



LA RESTAURACIÓN ASISTIDA EN ECOSISTEMAS FORESTALES DE LA REPÚBLICA DE CUBA

ASSISTED RESTORATION IN FOREST ECOSYSTEMS IN THE REPUBLIC OF CUBA

O. HECHAVARRÍA KINDELÁN¹, W. TOIRAC ARGUELLE¹, A. O'FARRILL COLEBROOK¹, M. MORALES LEZCANO², E. HIDALGO RODRIGUEZ², M. MARTÍNEZ FLORES³, A. MOSQUERA FIGUEROA³, A. SOSA LÓPEZ⁴, Y. MOLINA PELEGRÍN⁴, A. FROMETA COVAS⁵, P. VILLAMET PINEDA⁶

¹Instituto de Investigaciones Agro-Forestales, La Habana, Cuba. E-mail: wilmertoiraca@gmail.com, abilio@forestales.co.cu

²Unidad Científico Tecnológica de Base Estación Experimental Agro-Forestal Itabo, Matanzas, Cuba. E-mail: itabo@forestales.co.cu

³Unidad Científico Tecnológica de Base Estación Experimental Agro-Forestal Placetas, Villa Clara, Cuba. E-mail: placetas@forestales.co.cu

⁴Unidad Científico Tecnológica de Base Estación Experimental Agro-Forestal Guisa, Granma, Cuba. E-mail: adonissosa@gmail.com

⁵Unidad Científico Tecnológica de Base Estación Experimental Agro-Forestal Baracoa, Guantánamo, Cuba. E-mail: baracoa@forestales.co.cu

⁶Unidad Silvícola Guantánamo, Empresa Agro Forestal, Guantánamo, Cuba.

*Autor para la correspondencia: orlidiaji@gmail.com

RESUMEN

La restauración asistida de ecosistemas forestales es crucial para recuperar la biodiversidad, mitigar el cambio climático y mejorar los servicios ecosistémicos. Este estudio evaluó la efectividad de la Forestería Análoga como técnica de restauración en cinco fincas cubanas (Itabo, Díaz Cuevas, La Aplastada Arriba, Sabanilla y Paraguay), afectadas por degradación, especies invasoras y eventos climáticos extremos. Se implementó un diseño en tres etapas: valoración ecológica, selección de especies (maderables, frutales y medicinales) y restauración activa. Los resultados mostraron un aumento en la diversidad biológica, con especies como *Swietenia mahagoni* y *Cedrela odorata* adaptándose eficientemente, aunque se registró mortalidad en *Swietenia macrophylla* y *Delonix regia* en Paraguay. La estabilización de suelos se logró mediante especies como *Cyperus alternifolius* (corto plazo) y *Pandanus utilis* (mediano plazo), mientras que la inclusión de plantas económicas benefició a las comunidades locales. Se concluyó que la Forestería Análoga es efectiva para reducir la fragmentación, enriquecer la estructura forestal y fortalecer la resiliencia, aunque requiere ajustes según las condiciones edáficas y climáticas.

Palabras clave: biodiversidad, resiliencia, degradación, reforestación, comunidades

INTRODUCCIÓN

La restauración asistida de ecosistemas forestales es fundamental para recuperar la biodiversidad, mejorar los servicios ecosistémicos y mitigar los efectos del cambio

ABSTRACT

Assisted restoration of forest ecosystems is crucial for recovering biodiversity, mitigating climate change, and improving ecosystem services. This study evaluated the effectiveness of Analog Forestry as a restoration technique on five Cuban farms (Itabo, Díaz Cuevas, La Aplastada Arriba, Sabanilla, and Paraguay) affected by degradation, invasive species, and extreme weather events. A three-stage design was implemented: ecological assessment, species selection (timber, fruit, and medicinal), and active restoration. The results showed an increase in biological diversity, with species such as *Swietenia mahagoni* and *Cedrela odorata* adapting efficiently, although mortality was recorded in *Swietenia macrophylla* and *Delonix regia* in Paraguay. Soil stabilization was achieved through species such as *Cyperus alternifolius* (short-term) and *Pandanus utilis* (medium-term), while the inclusion of economic plants benefited local communities. It was concluded that Analog Forestry is effective in reducing fragmentation, enriching forest structure, and strengthening resilience, although it requires adjustments based on soil and climatic conditions.

Keywords: biodiversity, resilience, degradation, reforestation, communities

climático. Mediante técnicas como la reforestación, el control de especies invasoras y la rehabilitación de suelos degradados, se acelera la recuperación de bosques dañados por incendios, deforestación o actividades humanas. Además, estos esfuerzos contribuyen a la captura de carbono,

Recibido: 08/6/2020

Aceptado: 03/7/2020

Conflictos de interés: Los autores declaran no existir conflictos de intereses.



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/>



la protección de cuencas hidrográficas y la conservación de hábitats para especies amenazadas. La restauración no solo beneficia al medio ambiente, sino también a las comunidades locales, asegura recursos naturales esenciales y promueve un desarrollo sostenible. Por ello, invertir en la recuperación de los bosques es clave para garantizar un futuro más resiliente y equilibrado.

La restauración ecológica en ecosistemas forestales no solo busca recuperar la biodiversidad y mejorar la salud del ecosistema, sino que también cumple un papel crucial en la mitigación del cambio climático (Bastin et al., 2019). Para lograr este objetivo, es necesario implementar herramientas que permitan el manejo adecuado del paisaje degradado. Entre estas herramientas destacan la creación de sistemas agroforestales, el establecimiento de cercas vivas y la reorganización de los corredores biológicos.

Otras estrategias efectivas incluyen el enriquecimiento vegetal, la reforestación y la técnica de Forestería Análoga. Esta última consiste en establecer un ecosistema dominado por árboles que imite la estructura arquitectónica y las funciones ecológicas de la vegetación original, ya sea clímax o subclímax (Senanayake & Beehler, 2000). Además, estas prácticas contribuyen al mejoramiento del suelo, al aumento de la biodiversidad y al incremento de los ingresos económicos (Romero & Valdovinos, 2016).

El objetivo de este trabajo es demostrar que la Forestería Análoga funciona como una técnica de restauración asistida. Esta metodología puede revertir los impactos causados por eventos meteorológicos extremos, como los ciclones, así como contrarrestar la invasión de especies secundarias. Asimismo, ayuda a reducir la fragmentación del hábitat y la antropización, ya que incrementa la diversidad de especies y fortalece la resiliencia del ecosistema.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se desarrolló en cinco fincas forestales distribuidas en las regiones Occidental (Itabo), Central (Díaz Cuevas) y Oriental (La Aplastada Arriba, Sabanilla y Paraguay) del país. Se aplicó la técnica de restauración asistida denominada "Forestería Análoga", la cual sigue un esquema de procedimiento que incluye tres etapas principales: valoración ecológica, selección de especies y diseño para la restauración (RIFA, 2011; Senanayake et al., 2009). Esta metodología garantiza un enfoque sistemático para la recuperación de los ecosistemas degradados.

La finca de Itabo se ubica en la localidad del mismo nombre, entre los 22° 59' de latitud norte y los 80° 45' de longitud oeste. Presenta una temperatura promedio anual de 25,5 °C, una altitud de 5 msnm, una humedad relativa del 85% y precipitaciones anuales que oscilan entre 1500 y 1600 mm. Su topografía es plana, con una pendiente del 0 al 2%, y los vientos predominan del sur entre marzo y abril, mientras que de mayo a febrero soplan del este al oeste.

Esta finca se destaca por la producción de posturas forestales, ornamentales y frutales para reforestación, así como por el cultivo de alimentos de ciclo corto. Los usos del suelo incluyen pastizales, horticultura, agroforestería, silvicultura, cultivos anuales y remanentes de bosques. Estas actividades económicas y características ecológicas la convierten en un sitio clave para la implementación de estrategias de restauración.

La finca Díaz Cuevas se localiza en la subcuenca del río Jagueyes, afluente del río Sagua la Chica, entre los 22° 19' de latitud norte y los 79° 44' de longitud oeste, en Oliver, Placetas. Registra una temperatura promedio anual de 25 °C, una altitud de 79 msnm, una humedad relativa del 82% y precipitaciones anuales de 1280 mm. Su topografía es ondulada, con pendientes entre el 2% y el 8%, y un relieve ligeramente irregular. Los suelos de esta área se clasifican como Pardos con Carbonato y sin Carbonato (Hernández et al., 1999).

La finca alberga un bosque natural semicaducifolio sobre suelo calizo, donde la principal actividad económica es la producción agropecuaria, frutícola y forestal. El estudio se centró en el Rodal 11, de 1,04 hectáreas, el cual sufrió impactos significativos por eventos meteorológicos como ciclones, lo que provocó la pérdida de especies de valor económico.

La finca "La Aplastada Arriba" se sitúa en Guisa, Sierra Maestra, a una altitud entre 480 y 598 msnm. Pertenece al Consejo Popular Palma del Perro, en el municipio de Guisa, Granma, entre los 20° 11' de latitud norte y los 76° 26' de longitud oeste. Presenta una temperatura promedio anual de 27,5 °C, una humedad relativa del 72% y precipitaciones anuales que varían entre 1300 y 1500 mm.

La topografía de esta zona oscila entre ondulada y fuertemente ondulada, con pendientes del 2% al 30%. Los suelos son del tipo Rendzina roja, formados a partir de rocas calizas (Hernández et al., 1999). Las fincas de esta área se caracterizan por plantaciones de café y frutales deterioradas, pastizales, cultivos agrícolas anuales y remanentes de bosque, especialmente en la Finca 1, que abarca 13 hectáreas.

Las poblaciones naturales han sufrido una explotación irracional durante décadas. En los últimos años, estas se han visto afectadas por factores como el desarrollo de la agricultura y la ganadería, actividades que implicaron el desmonte de tierras. Por esta razón, es necesario restaurar las áreas de bosque de esta finca para recuperar su equilibrio ecológico.

La faja hidrorreguladora del río Sabanilla, desde Paso de Cuba hasta Los Hoyos en Baracoa, se ubica en la subcuenca del río Miel, al sur del municipio Baracoa. Esta zona se localiza entre los 20° 19' de latitud Norte y los 74° 30' de longitud Oeste. Presenta una temperatura media de 26.5 °C, precipitaciones anuales de 1500 mm y una humedad relativa del 86.5%.

Los trabajos se realizaron en altitudes que oscilan entre los 36 y los 23 metros sobre el nivel del mar. La pendiente predominante es plana, con un rango de 0-2%. Los suelos son de tipo Aluvial, según la clasificación de [del Risco \(1995\)](#).

La restauración abarcó 6 km de la faja, en un bosque de galería fragmentado con parches de vegetación. El área incluye fincas campesinas con plantaciones de cacao, café y coco, así como zonas dedicadas a la ganadería y al autoconsumo. Esta diversidad de usos del suelo influye en la dinámica ecológica de la región.

El área de trabajo muestra una disminución de individuos en el estrato arbóreo debido a la antropización, talas ilícitas y manejos silvícolas inadecuados. Además, la erosión y degradación de los suelos limitan el desarrollo adecuado de muchas especies del estrato herbáceo. Estos problemas son más graves en las zonas de la cuenca donde se asientan comunidades aledañas.

Las comunidades impactan en la erosión de los suelos debido a su enfoque en la producción de frutales, café, cacao, coco, plantas condimenticias, maderables y medicinales. Estas actividades, aunque necesarias para su subsistencia, generan presión sobre los recursos naturales. Por ello, se requiere un manejo sostenible que equilibre las necesidades humanas y la conservación.

El área de estudio se dividió en tres partes: la superior, que incluye la localidad de Paso de Cuba; la media, que abarca las áreas de Sabanilla y El Laurel; y la inferior, caracterizada por la localidad de Los Hoyos de Sabanilla. Cada una presenta particularidades ecológicas y socioeconómicas que influyen en su conservación.

Las fincas forestales de Paraguay se ubican en la faja costera del sur de Guantánamo, dentro del Consejo Popular Paraguay. Esta región está habitada por finqueros y finqueras, y su clima es el más seco de Cuba. Las precipitaciones son escasas (400-600 mm anuales), y los valores de evaporación son altos y estables.

La temperatura media anual supera los 26.1 °C, con máximas que alcanzan los 36 °C, a una altitud promedio de 24 metros sobre el nivel del mar. Los suelos se clasifican como Aluviales (Fluvisol), Diferenciados, sobre Material Transportado, carbonatados, medianamente profundos (20-50 cm) y medianamente humificados (2.1-4.0%), según ([Sánchez et al., 2008](#)).

Las condiciones edáficas, junto con factores climáticos como las escasas precipitaciones y la alta evapotranspiración, definen la zona como semiárida. Esta clasificación conlleva consecuencias perjudiciales para diversas actividades socioeconómicas. Por ello, se requieren estrategias de manejo adaptadas a estas limitantes ambientales.

RESULTADOS

En la zona de Itabo, la pérdida de especies predominantes como el marabú motivó un diseño que permitiera a la

fincas funcionar como paisaje, al tiempo que conservaba las fuentes semilleras derivadas de investigaciones previas. La zona presenta una alta presencia de marabú como especie invasora, junto con una reducida cantidad de especies valiosas y una baja diversidad de aves e insectos. Para contrarrestar esto, se enriqueció el área con nueve especies, entre las cuales se incluyen forestales como *Swietenia mahagoni* L. (caoba del país), *Callophylum brasiliense* (ocuje), *Colubrina ferruginosa* (bijáguara), *Manilkara albenses* (ácana), *Cordia gerascanthus* L. (baria) y *Guaiacum officinale* L. (guayacán). Además, se incorporaron frutales como *Mangifera indica* L. (mango), *Persea americana* (aguacate) y *Pouteria sapota* (mamey colorado).

Finca Díaz Cuevas

El bosque de esta finca ha sufrido impactos por eventos meteorológicos, lo que hace necesario establecer un corredor biológico que lo conecte con el resto del paisaje forestal, donde aún persisten remanentes de bosque natural con especies maderables. Para reducir la fragmentación, se introdujeron nueve especies, entre ellas maderables siempreverdes que incrementan la cobertura del primer estrato, como *Callophylum brasiliense* (ocuje), *Swietenia macrophylla* (caoba de Honduras), *Sapindus saponaria* (jaboncillo), *Cordia gerascanthus* (baria), *Cedrela odorata* (cedro) y *Guarea guidonea* (L.) (yamagua). También se incluyeron especies frutales como *Tamarindus indica* L. (tamarindo) y *Citrus limón* L. (limón), las cuales, aunque son nativas de la India y el sur de Asia, respectivamente, se han naturalizado en Cuba ([Roig, 1988](#)).

Finca "La Aplastada Arriba", Sierra Maestra, Granma

Esta área se caracteriza por la dominancia de *Alvaradoa arborescens* Griseb. (periquillo), una especie invasora que ha ocupado gran parte del terreno. Para disminuir la fragmentación, se intervino la finca con ocho especies, entre ellas *Cedrela odorata* (cedro), *Oxandra lanceolata* (yaya), *Chrysophyllum oliviforme* (caimitillo), *Piscidia piscipula* (guamá candelón), *Eugenia buxifolia* (guairaje), *Callycophyllum candidissimum* (dagame) y *Juglans jamaicensis* (nogal). Además, se decidió conservar *Cecropia peltata* (yagruma) como especie pionera. Estas especies, que alcanzarán alturas entre 10 y 20 metros, permitirán la recuperación progresiva del bosque, aproximándolo a la vegetación primaria y reemplazando el bosque secundario. También se introdujeron frutales como *Annona muricata* (anón), *Theobroma cacao* L. (cacao) y *Cocos nucifera* L. (coco), junto con especies medicinales como albahaca, orégano, mano poderosa, jengibre, marañón y sábila.

Faja hidrorreguladora del río Sabanilla hasta Paso de Cuba

El proceso de restauración se ejecutó en tres etapas: corto, mediano y largo plazo. A corto plazo, se reforestaron los márgenes del río con *Cyperus alternifolius* L. (paragüita)

para reducir la erosión y mitigar el impacto directo de la corriente sobre las orillas. Esta especie fue seleccionada por su capacidad para estabilizar el suelo en periodos iniciales.

A mediano plazo, se introdujo *Pandanus utilis* Bory (señuelo) en áreas afectadas por cárcavas y deslizamientos. Esta especie desarrolla raíces aéreas que se anclan eficientemente en suelos inundados, formando una red que disminuye la erosión. Además, su estructura proporciona hábitat y refugio para la fauna silvestre, lo que favorece la biodiversidad local.

A largo plazo, se priorizó la reforestación en zonas habitadas por campesinos con especies de valor económico, como *Spondias mombin* L. (jobo), *Guarea trichilioides* Lin (yamagua) y *Cedrela odorata* L. (cedro). También se incluyeron *Sapindus saponaria* (jaboncillo), frutales, condimenticias y medicinales para diversificar los beneficios. En áreas de patrimonio forestal, se plantaron diez especies maderables y frutales, entre ellas *Mangifera indica* (mango), *Spondias purpurea* (ciruela) y *Brya ebenus* (granadillo), junto con condimenticias y medicinales para consolidar la protección contra la erosión.

Fincas de Paraguay

El principal problema en las fincas de Paraguay era la escasa diversidad de especies, limitada a parches de *Casuarina equisetifolia* (casuarina), *Caesalpinia violacea* (yarúa) y *Lysiloma latisiliquum* (soplillo). Esta homogeneidad reducía la resiliencia del ecosistema y la productividad del suelo.

Con base en análisis edáficos, se incorporaron 19 especies, como *Tamarindus indica* (tamarindo), *Swietenia mahagoni* (caoba antillana) y *Azadirachta indica* (árbol del nim). Otras especies introducidas fueron *Prosopis juliflora* (paraíso francés), *Albizia lebeck* (algarrobo de olor) y *Samanea saman* (algarrobo del país), destinadas a enriquecer la composición florística.

En las evaluaciones de 2017 y 2023, se registró la mortalidad de *Swietenia macrophylla* (caoba de Honduras) y *Delonix regia* (framboyán). Las especies restantes alcanzaron alturas promedio de 10,04 m y diámetros de 10,30 cm, lo que demuestra un crecimiento estable y adaptación a las condiciones locales.

CONCLUSIONES

1. La introducción de especies maderables, frutales y medicinales en zonas degradadas (como Itabo, Finca Díaz Cuevas y Paraguay) demostró ser efectiva para contrarrestar la invasión de plantas como el marabú y el periquillo, lo que aumenta la diversidad biológica y mejora la estructura del bosque.

2. En la faja hidrorreguladora del río Sabanilla, la selección de especies por etapas (*Cyperus alternifolius* a corto plazo, *Pandanus utilis* a mediano y maderables a largo plazo) optimizó la estabilización del suelo y la recuperación ecológica, integrando beneficios económicos para las comunidades locales.

3. En Paraguay, aunque hubo mortalidad en algunas especies (caoba de Honduras, framboyán), la mayoría presentó crecimiento estable (altura promedio de 10,04 m), evidenciando que la selección basada en estudios edáficos favorece la adaptación y el éxito de la reforestación.

REFERENCIAS

- Bastin, J.-F., Finegold, Y., Garcia, C., Mollicone, D., Rezende, M., Routh, D., Zohner, C. M., & Crowther, T. W. (2019). The global tree restoration potential. *Science*, 365(6448), 76-79. <https://doi.org/10.1126/science.aax0848>
- del Risco, E. (1995). *Los bosques de Cuba: Historia y características*. Editorial Científico-Técnica.
- Hernández, A., Pérez-Jiménez, 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.
- RIFA. (2011). *Forestería Análoga. Una guía práctica*. Red Internacional de Forestería Análoga. http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:anEclxSzScJ:w ww.analogforestry.org/?smd_process_download=1&download_id=2551
- Roig, J. T. (1988). *Plantas medicinales, aromáticas o venenosas de Cuba: Vol. I y II* (3ra ed.). Ed. Científico-Técnica.
- Romero, Y., & Valdovinos, V. (2016). *Valoración ecológica con Forestería Análoga para producción en Jalisco* (pp. 105-114).
- Sánchez, R., Milá, F., Planas, J., Sánchez, I., Cintra, M., & Lugo, D. (2008). *Informe de suelo realizado a tres fincas forestales (1, 2 y 14) del Paraguay* (p. 10). Centro provincial de suelos. Guantánamo.
- Senanayake, F. R., & Beehler, B. M. (2000). *Forest Gardens- Sustaining Rural Communities around the World through Holistic Agroforestry* (2nd ed.). Sustainable Development International. <https://p2infohouse.org/ref/40/39710.pdf>
- Senanayake, F. R., Fonseca, O., & Beehler, M. (2009). *Guía para el monitoreo de la biodiversidad en parcelas de Forestería Análoga*. <https://p2infohouse.org/ref/40/39710.pdf>