



Conectividad y diversidad biológica en la Finca Agroforestal “La Esperanza”, Segundo Frente, Santiago de Cuba

Connectivity and biological diversity in the “La Esperanza” Agroforestry Farm, Segundo Frente, Santiago de Cuba

Yaira Rivera Queralta^{1*}, Rosa María Brooks Laverdeza¹, Giraldo Acosta Alcolea¹,
Arianna González Rodríguez¹, Adonis Martínez Nieves²

RESUMEN

¹Centro Oriental de Ecosistemas y Biodiversidad, Museo de Historia Natural “Tomás Romay”, Santiago de Cuba, Cuba.

²Servicio Estatal Forestal, Delegación Municipal de la Agricultura, Segundo Frente, Santiago de Cuba, Cuba.

*Correspondencia: yaira@bioeco.cu

Recibido: 11 de abril de 2020

Aceptado: 20 de octubre de 2020

Conflicto de intereses: Los autores declaran que no existen conflictos de intereses.

Las fincas ecológicas familiares minimizan los impactos negativos a la biodiversidad y generan una variabilidad de productos, servicios e ingresos para las familias de los agricultores. La Finca Agroforestal “La Esperanza”, Santiago de Cuba, es un agroecosistema con especies arbóreas en plantaciones de café. En la presente investigación se valoró su papel en la conservación de la biodiversidad del macizo montañoso Nipe-Sagua-Baracoa, a partir de la descripción de su diversidad fanerogámica, la evaluación de la Estructura Agroecológica Principal (EAP) y su resiliencia al cambio climático. Se registraron 146 táxones infragenéricos, incluidos en 123 géneros y 54 familias, el endemismo representó el 4%. Del total de especies reportadas seis están categorizadas, de ellas dos son Vulnerable. El sistema agroforestal alcanzó un nivel medio de resiliencia, mientras que la conectividad al paisaje calificó como Ligeramente Desarrollado. Se identificaron limitaciones en el manejo del agroecosistema, aunque estas no descalifican sus valores florísticos y el enfoque conservacionista. El uso de la EAP constituyó una herramienta útil para evaluar los manejos productivos de los sistemas agroforestales cubanos de montaña en entornos naturales.

Palabras claves: agroecosistemas, biodiversidad, paisaje, resiliencia

ABSTRACT

Ecological family farms minimize negative impacts on biodiversity and generate variability in products, services and income for farmers' families. The Agroforestry Farm “La Esperanza”, Santiago de Cuba, is an agroecosystem with tree species in coffee plantations. In this research, its role in the conservation of the biodiversity of the Nipe-Sagua-Baracoa mountain range was assessed, based on the description of its phanerogamic diversity, the evaluation of the Principal Agroecological Structure (EAP) and its resilience to climate change. 146 infrageneric taxa were recorded, included in 123 genera and 54 families, endemism represented 4%. Of the total of reported species, six are categorized, of which two are Vulnerable. The agroforestry system reached a medium level of resilience, while the connectivity to the landscape qualified as Slightly Developed. Limitations in the management of the agroecosystem were identified, although these do not disqualify its floristic values and the conservationist approach. The use of the EAP was a useful tool to evaluate the productive management of Cuban mountain agroforestry systems in natural environments.

Keywords: agroecosystems, biodiversity, landscape, resilience



Este es un artículo publicado en acceso abierto bajo una licencia Creative Commons



<https://eqrcode.co/a/tGKF1W>

INTRODUCCIÓN

El archipiélago cubano integra uno de los 35 sitios calientes de la biodiversidad (hostspot) del planeta, debido a sus orígenes biogeográficos, la diversidad de los ecosistemas y sus relaciones con el continente. Estos criterios califican a la biota cubana como un punto clave para la conservación de la biodiversidad en el Caribe insular (Mittermeier *et al.*, 2011). Sin embargo, los ecosistemas cubanos presentan un elevado grado de fragmentación y aislamiento de los núcleos de vegetación natural (Estrada *et al.*, 2011). Las zonas que aún retienen cierto grado de naturalidad y representatividad de la biota terrestre, constituyen el 10% del archipiélago cubano; éstas en su mayor parte, se localizan en lugares de difícil acceso como son los sistemas montañosos (Mancina y Cruz, 2017; CITMA, 2019).

El macizo montañoso Nipe-Sagua-Baracoa es el centro de endemismo de la flora cubana con el 50% de los endémicos fanerogámicos y una elevada riqueza de especies de briofitas, helechos y plantas afines (Samek, 1973; Borhidi, 1996; Fagilde, 2000; Reyes, 2000). El paisaje presente en este sistema montañoso, al igual que el resto de Cuba, constituye un mosaico de ecosistemas agroforestales con vegetación natural que muestra de altos a moderados valores de fragmentación, provocados entre otras causas, por el mal uso de la tierra, los incendios forestales y las prácticas agrícolas incompatibles con la diversidad biológica (González-Torres *et al.*, 2016; Mancina y Cruz, 2017).

Perfecto *et al.* (2019), León *et al.* (2010) y Cepeda-Valencia *et al.* (2014) coinciden en que la caracterización de los agroecosistemas debe realizarse desde un contexto paisajístico; sustentado desde la conservación biológica y la agroecológica. En Cuba, escasos estudios están referidos a dilucidar la correspondencia del manejo de los agroecosistemas y la conectividad entre distintos sectores (parches, corredores de vegetación y sistema productivos) que permitan el intercambio de especies, ofrezcan alimentos, refugios y hábitat, e incidan en la producción agrícola y la conservación de los recursos naturales (Mancina y Cruz, 2017; Acosta *et al.*, 2020).

En la presente investigación se valoró el papel del agroecosistema “La Esperanza” en la conservación de la biodiversidad del macizo montañoso Nipe-Sagua-Baracoa, a partir de la descripción de su diversidad

fanerogámica, la identificación de las especies útiles, invasoras y amenazadas, y el análisis de su manejo teniendo en cuenta la evaluación de la Estructura Agroecológica Principal (EAP) y su resiliencia al cambio climático.

MATERIALES Y MÉTODOS

ÁREA DE ESTUDIO Y CARACTERIZACIÓN DEL AGROECOSISTEMA

La Finca Agroforestal “La Esperanza” se localiza en Jagüeyes, municipio Segundo Frente, Santiago de Cuba; en las coordenadas 20°27'57.8" N y 75°28'51.0" W a 400 metros de altitud, macizo Nipe-Sagua Baracoa (Fig. 1). El agroecosistema evaluado posee una extensión de 26.84 ha de las cuales: 13.42 están dedicadas al cultivo de café robusta (*Coffea canephora* Pierre *ex* Froehner) y café arábico (*Coffea arabica* L.); 1.0 a cultivos varios y 12.42 a la actividad forestal en bosques naturales. Esta finca por la tipología del relieve eminentemente montañoso, tiene un diseño espacial en terrazas, separadas a una distancia desde 1.20-1.50 m; siguiendo las curvas de nivel, con un sistema de riego por gravedad.

DIVERSIDAD FLORÍSTICA

En el estudio de la flora fanerogámica, se realizaron prospecciones en el área durante el periodo comprendido entre enero de 2017 y junio de 2019. Para el inventario florístico se siguieron los criterios de González-Oliva *et al.* (2017). Todo el material recolectado fue procesado según los métodos aplicados en estudios botánicos (Baró *et al.*, 2017) y depositado en la Sección de Spermatophytas del Herbario BSC del Centro Oriental de Ecosistemas y Biodiversidad (Bioeco). Para la determinación taxonómica se consultó la literatura especializada: Alain (1964, 1974); León (1946); León y Alain (1951, 1953, 1957). Se siguieron los criterios de Greuter y Rankin (2017) para la actualización taxonómica de las especies, su origen biogeográfico y rango de distribución.

En la clasificación de las formaciones vegetales se siguió a Reyes (2011-2012). Para el análisis de los valores florísticos del área se empleó el criterio de Granizo *et al.* (2006) y en la determinación de las especies protegidas por la Ley Forestal, se consultó a Álvarez *et al.* (2006). Para la tipología comercial de la madera se siguió el criterio de Gómez *et al.* (1976). Las especies amenazadas fueron citadas según González-Torres *et al.* (2016). Se consideraron las especies vegetales invasoras

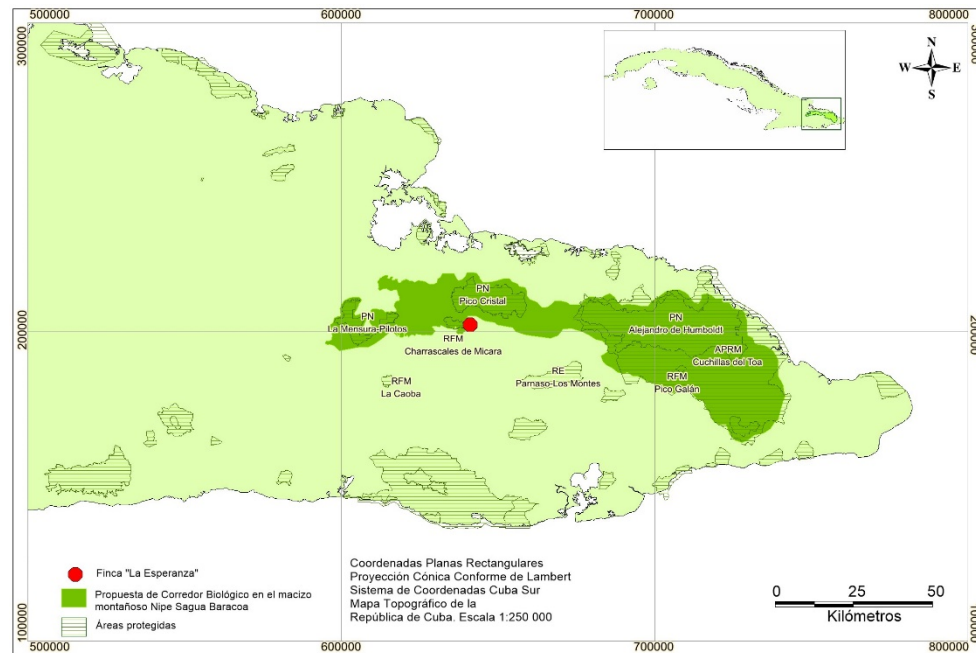
Rivera *et al.*: Conectividad biológica en el agroecosistema “La Esperanza”

Figura 1. Localización del agroecosistema “La Esperanza” en el paisaje del macizo montañoso Nipe-Sagua-Baracoa (Propuesta Proyecto “Conectando Paisajes” GEF/PNUD).

Figure 1. Location of the “La Esperanza” agroecosystem in the landscape of mountain system Nipe-Sagua-Baracoa (Project Proposal “Connecting Landscapes” GEF/PNUD).

identificadas en la Lista Nacional de plantas invasoras y potencialmente invasoras de la República de Cuba (Oviedo y González-Oliva, 2015).

EVALUACIÓN AGROECOLÓGICA DEL SISTEMA

Para la evaluación del manejo del agroecosistema se evaluaron tanto el nivel de resiliencia al cambio climático como la conectividad al paisaje (mediante la EAP). Para el primer caso se siguió la metodología de Henao (2013) y Altieri *et al.* (2012), que emplea la escala de resiliencia siguiente: 1) alta resiliencia o baja vulnerabilidad con una valoración cuantitativa de 5 puntos y una valoración cualitativa buena; 2) resiliencia media o vulnerabilidad media con una valoración cuantitativa entre 3-4 puntos y una valoración cualitativa regular, y 3) baja resiliencia o alta vulnerabilidad con una valoración cuantitativa entre 1-2 puntos y una valoración cualitativa mala.

Para el segundo caso, se siguió el criterio de León (2014), modificado, que se calculó mediante la fórmula: $EAP = CEEP + ECE + DCE + ECI + DCI + US + MA + OP + PC + CA$, donde cada parámetro se evalúa según una escala numérica (1-10). La expresión cualitativa de dicha fórmula se corresponde con: EAP = Estructura Agroecológica Principal, CEEP = Conexión con la Estructura Ecológica Principal del Paisaje, ECE =

Extensión de conectores externos, DCE = Diversificación de conectores externos (perímetro), ECI = Extensión de conectores internos, DCI = Diversificación de conectores internos, US = Usos del suelo, MA = Manejo de arvenses, OP = Otras prácticas de manejo, PC = Percepción-Conciencia y CA = Nivel de compromiso para la acción. Por último, los resultantes de este análisis se clasificaron según la escala siguiente: fuertemente desarrollada (80-100 puntos), moderadamente desarrollada (60-80), ligeramente desarrollada (40-60), débilmente desarrollada, con potencial cultural para completarla (20-40) y sin estructura o con estructura débilmente desarrollada, sin potencial cultural para establecerla (< 20).

RESULTADOS

En la Finca Agroforestal “La Esperanza” se registraron para la flora fanerogámica un total de 146 táxones infragenéricos, incluidos en 123 géneros y 54 familias. El endemismo representó solo el 4% (seis especies.), mientras que las especies nativas y las introducidas representaron el 62% (90 especies) y el 34% (50 especies) respectivamente. Las familias mejores representadas en orden descendente fueron: Fabaceae (16 especies), Poaceae (12 especies) y Rubiaceae (siete especies). Le continuaron con seis táxones

Rivera *et al.*: Conectividad biológica en el agroecosistema “La Esperanza”

infragenéricos: Meliaceae, Rutaceae y Verbenaceae (Anexo 1). Además, se identificaron en el área dos tipos de vegetación natural, el bosque siempreverde mesófilo y el matorral xeromorfo subespinoso sobre serpentina (Charrascal). Las espermatófitas presentes en estas formaciones representaron el 74% del total de táxones infragenéricos registrados en el área. La totalidad de los táxones endémicos identificados en la finca se encontraron en estas vegetaciones naturales; solo *Metopium venosum* (Griseb.) Engl. (Anacardiaceae) y *Guettarda calyptrata* A. Rich. (Rubiaceae) se hallaron también en las zonas destinadas al cultivo del café.

En el área de estudio se encontraron seis táxones infragenéricos amenazados, de ellos, *Euphorbia belenae* Urb. subsp. *belenae* (Euphorbiaceae) y *Dendrophylax porrectus* (Rchb. f.) Carlswald & Whitten (Orchidaceae) con categoría Vulnerable (VU); mientras que *Aiouea montana* (Sw.) R. Rohde (Lauraceae), *Bourreria virgata* (Sw.) G. Don (Boraginaceae), *Lonchocarpus longipes* Urb. & Ekman (Fabaceae) y *Stenostomum multinerve* (Urb.) Borhidi & M. Fernández (Poaceae) están amenazados en proceso de categorización (González-Torres *et al.*, 2016) (Anexo 1).

Las especies invasoras representaron el 15% del total de espermatófitas registradas en el agroecosistema. Se identificaron 37 especies con valores florísticos para la conservación, de ellas con valor forestal: siete especies (madera preciosa) y 16 especies (por las características

de la madera). Solo *Calycophyllum candidissimum* (Vahl) DC. se registró como una especie protegida por la Ley Forestal cubana.

La evaluación de la resiliencia del agroecosistema se catalogó de regular (2.41 puntos), que significa que presenta vulnerabilidad o resiliencia media. En el caso de la Estructura Agroecológica Principal para evaluar del grado de conectividad al paisaje, el valor obtenido fue de 50 puntos, catalogando al agroecosistema como Ligeramente Desarrollado (Tabla 1).

DISCUSIÓN

La diversidad vegetal registrada en el agroecosistema en estudio, coincide con lo planteado por la FAO (2007) para la América Latina y El Caribe, donde se reconoce la región como unas de las de más notables a nivel mundial en cuanto a la diversidad de recursos forestales. La presencia de valores de la flora (especies endémicas, amenazadas y protegidas) resalta el grado de conservación de “La Esperanza”; este estudio coincide con lo reportado por Barthlott *et al.* (2005), quienes refieren que la mayoría de los centros globales de diversidad y prioridades de la conservación se localizan en las regiones montañosas de la región tropical. Resultados similares obtienen Brooks y Acosta (2019) y Acosta *et al.* (2020), en sistemas agroforestales del macizo Nipe-Sagua-Baracoa.

Tabla 1. Evaluación de la Estructura Agroecológica Principal del agroecosistema “La Esperanza”, Segundo Frente, Santiago de Cuba.

Table 1. Evaluation of the Principal Agroecological Structure of the “La Esperanza” agroecosystem, Segundo Frente, Santiago of Cuba.

Variables	Calificación (puntos)
Conexión del Agroecosistema Mayor con la Estructura Ecológica Principal del Paisaje	8
Extensión de Conectores Externos ECE	8
Diversificación de Conectores Externos	6
Extensión de Conectores Internos	3
Diversificación de Conectores Internos	3
Usos del Suelo	6
Manejo de Arvenses	1
Otras Prácticas de manejo	5
Conciencia Ambiental	5
Compromiso para la Acción de los productores	5
Puntuación total	50
Calificación	Ligeramente Desarrollado

Rivera *et al.*: Conectividad biológica en el agroecosistema “La Esperanza”

El grado de conservación y los valores de biodiversidad del agroecosistema, están íntimamente relacionados con la presencia en sus predios de áreas de bosques protectores. Estos son fragmentos de bosques naturales con manejos orientados a fortalecer su papel en la estabilización de la vegetación, la flora y la fauna existente, ya que los mismos no admiten talas de explotación que elimine de forma permanente la vegetación (Dirección Forestal, 2017).

Del total de especies invasoras identificadas en el agroecosistema, nueve son consideradas entre las más nocivas para Cuba. Las familias Fabaceae y Poaceae, las más diversas en este estudio, son las más representativas en la flora invasora de Cuba (Oviedo y González-Oliva, 2015). Todas las especies exóticas invasoras están asociadas a caminos, patios, jardines y cultivos. El número de especies invasoras registradas es bajo; no obstante, se debe tener control sobre estas, ya que podrían convertirse en una amenaza a corto plazo.

Los valores que le confieren resiliencia al agroecosistema, se concentran en el uso predominante de prácticas agroecológicas (20) que catalogan a este sistema en transición agroecológica, según la ANAP (2016). Entre las prácticas aplicadas se encuentran el manejo de fechas de siembra, el empleo de sistemas agroforestales y sus beneficios asociados como el secuestro de carbono atmosférico, la regulación microclimática interna, la estabilidad económica del sistema, la conservación de la biodiversidad, entre otros, según indican Laclau y Rusch (2018) y Landis (2017). También se destacan el uso de variedades tolerantes al cambio climático, el uso de barreras muertas y vivas de *Vetiveria zizanioides* (L.) Nash, la siembra en contorno y en terrazas, la cobertura del suelo (hojarasca), la reproducción propia de más del 85% de su semilla, el uso de rotaciones y policultivo, el empleo de cercas vivas y de prácticas de conservación de agua (acondicionamiento del manantial de la finca para uso doméstico y riego). Estos aspectos le confieren sostenibilidad, resiliencia y fortaleza relativa al agroecosistema, según indican Cleves-Leguizamo *et al.* (2017), Dellepiane y Sarandón (2008) y Sarandón *et al.* (2006). León-Sicard *et al.* (2015) en estudios de resiliencia en seis agroecosistemas ecológicos y convencionales en Colombia, identifican valores de resiliencia media, similares a los encontrados en esta investigación. Acosta *et al.* (2020) obtienen similares resultados para agroecosistemas en el área del corredor biológico de Nipe-Sagua-Baracoa.

Los factores que aminoran la resiliencia del sistema “La Esperanza” se relacionan con el escaso nivel de procesamiento artesanal de la producción, insuficiente proporción de la producción destinada al consumo familiar, la limitada cosecha de agua y el moderado nivel de cobertura que presentan las cercas vivas. Por su parte, la resiliencia está estrechamente vinculada con la Estructura Agroecológica Principal del agroecosistema (EAP), y en “La Esperanza” posee potencialidades que refuerzan su conectividad al paisaje, dada por la alta densidad de las cercas vivas (50%); predominancia de éstas en el perímetro externo (75%) con una elevada riqueza arbórea (66 especies) conectada a la vegetación natural que circunda al agroecosistema (50%). Estos resultados son congruentes con Cleves-Leguizamo *et al.* (2016), en investigaciones similares conducidas en varias zonas de Colombia sobre agroecosistemas cítricos.

Destacan asimismo, las prácticas de conservación del suelo (75%), referidas al empleo de terrazas, barreras vivas y muertas, laboreo mínimo, uso de policultivos, compostaje y de especies tolerantes al cambio climático como la yuca (*Manihot esculenta* Crantz), el ñame (*Dioscorea* spp.), el boniato (*Ipomea batatas* (L.) Lam), el fongo (*Musa* spp.) y el quimbombó (*Abelmoschus sculentus* (L.) Moench), incluidas por Milián *et al.* (2016), en un grupo mayor de cultivos empleados por los agricultores cubanos como parte de las estrategias adaptativas al cambio climático.

Las limitantes que inciden en un mejor nivel de conectividad se concentran en la discontinuidad longitudinal de las cercas vivas internas (constituyen solo el 25% del área total); el empleo extensivo del alambre de púa para delimitar internamente el área (< 25% de las cercas internas son densas), lo que minimiza la función estructural y funcional de las cercas vivas; y la composición florística insuficiente en dichas cercas; predominan la cardona (*Euphorbia lactea* Haw), el mango (*Mangifera indica* L.), la maya (*Bromelia pinguin* L.), el piñón florido (*Gliricidia sepium* (Jacq.) Kunth) y la inga (*Inga laurina* (Sw.) Willd.). Esto demostró al mismo tiempo una subutilización del potencial arbóreo del agroecosistema. También es limitado el manejo de arvenses, que en esta finca se circunscribe a especies medicinales, donde predominan métodos de control mecánicos como la chapea y la eliminación manual.

Dicha situación es común en los agroecosistemas cubanos, como consecuencia de condicionamientos culturales que favorecen la subvaloración del manejo de

arvenses, tal como lo señalan Blanco (2016) y Vargas *et al.* (2015), quienes concluyen que los productores subestiman de manera predominante la función de las arvenses en el manejo de los sistemas agrícolas. Este resultado coincide con lo que informa Acosta *et al.* (2020), para agroecosistemas en el área del corredor biológico del macizo Nipe-Sagua-Baracoa y contrasta con lo que encuentra Pinzón (2014) en el análisis de la EAP de tres ecoaldeas de Colombia, donde refiere que el manejo de arvenses es intensivo y culturalmente aceptado.

Los resultados del presente estudio también validaron la importancia de la Estructura Agroecológica Principal como un indicador de manejo y resiliencia, considerando variables locales (manejo agrícola), del paisaje y culturales (Cepeda-Valencia *et al.*, 2014). Esta herramienta mostró que los manejos productivos diversificados, con conectividad interna y a los hábitats naturales adyacentes, contribuyeron a potenciar la conservación biológica de los sistemas agroforestales cubanos de montaña (Melián, 2019; Méndez, 2019). Esto corrobora lo que señala Fuentes *et al.* (2019), en estudios desarrollados sobre Áreas de Idoneidad Climática en la región oriental, en los cuales fundamenta la creación de corredores biológicos como una alternativa eficaz para mitigar la fragmentación de hábitat, y facilitar los eventos de migración y desplazamiento de las especies.

CONCLUSIONES

En la Finca Agroforestal “La Esperanza” se registraron para la flora fanerogámica 146 táxones infragenéricos incluidos en 123 géneros y 54 familias; de ellos el 4% fueron endémicos. Se reportaron seis especies amenazadas, dos de ellas con categoría Vulnerable (VU). En las evaluaciones del manejo referentes a la resiliencia al cambio climático y a la Estructura Agroecológica Principal del Agroecosistema (EAP), el agroecosistema calificó de Resiliencia Media y Ligeramente Desarrollado. La compatibilidad del manejo del agroecosistema “La Esperanza” fue eficaz, aunque limitada; con un grado de resiliencia relativamente adecuado a las manifestaciones del cambio climático. El manejo agrícola de “La Esperanza” contribuye a potenciar la conservación biológica de este sistema agroforestal en el macizo montañoso Nipe-Sagua-Baracoa.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen al proyecto internacional “Un enfoque paisajístico para conservar ecosistemas amenazados” GEF/PNUD; por su contribución y apoyo para la realización de esta investigación. También agradecen a los revisores anónimos por sus sugerencias.

LITERATURA CITADA

- Acosta G, Brooks R, Abad MA, La Llave S. 2020. Agroecosistemas en el corredor biológico de Nipe-Sagua-Baracoa. *Acta Botánica Cubana*. 219: 20-27.
- Alain Hno. 1964. *Flora de Cuba* 5. *Rubiaceae-Asteraceae*. Asociación Estudiantes de Ciencias Biológicas, Universidad de La Habana.
- Alain Hno. 1974. *Flora de Cuba. Suplemento*. Tomo 1. Instituto Cubano del Libro, La Habana.
- Altieri MA, Funes MF, Henao A, Nicholls CI, León ST, Vázquez ML, Zuluaga G. 2012. Hacia una metodología para la identificación, diagnóstico y sistematización de sistemas agrícolas resilientes a eventos climáticos extremos. Documento preliminar de trabajo. Red Iberoamericana de Agroecología Para el Desarrollo de Sistemas Agrícolas Resilientes al Cambio Climático. Redagres.
- Álvarez A, Castillo E, Hechavarría O. 2006. *Especies protegidas por la Ley Forestal*. Instituto de Investigaciones Forestales, La Habana.
- ANAP (Asociación Nacional de Agricultores Pequeños). 2016. *Metodología para la categorización agroecológica de fincas*. Movimiento Agroecológico Campesino a Campesino, La Habana.
- Baró I, Oviedo R, Echevarría R, Verdecia R, Ferro J, Rosa R, Fuentes IM. 2017. Creación y manejo de herbarios. En: Mancina CA y Cruz DD (eds.), *Diversidad biológica de Cuba: métodos de inventario, monitoreo y colecciones biológicas*, 152-167, Editorial AMA, La Habana.
- Barthlott W, Mutke J, Rafiqpoor D, Kier G, Kreft H. 2005. Global centers of vascular plant diversity. *Nova Acta Leopoldina*. 92: 61-83.
- Blanco Y. 2016. El rol de las arvenses como componente en la biodiversidad de los agroecosistemas. *Cultivos Tropicales*. 37: 34-56.
- Borhidi A. 1996. *Phytogeography and Vegetation Ecology of Cuba*. Akadémiai Kiadó, Budapest.
- Brooks L RM, Acosta CF. 2019. Fanerógamas en sistemas agroforestales. Informe Final de Proyecto,

- Programa Uso sostenible de la Diversidad Biológica en Cuba (035). Centro Oriental de Ecosistemas y Biodiversidad (Bioeco), Santiago de Cuba.
- Cepeda-Valencia J, Gómez D, Nicholls C. 2014. La estructura importa: abejas visitantes del café y estructura agroecológica principal (EAP) en cafetales. *Revista Colombiana de Entomología*. 40: 241-250.
- CITMA (Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente). 2019. *Datos de Diversidad Biológica en Cuba. Sexto Informe Nacional al Convenio sobre la Diversidad Biológica*. Ministerio Ciencia Tecnología y Medio Ambiente, Cuba.
- Cleves-Leguizamo JA, Toro-Calderón J, León-Sicard T. 2016. La Estructura Agroecológica Principal (EAP). Metodología para analizar la biodiversidad y resiliencia en agroecosistemas. Memorias Congreso Nacional del Medio Ambiente (CONAMA), Madrid.
- Dellepiane AV, Sarandón SJ. 2008. Evaluación de la sustentabilidad en fincas orgánicas, en la zona hortícola de La Plata, Argentina. *Revista Brasileira de Agroecología*. 3: 67-78.
- Dirección Forestal (Dirección Forestal, Flora y Fauna Silvestres, Ministerio de la Agricultura). 2017. Situación de los Bosques de Cuba 2016. Boletín 1. La Habana.
- Estrada R, Martín G, Martínez P, Vioel S, Capote R, Reyes I, Galano S, Cabrera C, Martínez C, Mateo L, Guerra Y, Batte A, Coya L. 2011. Mapa (BD-SIG) de vegetación natural y seminatural de Cuba v.1 sobre Landsat etm 7 slc-off gap filled, circa 2011. En: Memorias del IV Congreso de Manejo de Ecosistemas y Biodiversidad, La Habana, (julio 4-8).
- Fagilde MC. 2000. El endemismo en algunas formaciones arbóreas de Nipe Sagua Baracoa. *Revista Biodiversidad de Cuba Oriental*. 5: 41-45.
- FAO. 2007. *Situación de los Bosques del Mundo*. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, Roma.
- Fuentes Marrero MI, González-Oliva L, Baró I, González MT, Macina CA. 2019. Efecto potencial del cambio climático sobre la distribución de plantas asociadas a bosques húmedos del oriente de Cuba. *Acta Botánica Cubana*. 218: 160-170.
- Gómez J, Feliciano R, Enremey F, Rajysr R. 1976. Clasificación de los bosques de Cuba por la importancia de las especies de árboles. *Revista Forestal Baracoa*. 6: 3-4.
- González-Oliva L, Ferro J, Rodríguez-Cala D, Berazaín R. 2017. Métodos de inventario de plantas. En: Mancina CA, Cruz DD (eds.), *Diversidad biológica de Cuba: métodos de inventario, monitoreo y colecciones biológicas*, 60-85, Editorial AMA, La Habana.
- González-Torres LR, Palmarola A, González-Oliva L, Bécquer E, Testé E, Barrios D (Eds.). 2016. Lista Roja de la flora de Cuba. *Bisbea*. 10 (número especial 1): 1-352.
- Granizo T, Molina ME, Secaira E, Herrera B, Benítez S, Maldonado O, Lobby M, Arroyo P, Ísola S, Castro M. 2006. *Manual de Planificación para la Conservación de Áreas, PCA*. TNC y USAID, Quito.
- Greuter W, Rankin R. 2017. *The Spermatophyta of Cuba A Preliminary Checklist. Second, updated edition of the The Spermatophyta of Cuba with Pteridophyta added*. Botanischer Garten und Botanisches Museum Berlin-Dahlem, Berlin.
- Henao SA. 2013. Propuesta metodológica de medición de la resiliencia agroecológica en sistemas socio-ecológicos: un estudio de caso en los andes colombianos. *Agroecología*. 8: 85-91.
- Laclau P, Rusch V. 2018. Matriz del paisaje, escalas e interacciones en los sistemas silvopastoriles y agroforestales. En: Rusch V., Caballé G, Varela S, Diez JP (eds.), *Actas IV Congreso Nacional de Sistemas Silvopastoriles*, 26-41, Ediciones INTA 2018, San Carlos de Bariloche.
- Landis AD. 2017. Designing agricultural landscapes for biodiversity-based ecosystem services. *Basic and Applied Ecology*. 18: 1-12.
- León Hno. 1946. *Flora de Cuba 1. Gimnospermas. Monocotiledóneas*. Contribuciones Ocasionales del Museo de Historia Naturales del Colegio de La Salle. No. 8, La Habana.
- León Hno, Alain Hno. 1951. *Flora de Cuba 2. Dicotiledóneas: Casuarinaceae a Meliaceae*. Contribuciones Ocasionales del Museo de Historia Naturales del Colegio de La Salle. No. 10, La Habana.
- León Hno, Alain Hno. 1953. *Flora de Cuba 3. Dicotiledóneas: Malpighiaceae a Myrtaceae*. Contribuciones Ocasionales del Museo de Historia Naturales del Colegio de La Salle. No. 13, La Habana.
- León Hno, Alain Hno. 1957. *Flora de Cuba 4. Melastomataceae a Plantaginaceae*. Contribuciones Ocasionales del Museo de Historia Naturales del Colegio de La Salle., No. 16, La Habana.
- León ST. 2010. Regulación biológica en agricultura de pequeña escala: un enfoque desde la sostenibilidad. En: León ST y Altieri M. (eds.), *Vertientes del pensamiento agroecológico: fundamentos y aplicaciones*, 53-77, Sociedad Científica Latinoamericana de

Rivera *et al.*: Conectividad biológica en el agroecosistema “La Esperanza”

- Agroecología, Universidad Nacional de Colombia, Colombia.
- León ST. 2014. *Agroecología: la ciencia de los agroecosistemas la perspectiva ambiental*. Universidad Nacional de Colombia, Instituto de Estudios Ambientales, Bogotá.
- León-Sicard TE, Córdoba-Vargas C y Cepeda-Valencia J. 2015. Aplicaciones recientes de La Estructura Agroecológica Principal (EAP) en Colombia. Memorias del V Congreso Latinoamericano de Agroecología. La Plata.
- Mancina CA, Cruz DD. (Eds.). 2017. *Diversidad biológica de Cuba: métodos de inventario, monitoreo y colecciones biológicas*. Editorial AMA, La Habana.
- Melián LO. 2019. Aves de la finca agroforestal La Esperanza, Segundo Frente, Santiago de Cuba. Informe de Proyecto, Programa: Uso sostenible de los componentes de la Diversidad Biológica en Cuba (035). Centro Oriental de Ecosistemas y Biodiversidad (Bioeco), Santiago de Cuba.
- Méndez AA. 2019. Moluscos de la Finca Agroforestal La Esperanza, Segundo Frente, Santiago de Cuba. Informe de Proyecto, Programa: Uso sostenible de los componentes de la Diversidad Biológica en Cuba (035). Centro Oriental de Ecosistemas y Biodiversidad (Bioeco), Santiago de Cuba.
- Milián MD, Rodríguez SJ, Morales AL, Espinosa E, Ventura JC, Figueroa Y, Rodríguez D, Rodríguez Y, Beovides Y, Basail M, Cruz JA, Ruiz E, González L, Arredondo I. 2016. *Identificación de cultivos comerciales resilientes a los efectos del cambio climático*. AMA/MINAG/PNUD/UE/ Cosude, La Habana.
- Mittermeier RA, Turner WR, Larsen FW, Brooks TM, Gascon C. 2011. Global biodiversity conservation: the critical role of hotspots. En: Zachos FE, Habel JC. (eds.), *Biodiversity Hotspots: Distribution and Protection of Conservation Priority Areas*, 3-22, Springer, New York.
- Oviedo R, González-Oliva L. 2015. Lista nacional de plantas invasoras y potencialmente invasoras en la República de Cuba-2015. *Bissea* 9 (Número Especial 2): 1-88.
- Perfecto I, Vandermeer J, Wright A. 2019. Nature's matrix: linking agriculture, conservation and food sovereignty. Earthscan, London.
- Pinzón CM. 2014. Transformación de la estructura agroecológica principal en comunidades intencionales rurales (ecoaldeas). Tesis de Maestría. Universidad Nacional de Colombia. Instituto de Estudios Ambientales Bogotá.
- Reyes OJ. 2000. Las cuencas de los ríos Toa y Duaba como parte de la región Moa-Baracoa; su importancia en el desarrollo de la flora cubana. *Biodiversidad de Cuba Oriental*. 5: 50-57.
- Reyes OJ. 2011-2012. Clasificación de la vegetación de la Región Oriental de Cuba. *Revista del Jardín Botánico Nacional*. 32-33: 59-71.
- Samek V. 1973. Regiones fitogeográficas de Cuba. *Serie Forestal*. 15: 1-60.
- Sarandón SJ, Zuluaga MS, Ramón C, Gómez C, Janjetic L, Negrete E. 2006. Evaluación de la sustentabilidad de sistemas agrícolas de fincas en Misiones, Argentina, mediante el uso de indicadores. Argentina. *Agroecología*. 1: 20-28.
- Vargas B, Pupo YE, Puertas AL. 2015. Diversidad insectil asociada a *Cleome viscosa* L. en ecosistemas agrícolas y su relación con cultivos agrícolas. *Revista Universidad y Sociedad*. 7: 30-38.

Rivera *et al.*: Conectividad biológica en el agroecosistema “La Esperanza”

Anexo 1. Lista de espermatófitas presentes en la Finca Agroforestal “La Esperanza”, Segundo Frente, Santiago de Cuba. Categoría de presencia: End (especie endémica), Nat (especie nativa), Int (especie introducida). Especies invasoras (Inv): I (especie invasoras), PI (especies potencialmente invasoras). Las especies más dañinas se resaltan en negrita. Valores florísticos (VF): 1 (endémicos), 2 (amenazadas), 3 (madera preciosa), 4 (especies útiles), 5 (especie paragua), 6 (madera dura), 7 (madera semidura), 8 (madera blanda I), 9 (madera blanda II), TL (tala limitada). Servicios ecosistémicos (SerEco): I (sombra viva), II (frutales), III (cerca viva), IV (barrera viva), V (cobertura viva), VI (barrera muerta), VII (alimentación), VIII (protección del suelo), IX (abono verde).

Appendix 1. List of spermatophytes present in the Agroforestry Farm “La Esperanza”, Segundo Frente, Santiago of Cuba. Presence status: End (endemic species), Nat (native species), Int (introduced species). Invasive species (Inv): I (invasive species), PI (species potentially invasive). The most harmful species are highlighted in bold. Valores florísticos (VF): 1 (endemic), 2 (threatened), 3 (precious wood), 4 (useful species), 5 (paraguayan species), 6 (hardwood), 7 (semi-hardwood), 8 (softwood I), 9 (softwood II), TL (limited felling). Ecosystem Service (SerEco), I (live shadow), II (fruit trees), III (live fence), IV (live barrier), V (live cover), VI (dead barrier), VII (food), VIII (soil protection), IX (green manure).

Familia	Nombre científico	Categoría presencia	Inv	VF	SerEco
Anacardiaceae	<i>Comocladia dentata</i> Jacq.	Nat		4,6	
	<i>Mangifera indica</i> L.	Int	PI		
	<i>Metopium venosum</i> (Griseb.) Engl.	End		1	
	<i>Spondias mombin</i> L.	Nat		4,9	
Annonaceae	<i>Annona muricata</i> L.	Int			VII, IX
	<i>Annona reticulata</i> L.	Int			VII, IX
	<i>Annona squamosa</i> L.	Int			VII, IX
Apocynaceae	<i>Pentalinon luteum</i> (L.) Hansen & Wunderlin	Nat			
Araceae	<i>Xanthosoma sagittifolium</i> (L.) Schott	Nat			VII, VIII, IX
Arecaeae	<i>Roystonea regia</i> (Kunth) O.F. Cook	Nat			III, VIII, IX
Asparagaceae	<i>Sansevieria trifasciata</i> Prain	Int	I		
Asteraceae	<i>Chromolaena odorata</i> (L.) R.M. King & H. Rob.	Nat			
	<i>Mikania micrantha</i> H.B.K.	Nat			
	<i>Pseudelephantopus spicatus</i> (B. Juss. ex Aubl.) C.F. Baker	Nat	I		
	<i>Tridax procumbens</i> L.	Nat			
Bignoniaceae	<i>Crescentia cujete</i> L.	Nat		4,8	
Bombacaceae	<i>Ceiba pentandra</i> (L.) Gaertn.	Nat		4,9	I, VII, IX
Boraginaceae	<i>Bourreria virgata</i> (Sw.) G. Don	Nat		4,5	
	<i>Cordia alliodora</i> (Ruiz & Pav.) Oken	Nat		4	
	<i>Cordia gerascanthus</i> L.	Nat		3,4	
	<i>Cordia leucosebestena</i> Griseb.	End		1,4,5	
	<i>Tournefortia hirsutissima</i> L.	Nat			
	<i>Tridax procumbens</i> L.	Nat			
Bromeliaceae	<i>Ananas comosus</i> (L.) Merr.	Int			
	<i>Bromelia pinguin</i> L.	Nat			
	<i>Tillandsia fasciculata</i> Sw. var. <i>fasciculata</i>	Nat		4,5	
Bursaceae	<i>Bursera simaruba</i> (L.) Sargent.	Nat		4,9	
	<i>Commiphora glauca</i> (Griseb.) Moncada Ferrera	End		1,4	
Byttneriaceae	<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	Nat		4,8	
	<i>Melochia nodiflora</i> Sw.	Nat			
Cactaceae	<i>Rhipsalis baccifera</i> (J.S. Muell.) Stearn.	Nat			
	<i>Selenicereus grandiflorus</i> (L.) Britt. & Rose	Nat			

Rivera *et al.*: Conectividad biológica en el agroecosistema “La Esperanza”

Familia	Nombre científico	Categoría presencia	Inv	VF	SerEco
Cannabaceae	<i>Trema micranthum</i> (L.) Blume	Nat			
Cecropiaceae	<i>Cecropia schreberiana</i> Miq. subsp. <i>antillarum</i> (Snehl.) C.C. Berg & P. Franco	Nat			
Clusiaceae	<i>Clusia rosea</i> Jacq.	Nat		4,7	
Combretaceae	<i>Bucida buceras</i> L.	Nat		6	
Commelinaceae	<i>Commelina erecta</i> L. var. <i>erecta</i>	Nat			
	<i>Tradescantia spathacea</i> Sw.	Int	I		V, VIII, IX
Convolvulaceae	<i>Ipomoea batatas</i> (L.) Lam.	Nat			
	<i>Turbina corymbosa</i> (L.) Raf.	Nat	I		
Cucurbitaceae	<i>Cucurbita maxima</i> Duchesne	Int			
	<i>Cucumis melo</i> L.	Int			
	<i>Cucumis sativus</i> L.	Int			
	<i>Momordica charantia</i> L.	Int	I		
	<i>Sechium edule</i> (Jacq.) Sw.	Int	I		
Cyperaceae	<i>Scleria lithosperma</i> (L.) Sw.	Nat			
Dilleniaceae	<i>Tetracera volubilis</i> L.	Nat			
Dioscoreaceae	<i>Dioscorea alata</i> L.	Int	I		
	<i>Dioscorea tamoidea</i> Griseb. subsp. <i>tamoidea</i>	Nat		1	VII,VIII,IX
Erythroxylaceae	<i>Erythroxylum havanense</i> Jacq. var. <i>havanense</i>	Nat		4,5	
Euphorbiaceae	<i>Euphorbia belenae</i> Urb. subsp. <i>belenae</i>	End		1,2	
	<i>Euphorbia hirta</i> L.	Nat			
	<i>Euphorbia lactea</i> Haw.	Int	I		
	<i>Manihot esculenta</i> Crantz	Int			
	<i>Ricinus communis</i> L.	Int			
Fabaceae	<i>Ateleia cubensis</i> Griseb.	End		1	
	<i>Cassia grandis</i> L. f.	Int			
	<i>Desmodium incanum</i> DC.	Nat			
	<i>Desmodium triflorum</i> (L.) DC	Int			
	<i>Erythrina poeppigiana</i> (Walp.) O.F. Cook	Int	I		I,VIII,IX
	<i>Gliricidia sepium</i> (Jacq.) Kunth	Int	PI		
	Inga laurina (Sw.) Willd.	Nat	I		
	<i>Lonchocarpus longipes</i> Urb. & Ekman	Nat			
	<i>Lysiloma latisiliquum</i> (L.) Benth	Nat		3,4,8	
	<i>Mimosa pudica</i> L. var. <i>pudica</i>	Nat	PI		
	<i>Phaseolus vulgaris</i> L.	Int			
	Pithecellobium dulce (Roxb.) Benth	Int	I		
	<i>Poeppigia procera</i> C. Presl.	Nat		7	
	<i>Samanea saman</i> (Jacq.) F.V. Muell.	Int	PI	9	
	Senna spectabilis (DC.) H.S. Irwin & Barneby	Int	I		
	<i>Vigna unguiculata</i> (L.) Walp.	Nat			
Lamiaceae	<i>Origanum vulgare</i> L.	Int			

Rivera *et al.*: Conectividad biológica en el agroecosistema “La Esperanza”

Familia	Nombre científico	Categoría presencia	Inv	VF	SerEco
	<i>Plectranthus amboinicus</i> (Lour.) Spreng.	Int			
Lauraceae	<i>Aionea montana</i> (Sw.) R. Rohde	Nat			
	<i>Persea americana</i> Mill.	Int	PI		II,VII,IX
Malpighiaceae	<i>Stigmaphyllon sagraanum</i> A. Juss.	Nat			
Malvaceae	<i>Abelmoschus esculentus</i> (L.) Moench	Int			
Meliaceae	<i>Cedrela odorata</i> L.	Nat		3,4	I,VIII,IX
	<i>Guarea guidonia</i> (L.) Sleumer	Nat		3	
	<i>Swietenia macrophylla</i> King.	Int		3	
	<i>Swietenia mahagoni</i> (L.) Jacq.	Nat		3,4	I,VIII,IX
	<i>Trichilia havanensis</i> Jacq.	Nat		4,8	
	<i>Trichilia hirta</i> L.	Nat		4,8	
Moraceae	<i>Ficus maxima</i> Mill.	Nat			
	<i>Ficus membranacea</i> C. Wr.	Nat		4,5	
	<i>Trophis racemosa</i> (L.) Urb.	Nat			
Musaceae	<i>Musa AAB</i>	Int			I,III,VI,VII,IX
Myrtaceae	<i>Eugenia monticola</i> (Sw.) DC.	Nat			
	<i>Psidium guajava</i> L.	Nat	I		
Orchidaceae	<i>Dendrophylax porrectus</i> (Rchb. f.) Carlswald & Whitten	Nat		2	
	<i>Oeceoclades maculata</i> (Ldl.) Ldl.	Int	I		
Oxalidaceae	<i>Oxalis corniculata</i> L. var. <i>corniculata</i>	Nat			
Passifloraceae	<i>Passiflora seflora</i>	Nat			
	<i>Passiflora suberosa</i> L.	Nat		4,5	
Phytolaccaceae	<i>Petiveria alliacea</i> L.	Nat			
Picramniaceae	<i>Picramnia pentandra</i> Sw.	Nat			
Piperaceae	<i>Peperomia pellucida</i> (L.) Kunth	Nat			
	<i>Piper aduncum</i> L. var. <i>aduncum</i>	Nat			
	<i>Piper auritum</i> Kunth	Int	I		
	<i>Piper umbellatum</i> L.	Nat			
Poaceae	<i>Anthraenantia lanata</i> (Kunth) Benth.	Nat			
	<i>Axonopus compressus</i> (Sw.) Beauv.	Nat			
	<i>Cynodon dactylon</i> (L.) Pers. var. <i>dactylon</i>	Int	I		
	<i>Elysiene indica</i> (L.) Gaertn.	Int	I		
	<i>Eragrostis tenella</i> (L.) Beauv. ex Roem & Schult	Int	I		
	<i>Lasiacis divaricata</i> (L.) Hitchc.	Nat			
	<i>Panicum maximum</i> Jacq.	Int	I		
	<i>Olyra latifolia</i> L.	Nat			
	<i>Pharus lappulaceus</i> Aubl.	Nat			
	<i>Sorghum bicolor</i> (L.) Moench	Int			
	<i>Stenostomum multinerve</i> (Urb.) Borhidi & M. Fernández	Nat			
	<i>Vetiveria zizanioides</i> (L.) Nash ex Small	Int			III,IV,VIII,IX

Rivera *et al.*: Conectividad biológica en el agroecosistema “La Esperanza”

Familia	Nombre científico	Categoría presencia	Inv	VF	SerEco
Rhamnaceae	<i>Gouania lupuloides</i> (L.) Urb.	Nat			
Rubiaceae	<i>Calycophyllum candidissimum</i> (Vahl) DC.	Nat		3, TL	
	<i>Chimarrhis cymosa</i> Jacq.	Nat			
	<i>Chiococca alba</i> (L.) Hitchc.	Nat			
	<i>Coffea arabica</i> L.	Int			
	<i>Coffea canephora</i> Pierre ex A. Froehner	Int			
	<i>Genipa americana</i> L.	Nat			
	<i>Guetarda calyptata</i> A. Rich.	End		1,4	
Rutaceae	<i>Citrus reticulata</i> Blanco	Int			II,VIII,IX
	<i>Citrus sinensis</i> (L.) Osbeck	Int			
	<i>Citrus × aurantifolia</i> (Christm.) Swingle	Int	I		I,II, VII, IX
	<i>Citrus × aurantium</i> L.	Int	I		I,II, VII, IX
	<i>Citrus × limon</i> (L.) Osbeck	Int			I,II, VII, IX
	<i>Zanthoxylum martinicense</i> (Lam.) DC.	Nat		4,8	
Salicaceae	<i>Casearia birsuta</i> Sw.	Nat			
	<i>Casearia sylvestris</i> Sw. subsp. <i>sylvestris</i>	Nat			
	<i>Zuelania guidonia</i> (Sw.) Britton & Millsp.	Nat			
Sapindaceae	<i>Cupania americana</i> L.	Nat			
	<i>Cupania glabra</i> Sw.	Nat		4,8	
	<i>Melicoccus bijugatus</i> Jacq.	Int	PI		
	<i>Serjania diversifolia</i> (Jacq.) Radlk. var. <i>diversifolia</i>	Nat			
Sapotaceae	<i>Chrysophyllum oliviforme</i> L. subsp. <i>oliviforme</i>	Nat		4,6	
	<i>Pouteria sapota</i> (Jacq.) H. E. Moore & Stearn	Int			II,VIII,IX
Smilacaceae	<i>Smilax havanensis</i> Jacq.	Nat			
Solanaceae	<i>Capsicum annuum</i> L.	Int	PI		
	<i>Solanum lycopersicum</i> L.	Int			
Sphenocleaceae	<i>Triumfetta semitriloba</i> Jacq.	Nat			
Sterculiaceae	<i>Sterculia apetala</i> (Jacq.) H. Karst.	Int	I		
Verbenaceae	<i>Citharexylum caudatum</i> L.	Nat			
	<i>Citharexylum spinosum</i> L.	Nat			
	<i>Lantana camara</i> L.	Nat			
	<i>Lippia alba</i> (Mill.) N.E. Br. ex Britton & P. Wilson	Nat			
	<i>Phyla strigulosa</i> (M. Martens & Galeotti) Moldenke	Nat			
	<i>Stachytarpheta jamaicensis</i> (L.) Vahl.	Nat			
Vitaceae	<i>Cissus verticillata</i> (L.) Nicolson & C.E. Jarvis subsp. <i>verticillata</i>	Nat		5	