiana*. 19:23–40.
- Bao, F., T. D. Leandro, M. D. Rocha, V. S. D. Santos, T. H. Stefanello, R. Arruda, A. Pott, y G. A. Damasceno-Júnior. 2017. Plant species diversity in a Neotropical wetland: Patterns of similarity, effects of distance, and altitude. *Anais da Academia Brasileira de Ciências* 90:85–97.
- Barboza, N. L., J. M. dos A. Cruz, R. F. Corrêa, C. V. Lamarão, A. R. Lima, N. M. Inada, E. A. Sanches, J. de A. Bezerra, y P. H. Campelo. 2022. Buriti (*Mauritia flexuosa* L. f.): An Amazonian fruit with potential health benefits. *Food Research International* 159:111654.
- Clarke, K. R. 1993. Non-parametric multivariate analyses of changes in community structure. *Austral Ecology* 18:117–143.
- Curtis, J. T. 1959. The Vegetation of Wisconsin: An Ordination of Plant Communities. Univ. of Wisconsin Press. 657 pp.
- Dezzeo, N., S. Flores, S. Zambrano, L. Rodgers, y E. Ochoa Linde. 2008. Estructura y composición florística de bosques secos y sabanas en los llanos orientales del Orinoco, Venezuela. *Interciencia: Revista de Ciencia y Tecnología de América* 33(10): 733-740.
- Google Inc. 2023. Google Looker Studio. California.
- Gordon, E. 2000. Dinámica de la vegetación y del banco de semillas en un humedal herbáceo lacustrino (Venezuela). *Revista de Biología Tropical* 48:25–42.
- Greenacre, M. J., y J. Blasius (Eds.). 2006. *Multiple Correspondence Analysis and Related Methods*. Chapman and Hall CRC, London.
- Hammer, Ø. 2023. *PAST Paleontological Statistics v.4.13 Reference Manual*. Natural History Museum, University of Oslo, Oslo.
- Hammer, Ø., D. A. T. Harper, and P. D. Ryan. 2001. PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. *Palaeontologia Electronica* 4:9.
- Marrero, M. 2013. Condiciones edáficas de los herbazales halófitos de la isla La Tortuga Venezuela. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias, Universidad Central de Venezuela, Caracas. 58 pp.
- Mitsch, W. J., y J. G. Gosselink. 2007. *Wetlands*. John Wiley & Sons.
- Neiff, J. J., S. L. Casco, E. K. A. Mari, J. A. Di Rienzo, y A. S. G. Poi. 2014. Do aquatic plant assemblages in the Paraná River change along the river's length? *Aquatic Botany* 114:50–57.
- Nussbaumer Knaflic, C. 2015. *Storytelling with Data*. Wiley. 284 pp.
- 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.* 39:137–228.
- Peña-Colmenarez, C., y E. Gordon Colón. 2022. Aspectos fenológicos y poblacionales de *Mauritia flexuosa* (Araceae: Calamoideae) en la cuenca alta del Río Tigre (Anzoátegui, Venezuela). *Acta Biol. Venez.* 45:39:61. Eliminar, no está citada
- Rial, A. 2006. El Agua; Vida en los Humedales del Orinoco. *Natura* 128:14–19.
- Silva, S. M., K. A. Sampaio, T. Taham, S. A. Rocco, R. Ceriani, y A. J. A. Meirelles. 2009. Characterization of Oil Extracted from Buriti Fruit (*Mauritia flexuosa*) Grown in the Brazilian Amazon Region. *Journal of the American Oil Chemists' Society* 86:611–616.
- Suárez Villasmil, L., E. Gordon Colón, E. M. Barreto-Pittol, S. Ramos, I. C. Fedón, L. Delgado, y M. B. Barreto. 2023. Uso de Tableros de Control para el estudio de la diversidad de humedales de Venezuela. *Acta Biol. Venez.* 43:103–109.

