



DIVERSIDAD Y ESTRUCTURA DEL BOSQUE EN TRES SITIOS EN PROCESO DE RESTAURACIÓN EN CUBA

FOREST DIVERSITY AND STRUCTURE IN THREE RESTORATION SITES IN CUBA

ORLIDIA HECHAVARRIA KINDELÁN¹, WILMER TOIRAC ARGUELLE^{1*}, MISLEYDIS MORALES LEZCANO²,
ESPERANZA HIDALGO RODRÍGUEZ², MAGDALENA MARTÍNEZ FLORES³,
ARQUILIO MOSQUERA FIGUEROA³, ORCÍDES BRAVO PÉREZ³

¹Instituto de Investigaciones Agro-Forestales. La Habana, Cuba.

²Unidad Científico Tecnológica de Base Estación Experimental Agro-Forestal Itabo, Matanzas, Cuba.

³Unidad Científico Tecnológica de Base Estación Experimental Agro-Forestal Placetas, Villa Clara, Cuba.

*Autor para correspondencia: wilmer@forestales.co.cu.

RESUMEN

La restauración ecológica es fundamental para recuperar la biodiversidad y la funcionalidad de los ecosistemas degradados. Este estudio tuvo como objetivo evaluar la diversidad y estructura de la vegetación en tres sitios en proceso de restauración en Cuba (Itabo, Díaz Cuevas y la cuenca del río Sabanilla), con el fin de proponer estrategias para su recuperación. Se establecieron parcelas de muestreo en cada sitio, donde se midió la riqueza de especies, la estructura vertical (herbáceo, arbustivo y arbóreo) y el índice de valor de importancia ecológica (IVIE) de las especies presentes. Los resultados mostraron que los sitios presentan una alta regeneración natural de especies como el marabú (*Diostrachys cinerea*) y el álamo blanco (*Gmelina arborea*), lo que indica una fuerte perturbación antropogénica. Aunque la riqueza de especies fue alta, la abundancia no fue proporcional, especialmente en los estratos arbóreos, lo que sugiere etapas intermedias de sucesión ecológica. Se identificó la necesidad de introducir especies nativas maderables y frutales para mejorar la diversidad y funcionalidad de los ecosistemas. Las conclusiones destacan la importancia de implementar prácticas de manejo silvicultural, como la introducción de especies de valor económico y la reducción de la tala indiscriminada, para promover la restauración efectiva de estos ecosistemas degradados.

Palabras clave: regeneración natural, manejo silvicultural, perturbación antropogénica, especies nativas, sucesión ecológica

ABSTRACT

Ecological restoration is essential for recovering the biodiversity and functionality of degraded ecosystems. This study aimed to assess vegetation diversity and structure at three restoration sites in Cuba (Itabo, Díaz Cuevas, and the Sabanilla River basin) in order to propose strategies for their recovery. Sampling plots were established at each site, where species richness, vertical structure (herbaceous, shrub, and tree), and the ecological importance value index (EVI) of the species present were measured. The results showed that the sites exhibit high natural regeneration of species such as marabou (*Diostrachys cinerea*) and white poplar (*Gmelina arborea*), indicating strong anthropogenic disturbance. Although species richness was high, abundance was not proportional, especially in the tree strata, suggesting intermediate stages of ecological succession. The need to introduce native timber and fruit species to improve ecosystem diversity and functionality was identified. The conclusions highlight the importance of implementing silvicultural management practices, such as the introduction of economically valuable species and reducing indiscriminate logging, to promote the effective restoration of these degraded ecosystems.

Keywords: natural regeneration, silvicultural management, anthropogenic disturbance, native species, ecological succession

INTRODUCCIÓN

La biodiversidad, o diversidad biológica, se define como la variabilidad entre organismos vivos. Esta variabilidad abarca desde el contenido genético de individuos y poblaciones hasta el conjunto de especies que conforman grupos funcionales, comunidades completas y el conjunto de

comunidades en un paisaje o región (Heywood, 1994). Este concepto es fundamental para comprender la complejidad y la interconexión de los sistemas naturales.

El estudio de la diversidad es un tema central en ecología de comunidades y de ecosistemas; sus conceptos y herramientas se utilizan en el estudio de policultivos, sistemas agroforestales (un tipo de policultivo),

Recibido: 20/6/2022

Aceptado: 21/7/2022



Este artículo se encuentra bajo los términos de la licencia Creative Commons Attribution-NonCommercial (CC BY-NC 4.0). <https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>



tales como los huertos caseros, cultivos perennes con sombra, agrobosques, barbechos enriquecidos con frutales y maderables y en los bosques se pueden definir la riqueza no en términos de listas botánicas sino en grupos ecológicos (Somarriba, 1999). Este enfoque permite una comprensión más integral de la biodiversidad en diferentes contextos.

Este método de análisis resulta especialmente relevante en el contexto actual, dada la acelerada alteración, deterioro y degradación de los ecosistemas naturales. Un simple listado de especies no es suficiente para monitorear los efectos de los cambios ambientales. Es necesario contar con información sobre la diversidad biológica en comunidades naturales y modificadas (diversidad alfa), las tasas de cambio entre comunidades (diversidad beta) y su contribución a nivel regional (diversidad gamma). Estos datos son esenciales para diseñar estrategias de restauración ecológica a escala local (Moreno, 2001; Aguirre & Yaguana, 2012).

Los sitios de estudio han sido sometidos a diversos impactos, como eventos meteorológicos que han afectado a las especies nativas y procesos de fragmentación causados por la acción humana. Además, la erosión generada por el aumento constante del nivel de los ríos ha contribuido a la pérdida de diversidad florística. Estos factores han alterado significativamente la estructura y función de los ecosistemas en estas áreas.

Cuando ocurren estos impactos, es necesario implementar procesos de sucesión asistida o restauración ecológica inducida por el ser humano. Estos procesos buscan recuperar la vegetación, flora, fauna, clima y suelo, restableciendo artificialmente la estructura y función de los ecosistemas deteriorados, ya sea por causas naturales o antrópicas. Para cuantificar este proceso, se utiliza el valor de importancia de las especies, el cual permite medir la diversidad biológica de cada sitio (Salamanca, 2000). Este enfoque es fundamental para evaluar el éxito de las estrategias de restauración.

El índice de valor de importancia fue desarrollado por Curtis & McIntosh (1950) y aplicado por Pool et al., (1977), Cox (1981), Cintrón & Schaeffer-Novelli (1983) y Corella et al., (2001) citados por Mazón & Gutiérrez (2016). Se trata de un índice sintético estructural diseñado principalmente para jerarquizar la dominancia de cada especie en rodales mezclados. Su aplicación ha sido ampliamente reconocida en estudios ecológicos.

El objetivo de este trabajo es cuantificar el valor de importancia ecológica, la riqueza y la estructura de los sitios estudiados. Con esta información, se busca emitir recomendaciones para el restablecimiento de cada sitio y la conservación de sus especies. Este enfoque contribuye a la preservación de la biodiversidad y al manejo sostenible de los ecosistemas afectados.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se llevó a cabo en el patrimonio agroforestal

de tres sitios ubicados en el Occidente (Matanzas), Centro (Villa Clara) y Oriente (Guantánamo) de Cuba, durante el período comprendido entre los años 2015 y 2018.

Caracterización de la vegetación en Itabo, Martí, Matanzas

El área más degradada de los nueve campos que conforman el sitio Itabo fue seleccionada debido a la escasa diversidad de especies comerciales y de importancia económica. En esta zona predomina *Dichrostachys cinerea* (L.) Wight & Arn (marabú), lo que motivó que el objetivo principal de la rehabilitación fuera incrementar el valor económico de las especies útiles y lograr un área boscosa similar a un bosque maduro, semejante al de la Sierra de Bibanasí. Esta parcela de restauración se caracteriza por un suelo clasificado como Ferralítico Rojo (Hernández et al., 1999), con una altitud de 5 msnm, una topografía llana, una precipitación promedio de 1500-1600 mm/año, una temperatura promedio anual de 25 °C (INSMET, 2010) y un área total de 0,6 hectáreas.

Caracterización de la vegetación en Díaz Cuevas, Oliver, Villa Clara

El sitio Díaz Cuevas, ubicado en Oliver, Placetas, se encuentra en la subcuenca del río Jagüeyes, afluente del río Sagua la Chica. Presenta una temperatura promedio anual de 25,1 °C, una altitud promedio de 79 msnm, una humedad relativa del 82 % y una precipitación anual de 1280 mm (INSMET, 2010). El suelo predominante es del tipo Fersialítico Pardo Rojizo (Hernández et al., 1999). Esta parcela de cuatro hectáreas está caracterizada por un bosque natural mixto semideciduo con diversas especies, donde predomina el marabú y la presencia de claros causados por eventos meteorológicos. El objetivo principal es reducir la fragmentación entre esta parcela y el resto del bosque.

Caracterización de la vegetación en la cuenca del río Sabanilla, Baracoa, Guantánamo

El mayor deterioro se localiza en la faja hidrorreguladora, donde se llevó a cabo la rehabilitación en 6 km de la cuenca del río Sabanilla, desde Paso de Cuba hasta Los Hoyos. Esta área incluye un bosque de galería (del Risco, 1995) en estado de fragmentación, con parches de vegetación, fincas campesinas con plantaciones de cacao, café y coco, áreas destinadas a la ganadería y zonas de autoconsumo para los campesinos y la comunidad. Los trabajos se realizaron en altitudes que oscilan entre los 36 msnm y los 23 msnm, en una pendiente mayormente plana (0-2 %), con temperaturas promedio de 26,5 °C y una humedad relativa del 86 % (INSMET, 2010). El suelo es del tipo Aluvial (Hernández et al., 1999).

El área de estudio se dividió en tres partes: la parte superior, que incluye la localidad de Paso de Cuba; la parte media, que comprende las áreas de Sabanilla y El Laurel; y la parte inferior, que abarca la localidad de Los Hoyos

de Sabanilla. El bosque existente es secundario de galería y ha sido antropizado por más de veinte años. El área de trabajo muestra una disminución de individuos en el estrato arbóreo, causada por talas ilícitas, manejos silvícolas inadecuados, erosión y degradación del suelo. Estas condiciones impiden el desarrollo adecuado de muchas especies del estrato herbáceo. El objetivo principal es minimizar el proceso erosivo desde la parte alta hacia la parte baja de la faja.

Metodología empleada

Se establecieron 5, 8 y 16 parcelas de 20 x 25 m (500 m²) en Itabo, Díaz Cuevas y Sabanilla-Paso de Cuba, respectivamente. Estas parcelas se ubicaron a una distancia aproximada de 100 a 250 m entre sí, según lo recomendado por (Aguirre & Yaguana, 2012). Se contabilizaron las especies florísticas presentes en los diferentes estratos definidos por Álvarez & Varona (2006): herbáceo (hasta 0,99 m), arbustivo (1 a 5 m) y arbóreo (mayor de 5 m). A las especies de los estratos arbustivo y arbóreo se les midió la altura (H) y el diámetro a la altura del pecho (DAP) a partir de 2,5 cm.

Para medir la riqueza de especies en cada uno de los sitios, se utilizó la diversidad alfa, que describe el número de especies y su estructura (Moreno, 2001). La diversidad beta no se empleó, ya que no se evaluaron las tasas de cambio ni los reemplazos en la composición de especies entre los sitios, debido a las diferencias en los tamaños de muestra y a su ubicación en paisajes distintos. Según Whittaker (1972), citado por Magurran (2013), esta diversidad es relevante para evaluar el grado de reemplazamiento de especies a través de gradientes ambientales.

Para evaluar la riqueza específica, se utilizó el índice de Margalef:

$$Dmg = \frac{S-1}{\ln N}$$

Donde:

S= Número de especies

N= Número total de individuos

- Para evaluar la estructura, se empleó el índice de Shannon-Wiener, uno de los más utilizados para determinar la diversidad de especies en un hábitat específico. Este índice requiere un muestreo aleatorio y que todas las especies de una comunidad vegetal estén representadas en la muestra. Su cálculo se realiza mediante la siguiente fórmula:

$$H = -\sum p_i \ln p_i \quad p_i = \frac{N_i}{N}$$

Donde:

p_i = Probabilidad de la especie i respecto al conjunto

S= Número de especies

- Se utilizó Microsoft Excel para la elaboración de tablas y figuras. Para calcular los índices de biodiversidad (riqueza, abundancia y dominancia de especies), se emplearon los

programas BioDiversity Pro 2.0 (McAleece et al., 1997) y Bio DAP (Cley, 2009).

El índice de valor de importancia ecológica (IVIE) se evaluó mediante la suma de los valores de abundancia, dominancia y frecuencia relativa de cada especie (Moreno, 2001).

$$IVIE = \text{Abundancia relativa} + \text{Dominancia relativa} + \text{Frecuencia relativa}$$

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Inventario florístico de Itabo, Martí, Matanzas

En las cinco parcelas estudiadas se registraron 2 407 individuos, pertenecientes a 30 familias y 43 especies. Los estratos identificados incluyen el herbáceo (1 088 individuos), el arbustivo (1 132 individuos) y el arbóreo (187 individuos). Se observó la ausencia de especies de valor económico en el área (Figura 1). La predominancia del estrato arbustivo se atribuye a la regeneración natural de especies como *Gmelina arborea* Roxb. (álamo blanco), *Diostrachys cinerea* (marabú) y *Acacia mangium* Willd. (acacia). La especie más representativa es el marabú, acompañada de una gran diversidad de gramíneas. La familia con mayor número de individuos fue Fabaceae.

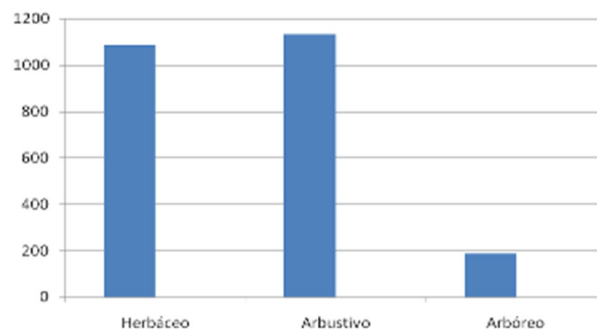


Figura 1. Resultados del levantamiento florístico en sitio de Itabo.

Las especies con mayor valor de importancia ecológica en el área son *Diostrachys cinerea* (81.70%) y *Gmelina arborea* (69.18%), debido a su alta abundancia. Esta abundancia es resultado de las alteraciones causadas por cortas inadecuadas, lo que coincide con lo señalado por Salamanca (2000), quien define la alteración en términos de restauración ecológica como la pérdida funcional o estructural de un ecosistema debido a una perturbación, sin llegar al deterioro total, ya que aún conserva capacidad de regeneración.

Las especies con menor índice de valor de importancia incluyen aquellas de mayor valor comercial, como *Bursera simaruba* (7.15%), y otras como *Cordia alliodora* (ateje), pioneras de la vegetación secundaria, y *Albizia lebeck* (algarrobo de olor), entre otras (Figura 2). Específicamente,

Albizzia lebbeck, de rápido crecimiento, debería manejarse para favorecer su regeneración natural y así debilitar el crecimiento del marabú. Además, se recomienda incorporar frutales como *Mangifera indica* (mango) y *Persea americana* (aguacate), seguido de especies nativas maderables y no maderables como *Colubrina ferruginosa* (bijáguara), *Swietenia mahagoni* (caoba antillana), *Manilkara albenses* (ácana), *Cordia gerascanthus* (baria) y *Fraxinus cubensis* (búfano).

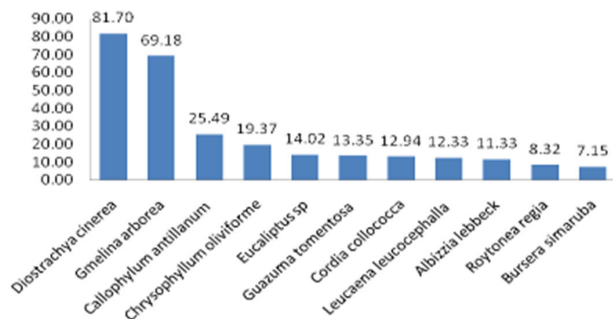


Figura 2. Índice de valor de importancia ecológica (IVIE) de las especies inventariadas en el sitio de Itabo, Matanzas.

Inventario florístico de Díaz Cuevas, Oliver, Villa Clara

En el estudio se registraron 1 563 individuos, distribuidos en 30 familias y 55 especies. La distribución de individuos por estratos mostró que el estrato herbáceo presenta la mayor riqueza con 635 individuos, seguido del estrato arbustivo con 442 y el arbóreo con 486. La predominancia de individuos en el estrato herbáceo se debe a la alta regeneración natural de diversas especies, las condiciones del bosque natural y la presencia de especies de alto valor económico (Figura 3). Las familias con mayor número de individuos y especies fueron las Boragináceas y Fabáceas, con 231 y 151 individuos respectivamente.

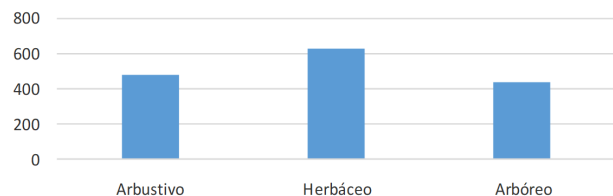


Figura 3. Resultados del levantamiento florístico en el sitio Díaz Cuevas, Oliver.

Las especies con mayor valor de importancia ecológica en esta área de bosque natural del sitio de Díaz Cuevas fueron *Roystonea regia* (Kunth) O.F. Cook (35.3%), una especie pionera de la vegetación secundaria, seguida de *Ceiba pentandra* (L.) Gaertn (20.3%) y *Oxandra lanceolata* Sw Bill (17.3%). Estos resultados indican que este fragmento de

bosque tiene potencial para ser restaurado con especies de valor comercial (Figura 4). Dichos hallazgos coinciden con proyectos de recuperación desarrollados en bosques ribereños del río Caroní en Venezuela, donde se plantaron especies nativas o naturalizadas con el objetivo de reconstruir el ecosistema natural (Mazón & Gutiérrez, 2016).

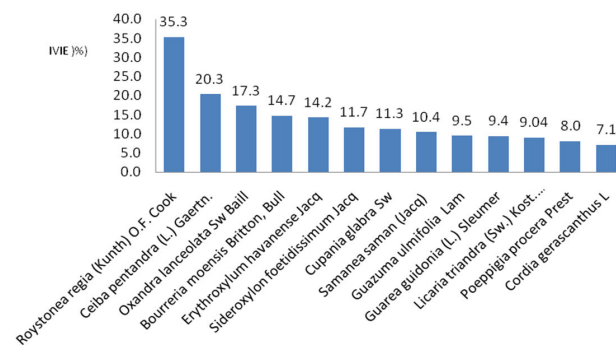


Figura 4. Índice de valor de importancia ecológica (IVIE) de las especies inventariadas en el sitio de Díaz Cuevas, Oliver.

Para lograr la restauración, se recomienda introducir especies maderables siempre verdes que alcancen alturas de hasta 20 metros, lo que aumentaría la cobertura del primer estrato. Además, se propone un manejo eficiente de las especies del sotobosque presentes en el área. Entre las especies nativas de valor económico típicas de esta formación boscosa, se sugieren *Guarea trichilioides* Lin. (yamagua), *Callophyllum antillanum* Britton (ocuje), *Cordia gerascanthus* L. (baria) y *Cedrela odorata* L. (cedro). Asimismo, se recomienda la introducción de frutales como *Tamarindus indica* L. (tamarindo) y *Citrus limón* L. (limón) para incrementar el indicador de productividad y proveer alimento a la fauna local.

En este tipo de bosque, es necesario implementar tratamientos silviculturales de forma regulada, como limpiezas y aclareos. La limpieza desempeña un papel crucial en el desarrollo de los individuos durante una etapa de su vida, ya que reduce la competencia y regula la composición de especies mediante la eliminación de individuos y especies indeseables. Estas prácticas contribuyen a mantener la estructura y funcionalidad del ecosistema forestal.

Inventario florístico de la cuenca del río Sabanilla, Baracoa, Guantánamo

En el estudio se identificaron un total de 43 familias y 64 especies leñosas, correspondientes a los estratos herbáceo, arbustivo y arbóreo. En las 16 parcelas evaluadas, se registraron 3 248 individuos, destacándose la presencia de especies de alto valor económico y ecológico. La mayor riqueza se observó en el estrato herbáceo con 1 835 individuos, seguido del estrato arbustivo con 792 y el arbóreo con 621 (Figura 5).

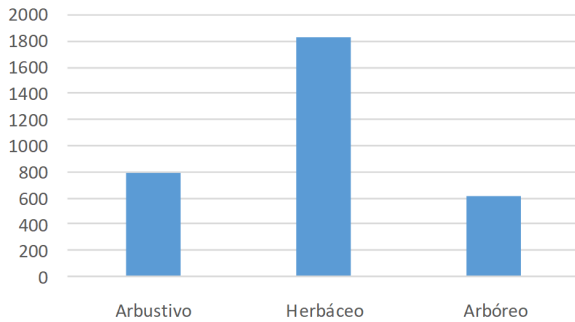


Figura 5. Resultados del levantamiento florístico en la faja hidrorreguladora de la cuenca del río Sabanilla.

La disminución de individuos en el estrato arbóreo del área de estudio se atribuye principalmente a la tala indiscriminada. Dado que esta zona es un área de protección de recursos naturales, es fundamental considerar el impacto de las perturbaciones humanas en la composición y estructura de los bosques tropicales. Estos resultados coinciden con lo informado en estudios de diversidad y estructura realizados en el Parque Agua Blanca Estatal en Tabasco, México (Zarco-Espinoza et al., 2010).

El estrato arbustivo se encuentra en mejores condiciones que el estrato arbóreo, principalmente debido al manejo irracional provocado por la acción humana. Estos resultados difieren de los planteamientos de Álvarez & Varona (2006), quienes afirman que el estrato arbóreo debe ser denso, con una cobertura entre el 85% y 95%, y excepcionalmente menor. La altura de este estrato es irregular, fluctuando entre 8 y 25 metros. La estructura del bosque suele ser continua, sin una estratificación claramente definida. En algunos casos, se observan dos substratos: uno superior alrededor de los 20 metros y otro inferior entre 8 y 10 metros.

En el índice de valor de importancia ecológica de las especies inventariadas en la faja forestal hidrorreguladora de la cuenca del río Sabanilla, las especies que presentan un mejor comportamiento son *Bambusa vulgaris* (97,2%), *Calophyllum antillanum* (95,2%), *Samanea saman* (83,6%), *Terminalia catappa* (80,6%) y *Guarea guidonea* (79,2%) (Figura 6). Estos datos no coinciden con las especies más representativas informadas por del Risco (1995) para los bosques pluviales submontanos. La explotación selectiva de este tipo de bosque ha causado la degradación de la vegetación primaria, permitiendo que otras especies, no propias de este ecosistema, ocupen estas áreas.

Se recomienda incluir especies autóctonas como *Calophyllum utile* (ocuje colorado) y *Sloanea curatelifolia* (chicharrón), según refiere Osorio (2012), citado por (Manet-Bombus et al., 2020), en el Sector Cupeyal del Norte, en bosque pluvial submontano. Otras especies como *Talauma minor* (azulejo) y *Xilopia ekmanii* (malagueta) son propias de los substratos arbóreos y del segundo substrato, según del Risco (1995). Estas especies contribuirían a la recuperación del ecosistema.

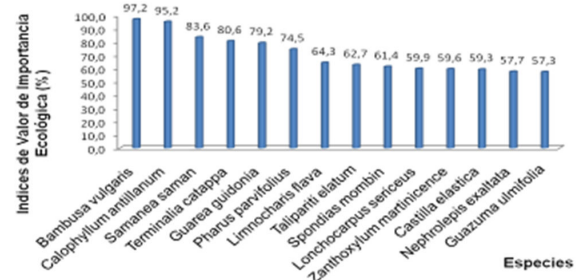


Figura 6. Índice de valor de importancia ecológica (IVEI) de las especies inventariadas en la faja forestal hidrorreguladora de la cuenca del río Sabanilla.

Para evitar la erosión, se utilizan especies como *Rhoeo discolor* (cordobán), *Sansevieria guineensis* (lengua de vaca) y *Cyperus alternifolius* (paragüitas), junto con especies condimenticias y medicinales que incrementan la diversidad de la cuenca. La diversidad en las formas de vida responde a las diferentes funciones del ecosistema, lo cual coincide con Bravo & Montalvo (2007), quienes plantean que cada especie ocupa un nicho o función específica, fundamental para el equilibrio del ecosistema.

Los mismos autores sugieren que en este tipo de ecosistemas se deben aplicar tratamientos silviculturales de forma regulada, como limpias, cortas de liberación, aclareos, cortas de mejora, cortas de salvamento o sanitarias, y podas. Las limpias son especialmente importantes en el desarrollo de los individuos durante una etapa de su vida, ya que contribuyen a conformar el rodal futuro. El control sanitario elimina árboles en grupos densos de especies indeseables, lo que favorece el desarrollo de las especies autóctonas.

En general, en cada sitio se observaron las especies más relevantes, cuya importancia está determinada por su proceso de adaptación posterior a la degradación. Este fenómeno alerta sobre procesos empobrecedores, según refiere Magurran (2013), citado por Moreno (2001). Sin embargo, para realizar un proceso de restauración ecológica en los sitios Itabo y Díaz Cuevas, las especies de mayor relevancia no son las más adecuadas, lo cual contrasta con los resultados obtenidos por Campo & Duval (2014), quienes indican que las especies de mayor valor de importancia ecológica son las más importantes dentro de la comunidad.

Diversidad alfa (riqueza específica y estructura)

La diversidad alfa se aplicó para medir la riqueza de especies en cada uno de los sitios, mediante el índice de Margalef para describir la riqueza y el índice de Shannon para la abundancia. Según Moreno (2001), estos índices son esenciales para monitorear los efectos de los cambios ambientales en comunidades naturales y modificadas. Campo & Duval (2014) indican que cuando el índice de Margalef (Dmg) presenta valores menores a dos, la riqueza de especies es baja. Por otro lado, los valores del índice de Shannon-

Weiner deben oscilar entre 1 y 4,5; cuando superan 3, la abundancia es proporcional, y si la equidad supera 2,51, la comunidad se considera equitativa.

En todos los sitios, la riqueza de especies supera el valor de 2. El sitio Itabo presenta la riqueza más baja, a pesar de que el inventario florístico registró 2.407 individuos. Sin embargo, esta abundancia no es proporcional, y la comunidad no es equitativa, como lo confirma la predominancia del marabú en el área (Tabla 1). Por su parte, el sitio Díaz Cuevas muestra una alta riqueza de especies, con 1.563 individuos, pero la abundancia tampoco es proporcional. La estructura del bosque mixto semideciduo no es equitativa debido al predominio del marabú y el aroma, a pesar de la presencia de algunas especies de valor económico (Tabla 1).

Tabla 1. Índices de diversidad alfa en cada sitio.

Índices	Itabo	Díaz Cuevas	Sabanilla-Paso de Cuba
Margalef	2,80	7,34	6,43
Shannon-Wiener	1,43	1,43	0,72

La faja de la cuenca del río Sabanilla presenta una alta riqueza de especies, con 3.248 individuos. No obstante, dado el tipo de bosque, debería exhibir una riqueza aún mayor. Esta situación se ve afectada por el elevado nivel de antropización, lo que explica que la abundancia de especies no sea proporcional y que la estructura de la faja no sea equitativa (Tabla 1). En todos los sitios, los valores del índice de Shannon son menores a 2,5, lo que sugiere que la vegetación podría encontrarse en diferentes etapas de sucesión ecológica (Zarco-Espinoza et al., 2010).

CONCLUSIONES

1. En los sitios estudiados, como Itabo y Díaz Cuevas, se observa una regeneración natural dominada por especies como el marabú (*Diostrachys cinerea*) y el álamo blanco (*Gmelina arborea*), lo que indica una alta perturbación antropogénica. Estas especies, aunque abundantes, desplazan a otras de mayor valor económico y ecológico, lo que afecta la diversidad y estructura del ecosistema.
2. En áreas como Díaz Cuevas y la cuenca del río Sabanilla, se identificó la necesidad de introducir especies nativas maderables y frutales (como mango, aguacate y tamarindo) para restaurar la funcionalidad ecológica y aumentar la productividad. Estas acciones podrían contrarrestar la degradación y favorecer la recuperación de la biodiversidad y los servicios ecosistémicos.

3. La tala indiscriminada y otras perturbaciones humanas han reducido la riqueza y equidad de especies en los estratos arbóreos, especialmente en la cuenca del río Sabanilla. Aunque la riqueza de especies es alta, la abundancia no es proporcional, lo que sugiere que los ecosistemas están en etapas intermedias de sucesión ecológica, lo que requiere manejo silvicultural para su recuperación.

BIBLIOGRAFÍAS

- Aguirre, Z., & Yaguana, C. (2012). Documento guía de métodos para la medición de la biodiversidad. *Universidad Nacional de Loja, Loja-Ecuador*.
- Álvarez, P., & Varona, P. (2006). *Silvicultura* (2da ed.). Editorial Félix Varela.
- Bravo, J. A., & Montalvo, J. M. (2007). *Silvicultura de bosques tropicales y plantaciones forestales* (Instituto de Investigaciones Agro-Forestales).
- Campo, A. M., & Duval, V. S. (2014). Diversidad y valor de importancia para la conservación de la vegetación natural: Parque Nacional Lihué Calel (Argentina). *Anales de Geografía (Ar)*, 34(2), 25-42.
- Cley, D. C. (2009). *Bio DAP. Statistics from the Test Ecological Diversity an its Measurement*.
- Curtis, J. T., & McIntosh, R. P. (1950). The interrelations of certain analytic and synthetic phytosociological characters. *Ecology*, 31(3), 434-455.
- del Risco, E. (1995). *Los bosques de Cuba: Historia y características*. Editorial Científico-Técnica.
- Hernández, A., Pérez-Jimenéz, J. M., Mesa-Nápoles, Á., Fuentes-Alfonso, E., & Bosch-Infante, D. (1999). *Nueva versión de la clasificación genética de los suelos de Cuba*. Instituto de suelos.
- Heywood, V. H. (1994). The measurement of biodiversity and the politics of implementation. *SYSTEMATICS ASSOCIATION SPECIAL VOLUME*, 50, 15-15.
- INSMET. (2010). *Base de datos del clima*. Instituto de Meteorología (INSMET).
- Magurran, A. E. (2013). *Ecological diversity and its measurement*. Springer Science & Business Media. <https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=X7b7CAAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP7&dq=Ecological+diversity+and+its+measure&ots=das9VpHpEj&sig=VSZnBJEynIYRsAqaEIBLV7X1o6Y>
- Manet-Bombus, I., Barroso-Frometa, L., González-Rivera, D., Pérez-Trejo, H. M., & Begué-Quiala, G. (2020). Caracterización de la biodiversidad de especies florísticas en la Reserva Ecológica Hatibonico. *Hombre, Ciencia y Tecnología*, 24(4), 31-39.
- Mazón, M., & Gutiérrez, N. (2016). Pasado y presente de la restauración ecológica en el contexto venezolano. *Interciencia*, 41(7), 454-460.

- McAleece, N., Lambshead, P. J. D., Paterson, G. L. J., & Gage, J. D. (1997). Biodiversity professional. *Beta-Version*. London, *The Natural History Museum and the Scottish Association for Marine Sciences*.
- Moreno, C. (2001). *Métodos para medir la biodiversidad* (Vol. 1).
- Salamanca, B. (2000). *Protocolo Distrital de restauración ecológica: Guía para la restauración de ecosistemas nativos en las áreas rurales de Santa Fe de Bogotá*. DAMA.
- Somarriba, E. (1999). Diversidad Shannon. *Agroforestería en las Américas*, 6(23). <http://bco.catie.ac.cr:8087/portal-revistas/index.php/AGRO/article/view/707>
- Zarco-Espinoza, J., Valdez-Hernández, I., Ángeles-Pérez, G., & Castillo-Acosta, o. (2010). ESTRUCTURA Y DIVERSIDAD DE LA VEGETACIÓN ARBÓREA DEL PARQUE ESTATAL AGUA BLANCA, MACUSPANA, TABASCO. *Revista Universidad y Ciencia Trópico Húmedo*, 26(1), 1-17.