



UNIVERSIDAD DE MATANZAS
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
MAESTRÍA EN CIENCIAS AGRÍCOLAS



***Tesis presentada en opción al Título Académico de Máster en Ciencias
Agrícolas***

Mención: Sistemas Agroecológicos y Sostenibles de Producción

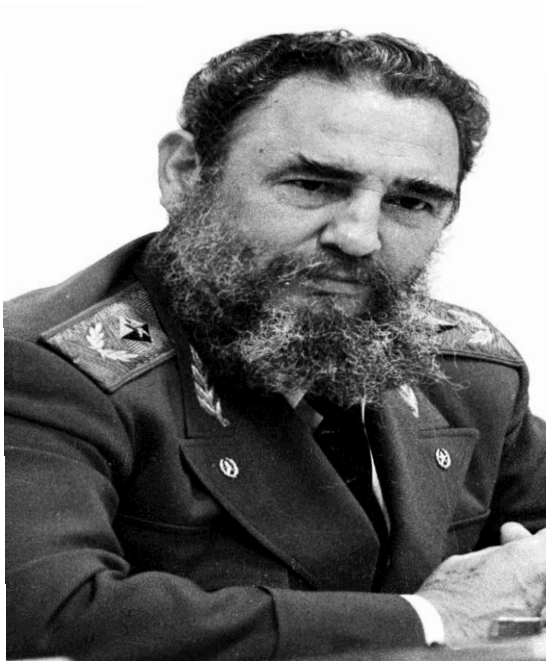
Título: Alternativas de propagación para las especies *Guettarda rigida* y *Guettarda undulata*, que contribuyan a su conservación.

Autora: Ing. Leyma Rodríguez Navarro.

Tutores: Dr. C. Leticia Fuentes Alfonso.

M Sc. Lenia Robledo Ortega.

Matanzas: 2019



“No es posible esperar, pues mañana será demasiado tarde. Nuestras decisiones de hoy no se pueden convertir en letra muerta”...

Fidel Castro Ruz

AGRADECIMIENTOS

A toda mi familia por su apoyo incondicional, en especial a mi mamá y mi hermana.

A todas las personas que me ayudaron a materializar el sueño de continuar creciendo como profesional, en especial a mi esposo.

A mi adorable tutora la MSc. Lenia Robledo Ortega por su infinita confianza, sus sabios consejos, su inspirador ejemplo y por continuar confiando en mí.

A mi Tutora Dr.C. Leticia Fuentes Alfonso por sus excelentes consejos.

A todas las personas que me han ayudado de manera incondicional en la realización de este trabajo: Mabelkis, Sosa, Yasiel, Yunel, Amalia, Yami, Yandi.

A mis compañeros y amigos de trabajo por mostrarme su apoyo y comprensión en especial a Marta Carolina, Pablo y Mercedes.

A todos los profesores de la maestría por contribuir en mi formación como profesional.

A todos los alumnos y profesores que con su esfuerzo ayudaron a la realización de esta tesis.

A la revolución cubana por permitir hacer mis sueños realidad.

A todos muchas gracias.

DEDICATORIA

*A mis abuelos que son mi mayor
orgullo.*

Resumen

Las estrategias de conservación que incluyen la caracterización, localización y acciones para la conservación en el Jardín Botánico de Matanzas, constituyen líneas de investigación que abarca tanto a la vegetación de los agroecosistemas como a los ecosistemas naturales. Se actualiza en este trabajo la localización e identificación de las especies *Guettarda rigida* y *Guettarda undulata* en sus poblaciones y la flora acompañante, lo que constituye un paso importante para su conservación. Las alternativas de propagación evaluadas en especies de *Guettarda* han permitido la conservación *ex situ* de *Guettarda rigida*, no así de *Guettarda undulata*. Se logró como resultado de las acciones y medidas propuestas para el desarrollo de las especies el establecimiento de *Guettarda rigida* la cual llegó a fructificar en el área de conservación del Jardín Botánico de Matanzas. Dados los problemas actuales que enfrentan en sus hábitats naturales y en las respuestas reproductivas en ambas especies de *Guettarda* se plantea la categorización en Peligro Crítico para *Guettarda undulata* y especie en Peligro para *Guettarda rigida*.

| No | | Página |
|-------|--|--------|
| 1 | Introducción | 1 |
| 2 | Revisión bibliográfica | 5 |
| 2.1 | Familia <i>Rubiaceae</i> | 5 |
| 2.1.1 | Características de la familia <i>Rubiaceae</i> | 5 |
| 2.1.2 | Género <i>Guettarda</i> | 5 |
| 2.2 | Descripción botánica y taxonomía de <i>Guettarda undulata</i> Griseb. y <i>Guettarda rigida</i> A. Rich. | 6 |
| 2.2.1 | <i>Guettarda undulata</i> | 7 |
| 2.2.2 | <i>Guettarda rigida</i> | 7 |
| 2.3 | Características físico geográficas de las áreas naturales de las especies en estudio | 8 |
| 2.3.1 | Localización | 8 |
| 2.3.2 | Clima | 9 |
| 2.3.3 | Suelos | 9 |
| 2.4 | Formaciones vegetales de las especies en estudio | 10 |
| 2.4.1 | Bosque siempreverde micrófilo | 10 |
| 2.4.2 | Matorral xeromorfo costero | 11 |
| 2.5 | Conservación, conceptualización y generalidades | 12 |
| 2.5.1 | Categorías de la Lista Roja y estados de amenaza de las especies vegetales | 13 |
| 2.5.2 | Métodos de conservación | 14 |
| 2.6 | Propagación por semillas | 15 |
| 2.7 | Multiplicación vegetativa y sustancias promotoras del crecimiento de raíces | 17 |
| 2.7.1 | Estacas | 18 |
| 2.7.2 | Acodos | 18 |

| | | |
|-------|---|----|
| 2.7.3 | Sustancias promotoras del crecimiento de raíces | 20 |
| 2.8 | Empleo de bioproductos para la multiplicación de plantas | 21 |
| 3 | Materiales y Métodos | 24 |
| 3.1 | Selección de áreas de estudio. Localización | 24 |
| 3.2 | Recolectas de especímenes, identificación y caracterización de taxones | 24 |
| 3.3 | Análisis para la caracterización química del suelo | 25 |
| 3.4 | Conservación y estado de amenaza | 26 |
| 3.4.1 | Situación de <i>Guettarda rigida</i> en áreas naturales y en la colección <i>ex - situ</i> en el JBM | 26 |
| 3.4.2 | Situación de la colección de <i>Guettarda undulata</i> en su hábitat natural | 27 |
| 3.5 | Alternativas de propagación de <i>Guettarda undulata</i> | 28 |
| 3.5.1 | Pruebas de germinación de semillas desinfección y evaluación | 28 |
| 3.5.2 | Acodadura de ramas. | 29 |
| 3.5.3 | Enraizamiento de ramas terminales con solución de ácido naftalenacético (ANA). | 29 |
| 3.5.4 | Enraizamiento de ramas terminales con solución de <i>Moringa oleifera</i> | 31 |
| 3.5.5 | Evaluación de los resultados para posible conservación de <i>Guettarda undulata</i> | 31 |
| 3.6.- | Propuesta de medidas para la conservación de las especies <i>Guettarda rigida</i> y <i>Guettarda undulata</i> | 32 |
| 4 | Resultados y discusión | 33 |
| 4.1 | Selección de áreas de estudio. Localización | 33 |
| 4.2 | Resultados de las recolectas de especímenes, identificación y caracterización de taxones | 34 |
| 4.3 | Resultados de la caracterización química del suelo | 38 |
| 4.4 | Conservación y estado de amenaza de las especies en estudio | 40 |
| 4.4.1 | Situación de <i>Guettarda rigida</i> en áreas naturales y en la colección <i>ex situ</i> JBM | 42 |

| | | |
|---------|---|----|
| 4.4.1.1 | <i>Guettarda rigida</i> en áreas naturales | 42 |
| 4.4.1.2 | Mantenimiento de la colección <i>ex situ</i> de <i>Guettarda rigida</i> en el JBM | 44 |
| 4.4.2 | Situación de la colección de <i>Guettarda undulata</i> en su hábitat natural | 46 |
| 4.5 | Resultados de la reproducción sexual y multiplicación vegetativa de <i>Guettarda undulata</i> . | 49 |
| 4.5.1 | Pruebas de germinación desinfección y evaluación de semillas | 49 |
| 4.5.2 | Acodadura de ramas | 50 |
| 4.5.3 | Enraizamiento de ramas terminales con solución de Ácido Naftalenacético (ANA) | 51 |
| 4.5.4 | Enraizamiento de ramas terminales con solución de <i>Moringa oleifera</i> | 54 |
| 4.5.5 | Evaluación de los resultados para posible conservación <i>ex situ</i> de <i>Guettarda undulata</i> | 55 |
| 4.6 | Propuesta de medidas para la conservación de las especies <i>Guettarda rigida</i> y <i>Guettarda undulata</i> | 57 |
| 5 | Conclusiones | 59 |
| 6 | Recomendaciones | 60 |
| | Bibliografía | 61 |
| | Anexos | |

1. Introducción

Las dos terceras partes de las especies de plantas del mundo se encuentran en peligro de extinción, como consecuencia del incremento de la población humana, la modificación del hábitat, la deforestación, la explotación excesiva, la propagación de exóticas invasoras, la contaminación y el creciente impacto del cambio climático (CDB, 2009; González- Torres, 2013; Lista Roja de la Flora de Cuba, 2016).

En los agroecosistemas y en los ecosistemas naturales, la vegetación juega un papel muy importante en diversos procesos como: la regulación del clima, reducción de la temperatura local, las variaciones diarias de temperatura, la humedad del aire y del suelo. También contribuyen a la oxigenación atmosférica, descontaminación de partículas contaminantes y gases tóxicos, todo lo cual permite la regulación del clima global. Particular importancia se le concede al secuestro del carbono, ya que en la medida que los recursos vegetales aumentan se remueve el dióxido de carbono disuelto en el aire y se almacena en su biomasa y en el suelo.

Por otra parte, la interacción entre la vegetación y su entorno, se moderan los riesgos naturales tales como inundaciones y tormentas, como ocurre en los manglares. Al ser más complejos y usualmente con mayor diversidad, los ecosistemas, hay más parásitos y depredadores disponibles para suprimir el crecimiento potencial de las poblaciones de plagas. Además, constituyen un hogar para los polinizadores (Martínez-Rodríguez *et al.*, 2017).

Uno de los objetivos del programa de conservación vegetal es la preservación de la biodiversidad de las especies vegetales en la naturaleza, de forma que se puedan reproducir naturalmente por sí mismos, además garantiza la continuación del proceso evolutivo en las plantas y asegura el funcionamiento de los ecosistemas. Este tipo de conservación es llevada a cabo en áreas protegidas en especial, en Parques Nacionales y Reservas Naturales.

La conservación *ex situ* es el mantenimiento de los organismos fuera o lejos de su hábitat natural, por ejemplo los jardines botánicos, en colecciones de campo o mediante el almacenamiento en forma de semillas, polen, propágulos vegetales, cultivo de tejidos o celulares (Leiva, 2006).

Los jardines botánicos, lugares con gran experiencia en el manejo de semillas y con personal capacitado para el cultivo de plantas, se convierten en los centros apropiados para desarrollar estrategias de conservación *ex situ* de las especies amenazadas. Gran parte de estas especies enfrentan problemas en sus hábitats naturales y estas entidades se convierten así en centros clave a nivel internacional, para el desarrollo de acciones conservacionistas (Bacchetta *et al.*, 2008).

La flora cubana es de las más ricas del mundo en biodiversidad, constituye un importante centro de domesticación de especies y presenta el mayor número de especies de plantas por 2², con más de la mitad exclusivas del territorio. Sin embargo, esa riqueza se ha visto afectada por diferentes presiones, principalmente generadas por el hombre. Se une a estos problemas, la fragilidad de las áreas naturales que han propiciado que el 50% de la flora se encuentre en riesgo de extinción (Lista Roja de la Flora de Cuba, 2016; Capote, 2017).

Entre las poblaciones con categoría de amenaza a partir de la fragmentación del hábitat, efectos negativos de la antropización, están las formadas por las especies *Fraxinus caroliniana* Subsp. cubensis (Griseb.) Borhidi, *Melocactus matanzanus* León, *Dendrocereus nudiflorus* (Engelme x Sauvalle) Britton & Rose, *Guettarda undulata* Griseb. y *Guettarda rigida* A. Rich.

El género *Guettarda* ha preocupado a investigadores desde hace dos décadas por su exclusividad como endemismos locales y pancubanos; así como por los impactos que ponen en peligro severo su supervivencia. Se debe implementar una ardua labor de conservación por parte de todas las instituciones y la población para preservar y mantener la flora cubana, las que valoran como una medida de gran importancia y aplicación los proyectos y líneas de investigación, que los jardines botánicos se trazan para preservar el germoplasma de especies

amenazadas de cualquier categoría (IUCN, 2001, 2003a; Lista Roja de la Flora de Cuba, 2016).

En la provincia de Matanzas la flora y la vegetación en general se encuentran muy afectadas por los efectos del desarrollo agrícola e industrial y a partir de 1990 se incrementaron las afectaciones por la actividad turística y la explotación petrolífera, lo que fundamentan los trabajos por la conservación de la flora y en especial de las especies amenazadas de la provincia (Enríquez, Robledo y Cruz, 2006; Robledo *et al.*, 2010).

En el contexto de las acciones que se ha propuesto la Universidad de Matanzas, ante la Tarea Vida, se han implementado medidas de adaptación y mitigación al cambio climático a través de proyectos encaminados al manejo integrado de la flora y de bosques. Se ha dado prioridad además a la ejecución de acciones de rehabilitación en las playas arenosas, humedales costeros e interiores, para reducir la vulnerabilidad natural y potenciar los servicios ecosistémicos de regulación que ofrecen éstos (Cabrera, 2019).

La integración agroecológica en Cuba ha implicado ventajas en diferentes aspectos como: el mejoramiento del status de fertilidad del suelo, el detenimiento de procesos erosivos y con ello una mayor disponibilidad de nutrientes a los cultivos (Funes, 2016). Por otra parte, se prioriza el desarrollo de acciones de conservación de las especies que a su vez contribuyan a la preservación del ecosistema, por lo que el empleo de alternativas agroecológicas constituye un imperativo en cualquier estrategia que se evalúe.

Con el trabajo del Jardín Botánico de Matanzas (JBM), se han logrado resultados positivos en la reproducción de *Guettarda rigida*, no así de *Guettarda undulata* que habita sobre rocas costeras del norte de Matanzas. Las acciones realizadas incluyen la caracterización, localización y acciones para la conservación *ex situ*, en la cual el jardín ha trabajado desde su incorporación a la Red Nacional de Jardines.

El JBM podrá contribuir al mantenimiento de las poblaciones en riesgos de extinción como ocurre con las especies de *Guettarda* mencionadas, según

Robledo y Enríquez (2010); Robledo *et al.* (2010) y González, Robledo y Enríquez (2014).

A partir de los antecedentes se precisa el siguiente problema de investigación:

Problema

El incremento de las vulnerabilidades de las especies *Guettarda undulata* Griseb. y *Guettarda rigida* A. Rich. comprometen su subsistencia en los ecosistemas costeros donde habitan.

Hipótesis

La evaluación de alternativas de mantenimiento y propagación para las especies *Guettarda rigida* y *Guettarda undulata* permitirá desarrollar acciones de conservación *in - situ* y *ex – situ* de sus poblaciones.

Objetivo General

Evaluar alternativas de conservación de las especies *Guettarda rigida* A. Rich. y *Guettarda undulata* Griseb. en las condiciones de sus poblaciones naturales y en la colección *ex situ* del Jardín Botánico de Matanzas.

Objetivos específicos

Actualizar el estado de conservación de las especies *Guettarda rigida* y *Guettarda undulata* en sus hábitats naturales, a partir de la caracterización de sus poblaciones.

Evaluar acciones fitotécnicas para el mantenimiento y la conservación de las especies *Guettarda rigida* y *Guettarda undulata*, en condiciones *in situ* y/o *ex situ*.

2. Revisión bibliográfica

2.1. Familia *Rubiaceae*

2.1.1. Características de la familia *Rubiaceae*

En la familia Rubiaceae se incluyen árboles o arbustos, a veces trepadores o hierbas; hojas opuestas o verticiladas, simples, enteras o raras veces dentadas, las estípulas inter- o intra peciolares, a veces foliáceas o reducidas a cerdas glandulares, libres o connadas. Inflorescencia básicamente en cima dicasial, a veces en cabezuela, o reducida a una sola flor; flores hermafroditas, comúnmente actinomorfas, raras veces zigomorfas o algo labiadas; cáliz lobulado, los labios a veces ensanchados en el fruto; corola gamopétala, comúnmente asalvillada, rotácea o embudada, lobulada, lóbulos valvares, imbricados o contortos; estambres tantos como lóbulos de corola y alternos con ellos, epipétalos en el tubo de la corola, las anteras lobulares, de dehiscencia longitudinal, introrsas, comúnmente libres; pistilo, con ovario ínfero a semi-ínfero, carpelos 2 o más, celdas comúnmente 2, de placentación axilar, o de apariencia basal, a veces varios óvulos comúnmente numerosos en cada celda, el estilo 1 y delgado, a menudo 2 – partido, los estigmas comúnmente lineales, 1 en cada rama del estilo, o 1 solo 2 lobulado; frutos en cápsula loculicida o septicida, o indehiscente y separándose en segmentos monospermos, o en baya o drupa, semillas a veces aladas; el endospermo a veces abundante y carnoso o raras veces cartilaginoso. Familia de predominancia tropical y subtropical, con unos 400 géneros y de 4 800 a 5 000 especies (Alain, 1964).

2.1.2. Género *Guettarda*

Con más de 85 especies principalmente del Nuevo Mundo, se conocen con el nombre vulgar de “cuero”. Son árboles o arbustos, con estípulas intrapeciolares, deciduas. Flores en cimas axilares bifurcadas, o a veces solitarias, tubo del cáliz ovoide o globoso, limbo de tubular a acampanado.

Corola embudada o asalvillada, comúnmente blanca, el tubo alargado, garganta glabra, lóbulos 4-9, estambres 4-9, insertos en el tubo de la corola, filamentos muy cortos o ausentes; ovario comúnmente 2-9-locular, estilo filiforme, estigma capitado o algo 2-lobulado. Fruto drupáceo, globoso, ovoide u oblongo, a veces anguloso, el hueso leñoso u óseo, con presencia de 2-9 lóculos (Alain, 1964).

Este mismo autor reporta 32 especies para el género *Guettarda* que se distribuyen por toda Cuba de las cuales 27 son endémicas para un 84,3%.

Entre las especies del género se destacan: seis endemismos orientales, dos endemismos de Camagüey, cuatro endemismos de Pinar del Río, una especie endémica de Las Villas y dos de Las Villas y Trinidad. Una especie, *Guettarda rigida* está reportada para Oriente, Camagüey, La Villas, Matanzas y La Habana y una (*Guettarda undulata*), solo para Matanzas (Alain, 1964).

Acevedo - Rodríguez y Strong (2012) identificaron para Cuba 40 especies de *Guettarda*, de las cuales aparecen categorizadas en la Lista Roja de la Flora Vascular Cubana (Berzaín *et al.*, 2009), una especie Extinta, una en Peligro Crítico, cuatro En Peligro y una Vulnerable (Berzaín *et al.*, 2005).

Estos resultados expresan la importancia de las especies del género, ya que en los ecosistemas donde se desarrollan, algunos de los cuales son costeros con condiciones extremas, pueden jugar un papel decisivo en el equilibrio y posibilitan la ocurrencia de precipitaciones, reducción de la temperatura local, regulación de la humedad del aire, retención de sales y absorción de contaminantes, en zonas de alta toxicidad según Enríquez, *et al.* (2010).

2.2.- Descripción botánica y taxonomía de *Guettarda undulata* Griseb. Y *Guettarda rigida* A. Rich.

Cronquist (1988) definió la taxonomía de la familia *Rubiaceae* a partir de su inclusión en la Subclase Asteridae con presencia de numerosos defensores químicos que ubican a esta subclase en la cima de Magnoliophytina.

Taxonomía.

Reino: Plantae.

División: Spermatophyta

Subdivisión: Magnoliophytina

Clase: Magnoliopsida.

Sub clase: Asteridae.

Orden: Gentianales.

Familia: *Rubiaceae*.

Género: *Guettarda* L.

Especie: *Guettarda undulata* Griseb.

Especie: *Guettarda rigida* A. Rich.

2.2.1. *Guettarda undulata*

Según Alain (1964, 1974) *Guettarda undulata* es un arbusto de hasta 2 m, ramitas leonado- pelositas, estípulas pequeñas, aovadas, obtusas, pelositas, hojas oval-oblongas u oblongo-aovadas, de 1,5 - 3,5 por 1-1,5 cm, obtusas en el ápice, acorazonadas en la base, coriáceas, el envés diminutamente tomentoso, pelosito en los nervios, éstos prominentes; pedúnculos axilares, muy cortos, flores; corola de 1-1,5 cm, leonado pelosita, fruto globoso, 8 mm, leonado–tomentoso, lobular. Presente en rocas costeras: Matanzas-Endémica (Alain, 1964, 1974; Claro y Rodríguez, 1989; Enríquez, 2000; Enríquez *et al.*, 2010).

2.2.2. *Guettarda rigida*

Guettarda rigida es un arbusto con ramas estrigilosas, estípulas deltoideas agudas, hojas sésiles, oblongas a lineal oblongas, de 0,6 a 3,5 cm, redondeadas a aguditas en el ápice y agudas a aguditas en la base. Flores solitarias, axilares, pedúnculos de 2,3 mm, raras veces pluriflorus, corola

densamente seríceo tubo de 8 mm. Fruto de piriforme a globoso de 1 cm amarillento, escabroso, con 6 lóculos. Es una especie endémica de los cuabales y costas de Oriente, Camagüey, Las Villas, Matanzas, La Habana (Alain, 1964, 1974).

2.2.3. Reproducción de las especies de *Guettarda*

Las especies del género *Guettarda* se reproducen fundamentalmente por la vía sexual.

Varias especies de *Guettarda* producen semillas que presentan dificultades para la germinación. En los estudios realizados por Enríquez *et al.* (2010) y Robledo *et al.* (2010) se obtuvo un 6,6% de respuesta en *Guettarda rigida*, a pesar de que se aplicaron alternativas para la escarificación seminal. Las semillas tardaron 12 meses en germinar, lo que indica la posible manifestación de latencia en estos órganos de dispersión. Aunque no se utilizó el término, esta condición es característica de semillas que se producen por plantas que viven en ecosistemas sometidos a condiciones extremas, como el suelo la exposición a los aerosoles marinos en el caso de las costas cubanas.

2.3. Características físico geográficas de las áreas naturales de las especies en estudio

2.3.1. Localización

La reserva ecológica Varahicacos donde se ha encontrado la especie *Guettarda rigida*, se localiza en el extremo oriental de la Península de Hicacos, en el municipio Cárdenas, provincia de Matanzas, Cuba. Limita al Norte con las aguas del Estrecho de la Florida; al Sur con las aguas de la Bahía de Cárdenas y al Este y Oeste con parcelas del hotel Patriarca, en el polo turístico de Varadero (Enríquez *et al.*, 2010).

Claro y Rodríguez (1989) plantearon que en las rocas de la costa norte de Matanzas, entre Punta Seboruco y la ciudad cabecera, fue reportada *Guettarda undulata* en seis de los 56 inventarios realizados por los autores, sobre carso

desnudo en la asociación vegetal que fue determinada como *Oxandro-Selenicerentum-grandiflorum*.

2.3.2. Clima

Para ambas especies se describe un clima predominante con humedecimiento estacional relativamente estable con evaporación y temperaturas altas, tanto en las llanuras como en las alturas.

Según la Oficina Provincial de Meteorología (2012), la temperatura media anual es de 25 °C, es agosto el mes más cálido con una media máxima de 32,5 °C y febrero el más frío con una media mínima de 17,3 °C. Las precipitaciones medias oscilan entre 800 y 1 000 mm, de las cuales 600 a 800 mm caen en verano y menos de 200 mm en invierno, asociadas a los frentes fríos. Las lluvias más probables corresponden a valores entre 500 y 600 mm y las menos probables a valores de 14 000 mm.

Los vientos predominantes son de NE y solo en invierno tiene un componente importante de NO, con velocidades superiores a 55 km/h, en ocasiones asociadas a los frentes fríos. Los períodos de calma en los horarios nocturnos tienen una frecuencia muy baja (12%).

2.3.3. Suelos

Los suelos predominantes en la zona boscosa pertenecen al agrupamiento Húmico Calcimórfico Segunda Clasificación Genética de los suelos de Cuba, (Anónimo, 1979). Se han originado sobre las calizas de la formación Jaimanitas y cubren una llanura muy calcificada de origen marino, suavemente ondulada e inclinada hacia el mar.

El perfil característico es AC, sin horizonte B, con una transición entre los horizontes y poca profundidad efectiva, como rasgos morfológicos principales (Cairo y Fundora, 2005). La acumulación de humus es el proceso pedogenético que le dio origen, el mismo requiere para su ocurrencia un importante aporte de materia vegetal con presencia permanente de calcio en el perfil.

El complejo de absorción está saturado con más de 90% de calcio catiónico, lo cual pudiera incidir en el pH 7 que presenta. El complejo de cambio catiónico (CCC) es de 40 meq/100g, debido al predominio de mortmorillonita en el mineral arcilloso. Los tipos de suelos predominantes en las zonas costeras secas, dentro del agrupamiento son: Rendzina Roja, Rendzina Negra y Húmicas Carbonáticas (Anónimo, 1979; Hernández *et al.*, 2015; Alfonso y Mateo, 2015; Cairo y Reyes, 2016).

2.4. Formaciones vegetales de las especies en estudio

2.4.1. Bosque siempreverde micrófilo

El bosque siempreverde micrófilo se encuentra en las costas abrasivas, densas con rocas carbonatadas y carso parcialmente desnudo, en parte cubierto por una delgada capa de Rendzina rojo – pardusca o suelos Fersialíticos, pardo rojizos o pardos, con carbonatos y precipitaciones anuales de 800 – 1 200 mm. Ocupa importantes áreas en la parte sur de la península de Guanahacabibes y de Isla de la Juventud, costa sur desde la bahía de Cochinos hasta Casilda, Cabo Cruz- Pílon y desde la bahía de Santiago de Cuba hasta Maisí.

En la costa norte, el bosque micrófilo se encuentra desde Nuevitas hasta Banes y desde Cayo Coco hasta Sabinal. También se aparece desde Mariel hasta la península de Hicacos, donde ha sido casi totalmente destruido. Este bosque posee dos estratos, el primero de 12-15 m, el otro de 5-10 m con dominancia de árboles y arbustos perennifolios, micrófilos y es frecuente la espinosidad (Samek, 1973).

Existen lianas, epífitas y algunas cactáceas columnares (*Pilosocereus*, *Harrisia*) y arborescentes (*Dendrocereus*). En el estrato superior se encuentran: *Coccoloba diversifolia* (uvilla), *Metopium brownei* (guao de costa), *Bursera simaruba* (almácigo), *Lysiloma bahamense* (soplillo), *Picrodendron macrocarpum*, *Hypelate trifoliata*, *Bucida spinosa* (júcaro).

Los arbustos más comunes en el bosque micrófilo son *Eugenia maleolens*, *E. axillaris*, *Bumelia glomerata*, *Randia aculeata* y algunas especies de los

géneros *Pithecellobium* y *Capparis*. En ocasiones existen palmas de los géneros *Thrinax* y *Coccothrinax* en el estrato arbóreo (Capote y Berazaín, 1986; Borhidi y Muñiz, 1986).

2.4.2. Matorral xeromorfo costero

Este matorral ocupa las porciones más secas y ecológicamente extremas de las costas abrasivas con rocas carbonatadas. Por ello, presenta una distribución mucho más limitada que el bosque siempreverde micrófilo, excepto en la costa sur, desde Cabo Cruz a Maisí, la cual es muy seca. Se desarrolla generalmente sobre carso desnudo o casi totalmente desnudo con una delgada capa de Rendzina o pardo rojiza, a medida que esta capa aumenta, se incrementa el porcentaje de carso cubierto, el matorral se hace más alto para pasar progresivamente al bosque siempreverde micrófilo, por lo que resulta difícil establecer el límite entre ambas formaciones vegetales, cuando no existen terrazas.

Las precipitaciones alcanzan promedios anuales ente 600 – 800 mm y son frecuentes de 7 a 8 meses secos.

El matorral xeromorfo costero se encuentra en algunas porciones de la costa sur de la península de Guanahacabibes, en la costa norte de La Habana (Boca de Jaruco – Santa Cruz del Norte), Matanzas (Bacunayagua – Matanzas), Costa sur de Cienfuegos a Trinidad sobre la segunda terraza con carso desnudo, la costa norte entre Puerto Padre, Nuevititas y al este de Banes y casi toda la costa sur desde Cabo Cruz a Maisí sobre la segunda y tercera terraza (Samek, 1973).

Este tipo de vegetación está constituido por un estrato arbustivo muy denso, a menudo impenetrable, de altura variable (2-3 m en las porciones más extremas, hasta 6-7 m cerca del límite del bosque siempreverde estacional). En ocasiones presenta emergentes (*Ficus* sp., *Bursera simaruba*) o palmáceas (*Coccothrinax*, *Thrinax*) y cactáceas (*Pilosocereus* y *Dendrocereus*).

Las lianas son abundantes, pero el estrato herbáceo es muy pobre. Los arbustos más frecuentes son: *Erithalis fruticosa*, *Croton litoralis*, *C. lucidus*, *Maytenus buxifolia*, *Gymnanthes lucida*, *Diospyros grisebachii*, *Guaiaacum sanctum*, *Eugenia maleolens*, *E. axillaris* y *Plumeria sp.*, entre otras.

En las barras arenosas que cierran las lagunas litorales se forman matorrales xeromorfos con estructuras muy parecidas al anterior, con algunas diferencias florísticas, donde, estos matorrales son muy ricos en palmas (*Thrinax* y *Coccothrinax*) y pobres en cactáceas (Capote y Berzaín 1986; Borhidi y Muñiz 1986).

Las especies de *Guettarda* que habitan en los bosques siempreverde micrófilos y en los matorrales xeromorfos costeros, al desarrollarse en costas abrasivas, sobre carso parcial o totalmente desnudo, tanto ellas como su vegetación acompañante, resisten en esos ecosistemas extremos, la severidad del clima, las altas temperaturas, los aerosoles marinos, son tolerantes a la salinidad y a las escasas precipitaciones, lo que condiciona que sean zonas de alto endemismo.

2.5. Conservación: conceptualización y generalidades

La conservación de la naturaleza en su sentido amplio, es el sistema de medidas sociales, socioeconómicas y técnico-productivas realizadas dentro de los límites de un estado o a escala internacional, que están dirigidas a la utilización racional de los recursos naturales, la conservación de los objetos y complejos naturales típicos, escasos o en vía de extinción, así como la defensa del medio ambiente ante la destrucción y contaminación (Estrategia Global para la Conservación de Plantas [EGCP], 2002).

Cuando se habla de conservación de los recursos biológicos, según la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (por sus siglas en inglés IUCN, 2003), se definen el manejo de los organismos y ecosistemas con el fin de garantizar la sustentabilidad que incluye además del uso sostenible, la protección, el mantenimiento, la rehabilitación, la restauración y el mejoramiento.

La concepción de las acciones de conservación son apoyadas por la Tarea Vida, Plan de Estado para el enfrentamiento al cambio climático, sustentado sobre una base científica multidisciplinaria, que da prioridad a 73 de los 168 municipios cubanos, 63 de ellos en zonas costeras con tareas dirigidas a contrarrestar las afectaciones en las zonas vulnerables.

La Tarea Vida tiene en Matanzas cinco municipios vinculados con las prioridades, entre los que están: Calimete, Cárdenas, Ciénaga de Zapata, Jagüey Grande y Matanzas; de ellos tres costeros, donde se desarrollan representantes de la flora amenazada.

Dentro de las acciones estratégicas proyectadas, se destacan: implementación y control de las medidas de adaptación y mitigación al cambio climático, muchas de ellos vinculados con la seguridad alimentaria; cambios en el uso de la tierra como consecuencia de la elevación del nivel del mar y la sequía; introducción y desarrollo de variedades resistentes al nuevo escenario de temperaturas; mejorar la situación agropecuaria por los problemas de la intrusión salina; así como las condiciones de los suelos (CITMA, 2018).

Para enfrentar con éxito el cambio climático, en la provincia matancera, se realizan análisis de las amenazas y vulnerabilidades, así como se han potenciado los servicios ecosistémicos que ayudan a enfrentar este cambio con la valoración económica de todas las tareas y manejo basado en ecosistemas, lo que contribuye a la conservación de los fitorrecurso (CITMA, 2018).

2.5.1. Categorías de la Lista Roja y estados de amenaza de las especies vegetales

Según la Lista Roja de las especies amenazadas, IUCN (2001, 2003), se consideran las siguientes categorías:

- Extinto (EX). Un taxón está Extinto cuando no queda duda alguna que el último individuo existente ha muerto.
- Extinto en el Estado Silvestre (EW). Un taxón está Extinto en el Estado Silvestre cuando sólo sobrevive en cultivo, en cautiverio o como

población (o poblaciones) naturalizadas completamente fuera de su distribución original. Esta condición también se manifiesta cuando relevamientos exhaustivos en sus hábitats conocidos y/o esperados, en los momentos apropiados (diarios, estacionales, anuales), a lo largo de su distribución histórica, han fracasado en detectar un individuo. Los relevamientos deberán ser realizados en períodos de tiempo apropiados al ciclo de vida y formas de vida del taxón.

- En Peligro Crítico (CR). Un taxón está en Peligro Crítico cuando enfrenta un riesgo extremadamente alto de extinción en estado silvestre en el futuro inmediato.
- En Peligro (EN). Un taxón está En Peligro cuando no está en Peligro Crítico pero enfrenta un muy alto riesgo de extinción en estado silvestre en el futuro cercano.
- Vulnerable (VU). Un taxón es Vulnerable cuando no está en Peligro Crítico o En Peligro pero enfrenta un alto riesgo de extinción en estado silvestre a mediano plazo.
- Menor Riesgo (LR). Un taxón es de Menor Riesgo cuando, una vez evaluado, no satisfizo a ninguna de las categorías de Peligro Crítico, En Peligro, o Vulnerable y/o se considera que tiene Datos Insuficientes.

Para categorizar una especie en Peligro Crítico (CR), se analizan entre otros los siguientes parámetros:

- a) Reducción de la población.
- b) Una extensión de presencia estimada como menor de 100 km² o un área de ocupación estimada como menor de 10 km².
- c) Población estimada en números menores de 250 individuos.
- d) Población estimada en un número menor de 50 individuos maduros.

2.5.2. Métodos de conservación

La conservación puede efectuarse en el propio hábitat, la cual es clasificada como *in situ* por el Convenio de diversidad biológica (2009). Esta alternativa

alude a situaciones en las que el material es mantenido en la naturaleza, dentro de la comunidad de la que forma parte (Leiva, 2006).

Este tipo de conservación es llevada a cabo en áreas protegidas en especial, en Parques Nacionales y Reservas Naturales. Uno de los objetivos del programa de conservación vegetal es la preservación de la biodiversidad de las especies vegetales en la naturaleza, de forma que se puedan reproducir naturalmente por sí mismos, además garantiza la continuación del proceso evolutivo en las plantas y asegura el funcionamiento de los ecosistemas.

Por el contrario, la conservación *ex situ* es el mantenimiento de los organismos fuera o lejos de su hábitat natural, por ejemplo los jardines botánicos, en colecciones de campo o mediante el almacenamiento en forma de semillas, polen, propágulos vegetales, cultivo de tejidos o celulares (Leiva, 2006).

La conservación *ex situ* tiene como objetivo principal, el apoyo a la supervivencia en sus hábitats naturales y debe ser considerada en toda estrategia de conservación como un complemento para la preservación de especies y recursos genéticos *in situ*, principalmente cuando se trata de especies críticamente amenazadas (Leiva, 2006).

2.6. Propagación por semillas

Las semillas son el potencial genético para la producción de mayores cosechas y el agente de cambio en las situaciones de producción agrícola y ganadera (Centro Internacional de Agricultura Tropical [CIAT], 1981). De ahí que las semillas no sean únicamente algo que los agricultores siembren.

En la descripción realizada por Mantilla (2013) se refiere que desde el punto de vista botánico, la semilla es un órgano de dispersión y perpetuación de las angiospermas y representa la culminación de la evolución reproductiva de las plantas, el cual se forma como consecuencia de los procesos de diferenciación que ocurren en los órganos reproductivos. Este autor considera que el proceso

se inicia con la embriogénesis cigótica y la diferenciación de una serie de tejidos y finaliza con la maduración del embrión. Este podrá germinar cuando las condiciones endógenas y medioambientales sean las apropiadas.

En términos agronómicos y comerciales se conoce como semilla a toda clase de granos, frutos y estructuras más complejas que se emplean en las siembras agrícolas (CIAT, 1981).

La calidad de la semilla es uno de los factores más importantes que afectan el comportamiento y la productividad de la mayoría de los cultivos, según Hartmann y Kester (1995) y Hartmann *et al* (2002). Por otra parte, Henríquez (2004) mencionó que para la siembra, estas deben reunir cuando menos las características de pureza varietal, libre de semilla de maleza, libre de patógenos transmisibles por semillas y tener un mínimo de germinación, que varía de acuerdo a la especie. Por su parte, Barbat (2006) apuntó que la calidad de una simiente constituye la suma de múltiples atributos de la misma, entre éstos, la pureza genética, daño mecánico, capacidad de vigor y germinación, tamaño, contenido de humedad, daños provocados por insectos y la infección causada por diferentes agentes.

Putts (1977) mencionó tres funciones fundamentales de la semilla:

1. portadora de las características genéticas inherentes que se transmiten de generación en generación, esencialmente sin cambio alguno;
2. la segunda, la semilla funciona como un sistema eficaz de almacenaje de reserva para una planta viva y,
3. cierra el ciclo de la reproducción de especies.

Según Manjarrez (2006), la germinación marca el inicio de una nueva generación y puede ser definido como la serie de eventos morfológicos, fisiológicos y bioquímicos que permiten que la nueva planta se establezca y complete su ciclo de vida.

La germinación es el proceso por el cual el embrión se desarrolla para formar una plántula. Esto ocurre cuando la semilla se encuentra en las condiciones

adecuadas de humedad, oxígeno, temperatura y a veces luz u oscuridad. En estas condiciones, el embrión retoma su crecimiento, aquel que se había frenado al madurar la simiente. Al crecer el embrión, la cubierta se rompe y emerge la radícula. Luego lo hace la plúmula, brote que dará lugar al tallo y a las hojas (Anon., 2013).

La Asociación Internacional de Comprobación de Semillas, por sus siglas en inglés [ISTA] (2004), apuntó que la germinación, es la emergencia y desarrollo de la plántula a un estado donde el aspecto de sus estructuras esenciales indican que son o no capaces de desarrollarse en una planta satisfactoria y productiva bajo condiciones favorables de suelo y clima. Se definió que es el proceso mediante el cual una semilla colocada en un medio ambiente se convierte en una nueva planta. Este proceso se lleva a cabo cuando el embrión se hincha y la cubierta de la semilla se rompe. Para lograr esto, toda nueva planta requiere de elementos básicos para su desarrollo: luz, agua, oxígeno y sales minerales.

2.7. Multiplicación vegetativa y sustancias promotoras del crecimiento de raíces

Anónimo (2019) planteó que otro método de obtención de plantas, muy utilizado por los agricultores, es la multiplicación o propagación vegetativa. Este no precisa de semillas para obtener una nueva planta, se trata de aprovechar la propiedad que presentan algunos vegetales, de que una parte puede separarse y desarrollar una planta independiente.

La propagación vegetativa, se define como la multiplicación de una planta a partir de una célula, un tejido o un órgano (Rojas *et al.*, 2004). Esto es posible, debido a que las células vegetales conservan la capacidad de regenerar la estructura entera de la planta; esta capacidad se debe a factores como la totipotencia, es decir, que cada célula vegetal viviente contiene en su núcleo, la información genética necesaria para reconstituir todas las partes de la planta y sus funciones, a través de reproducción somática basada exclusivamente en mitosis y la dediferenciación o capacidad de las células maduras de volver a

una condición meristemática y desarrollar un nuevo punto de crecimiento (Hartmann y Kester, 1995; Rojas *et al.*, 2004).

2.7.1. Estacas

La estaca es una porción separada de la planta, provista de yemas caulinares y hojas e inducida a formar raíces y brotes a través de manipulaciones químicas, mecánicas y/o ambientales, una vez enraizada se le denomina barbado (Baldini, 1992; Barbat, 2006). Asimismo, estos autores plantearon que en una acepción más amplia, se denominan estacas: a raíces, hojas, fracciones de hojas utilizadas como tales; con la finalidad de obtener nuevas plantas.

2.7.2. Acodos

Es un método de propagación en el cual se provoca la formación de raíces adventicias a un tallo que está todavía unido a la planta madre. Luego, el tallo enraizado, acodado, se separa para convertirlo en una nueva planta que crece sobre sus propias raíces. La rama acodada recibe agua y minerales debido a que no se corta el tallo y el xilema permanece intacto. La formación de raíces en los acodos depende de la provisión continua de humedad, buena aireación y temperaturas moderadas en la zona de enraizamiento (Burgos, *et al.*, 2016).

La multiplicación vegetativa como método de propagación puede utilizarse para determinados estudios, dadas las ventajas de su uso en:

- ✓ Evaluación genética del material vegetal, lo cual incluye estudios de interacción genotipo ambiente.
- ✓ Preserva genotipos y complejos genéticos en bancos clonales.
- ✓ Acorta los ciclos reproductivos para acelerar los procesos de cruzamiento y prueba.
- ✓ Conserva genotipos superiores que determinan características genéticas favorables (resistencia a condiciones extremas de humedad).

En el caso particular de la propagación por estacas, tiene ventajas e inconvenientes de la propagación por estacas Harold (2010), menciona dentro de las ventajas de la propagación por estacas los siguientes:

1. Simplicidad del procedimiento.
2. Homogeneidad en todos los árboles obtenidos.
3. Obtención de un gran número de árboles a partir de una sola planta madre.
4. Ausencia de problemas de incompatibilidad entre dos partes vegetativas.
5. Correcta conservación de las características clonales.
6. Necesidad de poco espacio.
7. Se evita la dependencia hacia el uso de semillas.
8. Es posible lograr un control preciso del parentesco, experiencia de programas clonales donde se demuestra que los árboles obtenidos no son inferiores a los originados por semilla botánica en cuanto a sistemas radicales.

La obtención de nuevas plantas a partir de estacas con las características genéticas idénticas a las plantas madres, se realiza con la finalidad de instalar “jardines clonales”, donde se propagan las mejores plantas para sembrar en un lugar seleccionado y promover el cruzamiento entre ellas lo que mejora la calidad de las semillas.

Harold (2010), plantea que dentro de los inconvenientes están:

1. Imposibilidad de una resistencia especial de la raíz a condiciones desfavorables.
2. Reducidos porcentajes de desarrollo en algunas especies y variedades.
3. Producción limitada del material madre.
4. Riesgos de plagas y enfermedades, parcialmente peligroso para el clon.

Plantea Mesén (1998) su inconformidad relacionada con la calidad del sistema radical de los árboles provenientes de la propagación por estacas, ya que existen tratamientos que permiten mejorar la calidad el sistema de raíces formado.

2.7.3. Sustancias promotoras del crecimiento de raíces

La aplicación de auxinas para estimular el enraizamiento de esquejes es una práctica habitual en horticultura, pues el efecto sobre la rizogénesis está ampliamente descrito en la literatura (Barceló, 2006).

Cuando se aplica auxina a un tejido con capacidad de crecimiento hay un período de latencia de duración variable antes de que aumente la tasa de crecimiento. El período de latencia varía de unos tejidos a otros, aumenta al disminuir la concentración de auxina aplicada o se alarga al disminuir la temperatura, pero no puede eliminarse esta etapa ni con aumento de la concentración de auxina ni con temperatura elevada ni eliminando la cutícula (Barceló, 2006).

Entre las sustancias promotoras del crecimiento y desarrollo de raíces está el ácido 1-naftalenacético o ácido naftalenacético. Es un compuesto orgánico de fórmula $C_{10}H_7CH_2CO_2H$, con propiedades hormonales. Su sigla es NAA en inglés y ANA en español, pertenece a la familia de las auxinas y tiene diversos usos en las ciencias agrícolas, entre los cuales sobresale su utilización como agente de enraizamiento de estacas, como inductor de raíces en explantos en condiciones de asepsia (cultivo de tejidos vegetales) y como raleador químico de frutos.

El ácido naftalenacético es una hormona vegetal de síntesis perteneciente a la familia de las auxinas y, junto al ácido indolbutírico, constituyen los compuestos más utilizados en la propagación vegetativa realizada a partir de estacas y de trozos de hojas.

A diferencia del ácido indolbutírico, el ácido 1-naftalenacético no es sensible a la luz y es el componente de muchos productos comerciales utilizados para el enraizamiento de frutales y especies hortícolas (Hartmann *et al.*, 2002).

El empleo de productos naturales con efectos bioestimuladores forman parte de las prioridades establecidas para la aplicación de alternativas agroecológicas en los ecosistemas, de forma general y en los agroecosistemas, en particular. Peredo *et al.* (2016) refirieron las indicaciones dadas por IFOAM (2015) sobre la prohibición del uso de productos químicos

sintéticos, la conservación de los suelos y el respeto al ecosistema y de las personas.

El rango de concentraciones a utilizar varía según el tipo de planta y el proceder aplicado. En condiciones de cultivo *in vitro* el rango de concentración más frecuente está entre los 0.01 mg.L⁻¹ y 10 mg.L⁻¹, mientras en condiciones de vivero o casa de tapado, en estacas o esquejes de plantas leñosas, se requiere niveles superiores del regulador del crecimiento vegetal aplicado. Los estudios realizados en *Ixora coccinea* (*Rubiaceae*) por Mesén (1998), Domínguez (2018) y Santamaría (2018, Comunicación personal) evidenciaron la necesidad de aplicar concentraciones superiores a 100 mg.L⁻¹ para lograr un enraizamiento adecuado.

2.8. Empleo de bioproductos para la multiplicación de plantas

Como alternativa agroecológica al empleo de sustancias sintéticas, se sugiere el uso de bioproductos que logren resultados similares y produzcan menos costos económicos y ambientales. Funes (2016) hizo referencia al interés en el país de cuatro productos: Fitomas-E[®], TOMATICID[®], BIOBRAS-16[®] y BIOENRAIZ[®]. Sin embargo, en la literatura consultada no se encontró referencias al uso de estos en el enraizamiento de plantas leñosas.

En estudios realizados con *Ixora coccinea* (Rady *et al.*, 2013; Domínguez, 2018), arbusto leñoso de la familia *Rubiaceae*, se aplicó un extracto de hojas de *Moringa oleifera* Lam. con resultados a tomar en consideración. Esta planta es un árbol de la familia *Moringaceae*, originario del sur del Himalaya, el nordeste de la India, Bangladesh, Afganistán y Pakistán. Se encuentra diseminado en una gran parte del planeta y en América Central fue introducida en 1920 como planta ornamental y para cercas viva.

Las hojas frescas de moringa tienen grandes cualidades nutritivas: más vitamina A que las zanahorias, más vitamina C que las naranjas, más calcio que la leche, más potasio que el plátano, más hierro que la espinaca y más proteína que ningún otro vegetal. También son muy apetecidas, con ellas se pueden preparar infusiones, ensaladas verdes, pastas para bocaditos, salsas,

sopas o cremas, guisos, arroz salteado, frituras y aliños en general (Domínguez, 2018).

Según Velázquez *et al.* (2016), los extractos etanólicos y acuosos de las hojas de *Moringa oleífera* se usan como bioestimulantes porque contribuyen al aumento de los nódulos y del peso de las raíces debido a su contenido de fitohormonas como giberelina y zeatina. Por otra parte, Howladar (2014) señaló sus potencialidades para contrarrestar el estrés generado por exceso de NaCl y Cd²⁺, así como para aumentar la productividad debido a la actividad antioxidante que presenta en algunos cultivos.

Otra práctica agroecológica que contribuye a reciclar los desechos de las producciones agrícolas está relacionada con la sustitución de determinados componentes de los sustratos utilizados para la plantación de las estacas, esquejes o la obtención de acodos. La cáscara de coco tiene un alto contenido de fibra, es una fuente valiosa de potasa y una cobertura muerta para la conservación de la humedad (Alvarado *et al.*, 2014).

La fibra de coco se obtiene del mesocarpio fibroso del fruto. Estructuralmente es una de las fibras más duras y en comparación con otras es más corta. El diámetro medio de las fibras es de aproximadamente 1 mm. La gran utilidad de ésta radica en su capacidad de estiramiento, su flotabilidad y resistencia a la acción bacteriana y a la salinidad, que la hacen una fibra única. Según Taveira (2005) el sustrato de fibra de coco posee características hidrófilas o de alta "remoabilidad", lo que permite una significativa reducción de la cantidad de agua requerida en el riego, por lo que se obtiene una importante disminución en los costos de producción en el vivero.

Jazmín *et al.* (2003) obtuvo buenos resultados en la producción de plantas de *Pinus ponderosa*, las plantas se desarrollaron de forma rápida y presentaron buenas características morfológicas en cuanto a diámetro, altura de cuello, altura total y biomasa. Estos autores evaluaron el uso de la fibra de coco en la producción de otras especies de interés ornamental y forestal, donde se

sustituyó a otros sustratos, lo que permitió un ahorro en los costos sin pérdidas en la calidad de la producción de plantas.

En los estudios de Taveira (2005), su utilización como sustrato permitió obtener altos niveles de enraizamiento en especies recalcitrantes tales como la ruda (*Ruta graveolens*) y el romero (*Rosmarinus officinalis*), lo que confirma que la fibra de coco es un sustrato orgánico que constituye una alternativa ecológica para la agricultura.

3. Materiales y Métodos

3.1. Selección de áreas de estudio. Localización

La especie *Guettarda rigida* se reporta en la reserva ecológica Varahicacos, se localiza en el extremo oriental de la Península de Hicacos, en los 23°12'20" de latitud norte y los 81°08'36" de longitud oeste aproximadamente, municipio Cárdenas provincia de Matanzas. Limita al Norte con las aguas del Estrecho de la Florida; al Sur con las aguas de la Bahía de Cárdenas y al Este y Oeste con el Complejo Hotelero Memorie – Varadero (Enríquez *et al.*, 2010). Figura 1 A.

Guettarda undulata se reporta en estudios realizados por Claro y Rodríguez (1989), en las rocas de la costa norte de Matanzas entre Punta Seboruco y la ciudad de Matanzas, a los 23° 07', de latitud norte y los 81° 35' de longitud oeste, sobre carso desnudo. En la figura 1 B, se destacan sitios seleccionados de los inventarios de Claro y Rodríguez (1989).



Figura. 1. Localización del área de estudio de las especies de *Guettarda*. A: Península de Hicacos con inventario de *G. rigida*. B: Costa Norte de Matanzas con inventarios de *G. undulata*. Cruz (2016).

3.2. Recolectas de especímenes, identificación y caracterización de taxones

Se realizó recolectas del material natural en visitas a las áreas de la Reserva Ecológica Varahicacos para corroborar la presencia de la especie *Guettarda*

rigida en esa zona, para esto se siguieron los criterios planteados por Enríquez *et al.* (2010) y González - Torres (2013). Las colectas de *Guettarda undulata* fueron realizadas en la zona entre la Termoeléctrica de Matanzas y Punta Rubalcaba, en este caso se siguieron los criterios de Claro y Rodríguez (1989); Borhidi (1996), utilización de fotos satelitales y comunicación personal de Cruz (2017).

Para la identificación de los taxones se utilizó la Lista Roja de la Flora de Cuba (2016) y otros textos, entre ellos Alain (1964, 1974); Enríquez (2000), Enríquez, Robledo y Cruz, (2006), Enríquez *et al.* (2010). Los autores de los taxones fueron citados según Acevedo-Rodríguez y Strong (2012).

Se realizó la comparación con Herbarios del Jardín Botánico Nacional (HJBN), Herbarios del Jardín Botánico de Matanzas (HJBM) y herbarios virtuales del Jardín Botánico de Nueva York, para lograr veracidad de su correcta identificación según aparecen en el Ex Museo Botánico (1923) y el Ex Herbario Juan Tomás Roig (1931).

La comparación entre las especies en estudio se realizó a partir del método de observación directa con material natural de áreas de Punta Rubalcaba, colección del JBM y recolectas de Varahicacos.

3.3. Análisis para la caracterización química del suelo

Para los análisis de suelo se realizó la recogida de muestras en las cuatro áreas de estudio: vivero del Jardín Botánico de Matanzas, en la zona protegida conocida como “Tres Ceibas de Clavellinas”, en la Termoeléctrica “Antonio Guiteras” y en el hábitat natural Punta Rubalcaba. Para la colecta de las muestras edáficas se procedió a la colecta de sustrato de las bolsas del vivero; así como a la apertura de una cavidad de 10 cm sobre carso desnudo con un pico, en las áreas naturales. Las muestras de suelo, tomadas en el área cercana de cinco plantas de cada especie de *Guettarda*, separadas a 10 m entre ellas, se mezclaron y colocaron en bolsas de polietileno negro, para su traslado hacia el Laboratorio de Suelo de la Universidad de Matanzas donde se conservaron a temperatura ambiente.

Las muestras recogidas se analizaron en la Unidad Empresarial de Base (UEB) de la Estación Provincial de Investigaciones de la Caña de Azúcar “Antonio Mesa Hernández”.

Para la determinación de P_2O_5 y K_2O , se utilizó el método Oniani (1984) y el carbono orgánico se obtuvo por el método de Walkley-Black (1934), mientras que para el análisis de la composición catiónica se aplicó la metodología definida por Hernández *et al.* (2015).

3.4. Conservación y estado de amenaza

Los criterios sobre conservación se valoraron según la IUCN (2001, 2003); Berazaín *et al.* (2005, 2009); Lista Roja de la Flora de Cuba (2016). Se estableció el estado de amenaza y problemas que enfrentan las especies en estudio. Se valoró los criterios para aplicar las acciones de conservación *ex situ* o integradas, a partir de experiencias de Mora (2008); González, Robledo y Enríquez (2014).

3.4.1. Situación de *Guettarda rigida* en áreas naturales y en la colección *ex - situ* en el JBM

Se caracterizó la población de *Guettarda rigida* para las acciones de conservación, de manera aleatoria en Varahicacos. Se establecieron cinco transectos de cinco m de ancho por 100 m de largo para el conteo de los individuos presentes, con apoyo de especialistas de la Reserva ecológica y según Claro (1985).

Durante los recorridos realizados con apoyo de Navia (2016), se situó marcas en los ejemplares para el conteo de los individuos.

Para establecer la colección *ex situ* de plantas de los germinadores con dos semillas por alvéolos que habían estado dos años bajo control y riego cada dos días; primero fueron trasladados a bolsas y posteriormente se plantó en el área seleccionada para continuar los cuidados y lograr el mantenimiento de la colección.

Se consideró efectivo haber utilizado para cada planta el trasplante con su mota y hojarasca del área natural.

La distancia que se utilizó entre plantas fue de 1,5 m por su porte arbustivo y poco ramoso.

Se realizó el mantenimiento de la colección de la especie *Guettarda rigida* a partir de los resultados obtenidos por Enríquez *et al.* (2010); Robledo *et al.* (2010).

En la colección *ex - situ* del JBM, se realizó mediciones comparativas con uso de cinta métrica para determinar su crecimiento. Se realizó observaciones para determinar el estado de desarrollo de la población, su, floración y fructificación (González- Robledo *et al.*, 2010).

En el seguimiento del desarrollo de la colección *ex situ* de *Guettarda rigida* se da la categoría de:

Bueno: Cuando se observan en la planta retoños de hojas en el 50% de sus ramas, sin tener en cuenta su altura total y el aspecto general indica su recuperación y vitalidad con las primeras lluvias.

Regular: Cuando los retoños se observan solo en el 30% por apreciación del observador.

Malo: Cuando no se cumplen esos parámetros.

Las atenciones del manejo toman en cuenta las consideraciones de Navia (2016), para el desarrollo óptimo de la colección.

3.4.2. Situación de la colección de *Guettarda undulata* en su hábitat natural

Se caracterizó la población de *Guettarda undulata* desde la termoeléctrica hasta Punta Rubalcaba y se seleccionaron seis de los inventarios, de los realizados por Claro y Rodríguez (1989). Se estableció un transecto para el conteo de los individuos paralelo al camino transitable, en la zona de la termoeléctrica y se escaló 15 m por el carso desnudo hasta la cima, en Punta Rubalcaba.

Se tuvo en cuenta los puntos de muestreos seleccionados, según Claro y Rodríguez (1989), para la identificación de la flora acompañante y precisión de los problemas que enfrenta.

3.5. Alternativas de propagación de *Guettarda undulata*

3.5.1. Pruebas de germinación de semillas desinfección y evaluación

Se recolectaron 145 frutos de *Guettarda undulata*, a los cuales se les evaluó dos alternativas de almacenamiento: el 50% se mantuvo a temperatura ambiente y 50% a 20°C. Se utilizó un promedio de 30 muestras por cada tratamiento para los frascos de cristal.

En el estudio se consideró cada área de colecta por separado, la primera (No. 1) comprendida en la Costa Norte, zona próxima a Termoeléctrica “Antonio Guiteras”; la segunda (No.2) Punta Rubalcaba.

Para las pruebas de germinación se emplearon las semillas de los frutos que no fueron almacenados. Una vez extraídas, se realizó la desinfección en correspondencia con lo propuesto por Quiala *et al.* (2005) y Lima *et al.* (2018). De inicio se aplicó lavado con solución detergente (1g/L), seguido de varios enjuagues con agua destilada estéril. Luego fueron sumergidos en una solución de NaOCl al 3,0% durante 15 minutos, para culminar con tres enjuagues en agua destilada estéril por igual tiempo. Se aplicó el método de escarificación, con dos tratamientos: agua a 40°C y a 80°C, a una muestra de 15 frutos en cada colecta. Finalmente, tanto los que fueron escarificados como los del tratamiento control, se colocaron en cámara húmeda conformada por placas Petri con tres capas de papel filtro humedecido con agua destilada estéril. Cada 15 días, se regó con 5 ml de agua destilada para evitar deshidratación.

Debido a las características del fruto y a que el mismo constituye la unidad de dispersión de la especie, se decidió trabajar con el fruto y no con la semilla. En lo adelante se utilizará el término semilla en lugar de fruto.

Las semillas que no se utilizaron en experimentos anteriores y que no mostraron problemas con su peso ni con desarrollo fúngico, fueron situadas en pares en cada alveolo según comunicación personal de Amalia Enríquez (2018) y experiencias de Adolfo y Suárez (2013), se espera cumpla el ciclo que han mostrado otras especies del género que inician la germinación a los 12 meses después de situadas en el sustrato.

Se sembraron 30 semillas por tratamiento, excepto en el control donde se usaron 10 solamente dada la poca disponibilidad del material vegetal, en correspondencia con los criterios de Enríquez *et al.* (2010).

Se monitoreó el experimento por 90 días, según Robledo *et al.* (2010).

3.5.2. Acodadura de ramas

Se seleccionaron de manera aleatoria cinco plantas con similar desarrollo fisiológico. Se montó un total de 10 acodos en ramas intermedias de cinco plantas diferentes seleccionadas de la especie *Guettarda undulata* en el área natural.

En cuatro acodos, se utilizó fibra de coco como sustrato, en otros cuatro, 50% fibra de coco con 50% de suelo y en dos testigos, solo con sustrato (Herrera, 2011). Para cada caso se utilizó una cuchilla para eliminar siete cm de la superficie de los tejidos externos hasta llegar al cambium. Se siguió la técnica de Hartmann y Kester (1995) y Hartmann *et al.* (2002).

La preparación del sustrato se realizó con una mezcla de suelo y humus de lombriz en una proporción 8:2, según Enríquez *et al.* (2010).

Se agregó 250 ml de agua de pozo según orienta la Guía de información técnica (2019), para el biomanejo sustentable.

Transcurridos 30 y 60 días de montados los acodos, se evaluó la presencia de raíces, el número de raíces por estacas y la longitud máxima de las raíces.

3.5.3. Enraizamiento de ramas terminales con solución de ácido naftalenacético (ANA)

Se utilizaron 10 estacas apicales por tratamiento (cada una de 20 cm de longitud y de cuatro a cinco mm de diámetro). Las estacas fueron tomadas de plantas del área natural en Punta Rubalcaba. Se introdujo cinco cm de la parte distal de cada fragmento vegetal en la solución experimental, durante dos tiempos diferentes. Como estimulante del enraizamiento se utilizó ácido naftalenacético (ANA) a dos concentraciones 200 mg/L y 400 mg/L, preparados a partir de una solución madre donde se utilizó el reactivo procedente de Biochem y agua de pozo, según la propuesta de Enríquez *et al.* (2010). Como control se utilizó agua de similar procedencia.

En cada tratamiento de ANA (tabla 1), los fragmentos vegetales se mantuvieron durante dos tiempos diferentes, una y dos horas de inmersión de la base del tallo donde se efectuó el corte de la rama. Posteriormente, cada estaca fue plantada en las bolsas de polietileno negro con una capacidad de 22,68 dm³, las cuales se colocaron en casa de tapado bajo malla de sombra de 35%.

La preparación del sustrato se realizó como se describe en el acápite 3.5.2. Las bolsas fueron regadas cada dos días a una dosis de 145 ml, según la norma de riego sugerida por Pérez (2019, Comunicación personal).

Tabla 1. Tratamientos aplicados a los esquejes de *Guettarda undulata* con ácido naftalenacético (ANA) para enraizamiento de esquejes.

| Tratamiento | Concentración de ANA (mg/L) | Tiempo de inmersión (h) |
|-------------|--------------------------------|----------------------------|
| T1 | --- | 1 |
| T2 | --- | 2 |
| T3 | 200 | 1 |
| T4 | 400 | 2 |
| T5 | 200 | 1 |
| T6 | 400 | 2 |

3.5.4. Enraizamiento de ramas terminales con solución de *Moringa oleifera*.

Se utilizaron 10 estacas por tratamiento de 20 cm de longitud y de cuatro a cinco mm de diámetro (tomadas del área natural en Punta Rubalcaba), las cuales se colocaron en una solución de *Moringa oleifera*, que cubría cinco cm de la base del tallo por donde se efectuó el corte de la rama.

Para la preparación de la solución de moringa se trituraron 0,25 kg de hojas de moringa, que luego se mezclaron con 1 L de agua destilada, según Santamaría, 2018, (comunicación personal). Las estacas se mantuvieron durante tres tiempos diferentes, como se muestra en la tabla 2.

Tabla 2. Tratamientos aplicados a estacas de *Guettarda undulata* con solución de *Moringa oleifera*.

| Tratamientos | Tiempo de inmersión en solución de <i>Moringa oleifera</i> (min) |
|--------------|---|
| T1 | 0 |
| T2 | 5 |
| T3 | 30 |
| T4 | 3 días |

Las características del sustrato, las condiciones de montaje del experimento y el riego fueron similares a las descritas en el acápite 3.5.2.

3.5.5. Evaluación de los resultados para posible conservación de *Guettarda undulata*

A los 50 días del montaje del experimento se procedió a la evaluación de cada tratamiento. Las bolsas fueron cortadas por uno de sus lados para no dañar el posible crecimiento radical. En cada experimento se realizó observación del enraizamiento y caracterización de los resultados.

Para el análisis: Se tuvo en cuenta el número de raíces por estacas y la longitud máxima de las raíces.

3.6. Propuesta de medidas para la conservación de las especies *Guettarda rigida* y *Guettarda undulata*

Con todos los resultados obtenidos se realizó una propuesta de acciones a ejecutar con el objetivo de contribuir al mantenimiento y conservación de ambas especies de *Guettarda*. Para ello se utilizaron los criterios de Enríquez (2000), Enríquez *et al.* (2010), Robledo (1999), Robledo *et al.* (2010), Robledo y Enríquez (2010), Rodríguez (2016) y experiencias plasmadas en documentos de trabajo de los investigadores del Jardín Botánico de Matanzas.

4. Resultados y discusión

4.1. Selección de áreas de estudio. Localización

En la recolección de datos se precisó que las características generales físico geográficas, clima y suelos de las áreas naturales de estudio para ambas especies *Guettarda rigida* y *Guettarda undulata*, según Claro y Rodríguez (1989) tienen puntos en común por desarrollarse principalmente en zonas litorales.

La especie en estudio *Guettarda rigida*, se localizó en la Reserva Ecológica Varahicacos en la Península de Hicacos, en los 23⁰12'20" de latitud norte y los 81⁰08'36" de longitud oeste, Municipio Cárdenas, además en la Reserva Florística Manejada "Tres Ceibas de Clavellinas" en Corral Nuevo en los 360, 000° y 363, 000° de latitud norte y 432, 000° y 433 800° de longitud este. Fueron utilizadas además las áreas *ex situ* de conservación del Jardín Botánico de Matanzas, donde se desarrolla una población de la especie.

Guettarda undulata fue reencontrada como resultado de este trabajo, después de 27 años de su reporte por Claro y Rodríguez (1989), en las rocas de la costa norte de Matanzas entre Punta Seboruco y la ciudad de Matanzas, a los 23⁰ 07', de latitud norte y los 81⁰ 35' de longitud oeste, sobre carso desnudo. Este hallazgo resultó novedoso ya que las últimas colectas se habían realizado en 1989 y ningún especialista había logrado observar la especie para la continuación de los estudios de la misma en su hábitat natural.

Se comprobaron los resultados obtenidos de la localización con Enríquez (2000), Enríquez *et al.* (2010), González-Torres (2013) y Claro y Rodríguez (1989) y utilización de fotos satelitales con la comunicación personal de Ricardo Cruz (2017).

4.2. Resultados de las recolectas de especímenes, identificación y caracterización de taxones

En la comparación de ramas de *Guettarda undulata* con herbarios del Ex Museo Botánico (1923) del Jardín Botánico de Nueva York (Figuras 2 A-B y 3 A-B) y de *Guettarda rigida* con muestras del Ex Herbario Juan Tomás Roig (1931), (Figuras 4 A y B), se pudo comprobar que el porte, disposición, borde de las hojas, ápice y base indican caracteres para el reconocimiento de ambas especies.

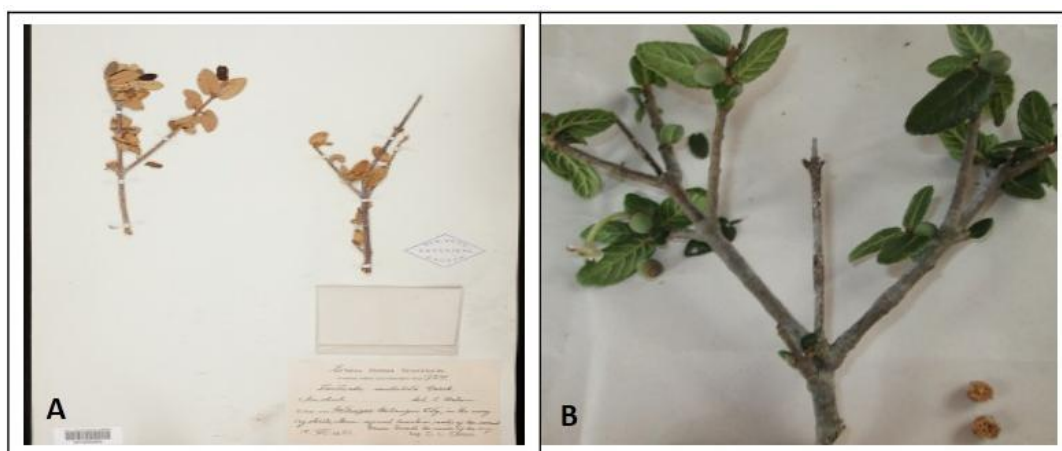


Figura. 2. Ramas de la especie *Guettarda undulata*. A: *G. undulata* en Herbario de Jardín Botánico de Nueva York. B: Ramas de *G. undulata* colectada en Punta Seboruco. Foto Lenia Robledo (2016).

Se coincidió en los caracteres de los órganos vegetativos y reproductivos, sus parámetros, presencia de estípulas y pelos leonados o no, según lo planteado por Alain (1964, 1974); Enríquez (2000), Enríquez *et al.* (2010).

La verificación de su correcta identificación se logró en la comparación con herbarios del Jardín Botánico de Nueva York, ya que en una primera etapa se trabajó sobre la conservación de la especie *Guettarda undulata* endemismo local según aparece en González-Torres (2013) y se comprobó que la especie que aparece en esa publicación y en Enríquez *et al.* (2010), es *Guettarda*

rigida, por lo que se considera que hay imprecisiones en las fotos y en la clasificación que aparecen en las publicaciones antes mencionadas.

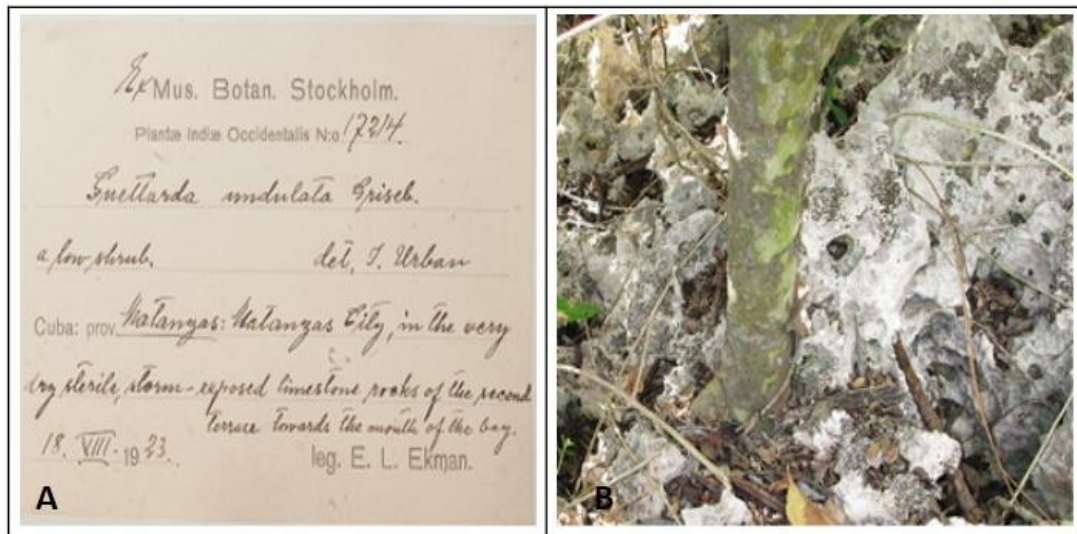


Figura.3. Evidencias de la clasificación. A: Tarjeta de Herbario de *G. undulata* del Herbario del Jardín Botánico de Nueva York. B: Tallo insertado en la roca de *G. undulata*. Foto Lenia Robledo. (2016).



Figura 4. Ramas de *Guettarda rigida*. A: Herbario de *G. rigida* del Jardín Botánico de Nueva York. Julio 1931. B: Rama de *G. rigida* de la colección *ex - situ* del Jardín Botánico de Matanzas. Foto Lenia Robledo. (2018).

La comparación que se realizó entre las especies en estudio a partir de observaciones de material natural de áreas (Punta Rubalcaba, Varahicacos y

Colección JBM) definió los caracteres para el reconocimiento de cada especie con diferencias entre los órganos vegetativos y reproductivos:

Tallo: En *Guettarda rigida* se apreció un tallo de menor diámetro, sus ramas son más flexibles y alcanzan mayor longitud (Figura 5 A). En *Guettarda undulata* se observaron manchas de color verde grisáceo en el tallo (Figura 5B).



Figura 5. Tallos de *Guettarda rigida* y *Guettarda undulata* en hábitat natural. A: Tallo de *G. rigida* en Varahicacos. B: Tallo de *G. undulata* sobre rocas en Punta Seboruco. Fotos Lenia Robledo. (2018).

Hojas: *Guettarda rigida* mostró sus hojas simples, opuestas, sentadas, lanceoladas, de bordes enteros, penninervia, con el ápice y la base agudas (Figura 6 A).

En *Guettarda undulata* se observaron hojas, simples, opuestas, con peciolo de 3 a 4 cm, obovadas, de bordes sinuados, penninervias, el ápice obtuso y la base acorazonada. En la figura 6 B, se observan en la yema terminal los pelos cortos leonados carácter diagnóstico de la especie.

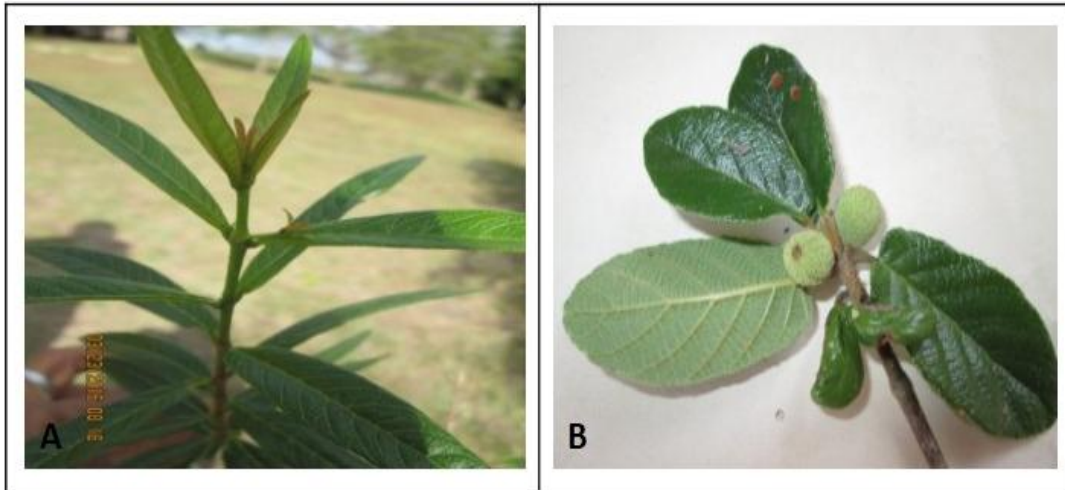


Figura 6. Hojas en ramas de *Guettarda rigida* y *Guettarda undulata*. A: Hojas de *G. rigida* de la colección *ex situ* JBM. B: Hojas de *G. undulata* obtenida de colecta de Punta Rubalcaba. Fotos Lenia Robledo (2018).

Flores: En ambas especies se muestran las flores en pedúnculos axilares cortos, la corola seríceea para *Guettarda rigida* (Figura 7A) y leonado pelosita para *Guettarda undulata* (Figura 7B) lo que coincidió con Alain (1964).

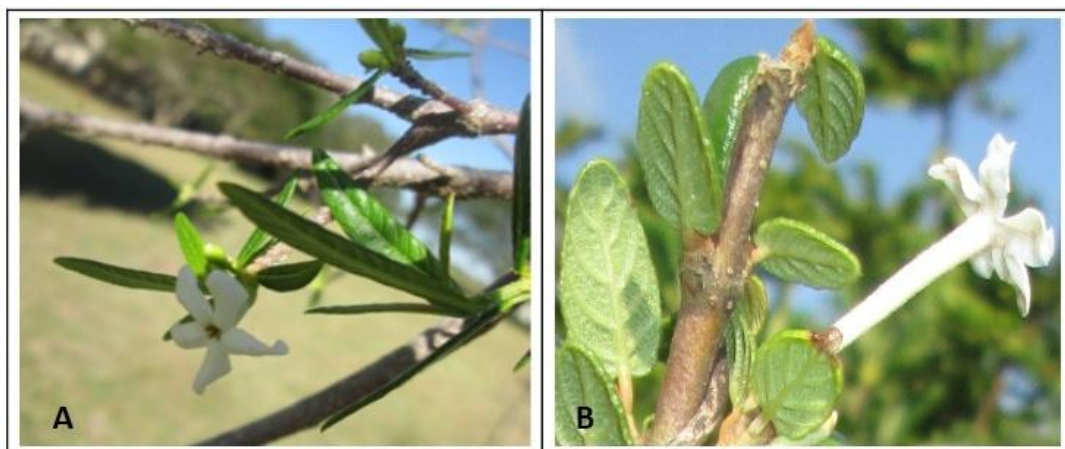


Figura 7. Ramas con flores de *Guettarda rigida* y *Guettarda undulata*. A: Flor de *G. rigida* en la colección del JBM. Flor de *G. undulata* obtenida de colecta de Punta Rubalcaba. Fotos Lenia Robledo. 2018.

Fruto: *Guettarda rigida* produce frutos piriformes de 1 cm aproximadamente (Figura 8A) mientras en *Guettarda undulata* son globosos y leonados (Figura 8B). En ambos casos se contaron cinco lóculos, lo que no coincide con lo planteado por Alain (1964) quien los describió con seis.



Figura 8. Frutos de *Guettarda rigida* y *Guettarda undulata*. A: Fruto de *G. rigida*. Colección *ex situ* JBM. B: Frutos de *G. undulata* de ramas de la especie en Punta Rubalcaba. Fotos: Lenia Robledo (2018).

4.3. Resultados de la caracterización química del suelo

El análisis de la composición química de los suelos mediante el método Oniani (1984) y Walkley-Black (1934) mostró que el sustrato utilizado en el vivero tiene altas concentraciones de K_2O_2 (Figura 9). Se evidencia mucho potasio intercambiable y disponible en el vivero.

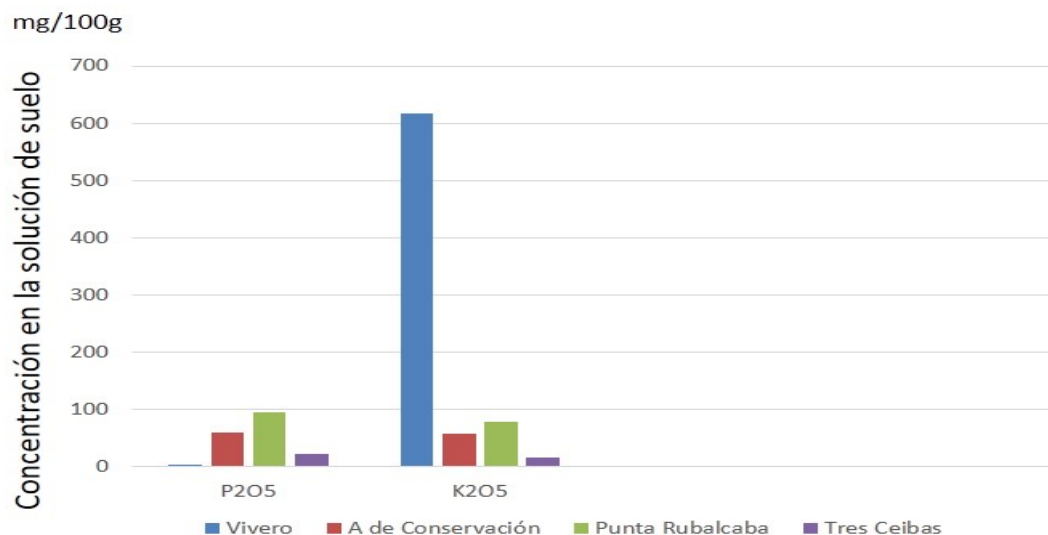


Figura 9. Composición del sustrato en el vivero y del suelo de las tres áreas muestreadas donde habitan las dos especies de *Guettarda* estudiadas.

En el área de conservación el sustrato posee mucha materia orgánica y calcio intercambiable. El sustrato en esa área resulta el mejor balanceado con niveles apropiados de fósforo y potasio, pH neutro y cationes intercambiables. El sustrato en “Tres Ceibas de Clavellinas”, puede ser analizado para su utilización pero tiene alto contenido en Magnesio (Anexo 1).

En el área 3 el 58% de la materia orgánica del suelo es carbono orgánico, lo que se considera una elevada proporción, lo cual pudiera estar relacionado con la acumulación de hojarasca en el tiempo en los pocos espacios, de las rocas cársicas (Tabla 3). Se coincide con Hernández *et al.* (2015) en que esa acumulación en las rocas cársicas ha posibilitado que las especies típicas de matorrales xeromorfos costeros se desarrollen de manera óptima. Por otra parte Pastor (2000) señaló que para el crecimiento de las raíces es muy importante la MO y cualquier reducción significativa es perjudicial para el normal desarrollo de las plantas

Tabla No 3. Resultados del análisis químico del suelo de las zonas de colecta.

| Zonas de colecta | Minerales (mg/100g) | | pH | | MO (%) |
|-------------------------------|------------------------|--------|------|-----------------------|-----------|
| | P2O5 | K2O5 | KCl | Solución del suelo | |
| 1. Vivero | 4.282 | 616.58 | 6.07 | 6.95 | 7.97 |
| 2. Area de conservación | 59.96 | 57.74 | 7.37 | 8.18 | 15.74 |
| 3. Punta Rubalcaba | 94.4388 | 78.368 | 7 | 7.63 | 30.4 |
| 4. Tres Ceibas de Clavellinas | 22.3276 | 16.422 | 7.16 | 7.66 | 7.684 |

Los suelos son ricos en nutrientes y en cationes (Anexo 1) pero estos no están en proporciones adecuadas y pueden provocar un desequilibrio nutricional según comunicación personal de Cairo (2019).

Excepto en la zona de Punta Rubalcaba donde los valores de Ca son de 83,6 mmol en 100 g, en el resto de las áreas se manifestó carencia del mismo, si se tiene en cuenta que los valores se consideran normales cuando para el Ca² son del 75%, según Álvarez *et al.* (2016).

El área de conservación mostró niveles bajos de Mg² con 8,28mmol en 100 g, mientras para el resto de las áreas no se presentaron dificultades, ya que sus niveles normales están en el rango del 15%,

Con el K⁺, solo se destacó con resultados por encima del nivel normal (7%), la zona del vivero, mientras los niveles de Na⁺, se encuentran en todas las áreas por debajo de los parámetros normales (3%). Ello puede ser indicativo del posible desequilibrio nutricional expresado por Cairo en su comunicación personal, (2019), coincidente también con Arévalo y Gauggel (2009) y Álvarez *et al.* (2016).

4.4. Conservación y estado de amenaza de las especies en estudio

Ambas especies mantienen los problemas que se plantearon por Enríquez *et al.* (2010), Robledo *et al.* (2010) y González - Torres (2013). Se discrepa de Lista Roja de la Flora de Cuba (2016), que han publicado a *Guettarda rigida* en

la categoría de Preocupación Menor (LC) y a *Guettarda undulata* en Datos deficientes (DD).

Para corroborar los problemas que mantienen las especies que las llevan a estar en categorías de amenaza, se definió según la UICN versión 3.1 (2003) y Cruz *et al.* (2017), que ambas especies mantienen peligros relacionados con una reducción del tamaño de la población (Criterio A) inferida para tres años por observación directa y por efectos de contaminantes y reducción de la calidad del hábitat.

La extensión de presencia es menor de 100 km² y el área de ocupación menor de 10 km² para *Guettarda undulata*. Se observa una disminución continua de la extensión de presencia y el número de individuos maduros por lo que *Guettarda undulata* se consideró en Peligro Crítico de extinción

Guettarda rigida también es endémica pero aparece en cuabales y caliza de otras provincias, entre ellas Oriente, Camagüey, Las Villas y La Habana, por lo que su valoración no es similar y se propone para la misma la categoría de especie En Peligro, al menos para las zonas de la provincia de Matanzas donde han sido monitoreadas.

Para que un taxón sea considerado como especie con categoría de amenaza, solo debe cumplir uno de estos parámetros antes mencionados según la IUCN (2003)

Otra consideración para estas categorías, se basan en criterios de Claro y Rodríguez (1989), para la especie *Guettarda undulata* ya que al ser un endemismo local de las rocas costeras del norte de Matanzas, enfrenta en su hábitat natural riesgos, donde un evento catastrófico podría afectar un alto % de la población de la especie. Fueron observadas numerosas carreteras y otras edificaciones como infraestructura para la explotación del petróleo, que se han establecido en las terrazas y fajas costeras lo que podría acarrear daños colaterales hacia la especie y la vegetación acompañante. Estas pudieran ser las causas de los impactos negativos, para que esta especie se le proponga la categorización de Peligro de extinción, para lo cual se utilizó el marcaje con cinta Roja (Figura 10).



Figura 10. Área natural de *Guettarda rigida*. A: Realización de prospección para conteo de *G. rigida* en Varahicacos. B: Muestra de marcaje de *G. rigida* en Varahicacos. Fotos Lenia Robledo. (2018)

4.4.1. Situación de *Guettarda rigida* en áreas naturales y en la colección ex situ JBM

4.4.1.1. Situación de *Guettarda rigida* en áreas naturales

Su desarrollo transitó por etapas de acciones realizadas en el área natural. Se caracterizó como antecedente la población en Varahicacos y se obtuvo un bajo número de ejemplares de la especie en cada transecto, como se muestra en la tabla 4.

Tabla 4. Cantidad de ejemplares de *Guettarda rigida* en cada transecto de la península de Varahicacos.

| | TRANSECTOS | | | | | TOTAL |
|----------------------|------------|---|---|----|----|-------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | |
| No de plantas | 1 | 4 | 5 | 10 | 12 | 32 |

En los conteos realizados se observó la existencia de 32 plantas, de ellas 6 juveniles, lo cual difiere de lo reportado por Enríquez (2000), quien observó solo 27 individuos. La existencia de juveniles representó una medida de inicio de recuperación en su área natural.

El desarrollo vegetativo de la especie se comportó igual a lo planteado por Enríquez *et al.* (2010), donde las plantas pierden el follaje en período seco (diciembre), posterior al amarillamiento y a partir de marzo, se comenzó a observar los brotes y la recuperación del follaje (marzo).

La vegetación se caracterizó por el predominio de arbustos entre 2 y 4 m de altura que forman un matorral denso, con una altura promedio de 2,8 m, una altura máxima de 4,5 m y una mínima de 1,8 m. Se presentó emergentes pertenecientes a las especies *Pilosocereus robinii* y *Dendrocereus nudiflorus*. En este matorral abundan las lianas entre las que se encuentran *Smilax havanensis*, *Selenicereus grandiflorus* y *Stigmaphyllon sagraeanum* y son frecuentes las epífitas del género *Tillandsia*.

Fueron encontradas también, durante la prospección, 7 ejemplares de la especie *Guettarda undulata*, corroboradas en comparación con los herbarios del JBM (HJBM) y del herbario del Jardín Botánico Nacional (HJBN). Estos resultados no se corresponden con los planteamientos de Claro y Rodríguez (1989), que la ubica solo en rocas costeras del norte desde la Termoeléctrica “Antonio Guiteras” hasta Punta Rubalcaba.

En “Tres Ceibas de Clavellinas”, Área Protegida de Recursos Florísticos Manejados, en Corral Nuevo, provincia Matanzas, donde la vegetación es clasificada como Matorral xeromorfo espinoso sobre serpentina, se observaron 15 individuos de la especie, sin flores ni frutos.

Este matorral xeromorfo está compuesto principalmente por arbustos, muchos de ellos espinosos, con serpentinomorfosis según (Robledo, 1999), desarrollados en suelos ultramáficos, con presencia de metales pesados, a los cuales las poblaciones existentes se adaptan.

En las recolectas de la zona y comparación con las investigaciones de Robledo (1999) y el Plan de Manejo 2018-19 de Villasuso *et al.* (2019), se identificó las especies acompañantes (Anexo 2).

En esa Reserva Florística, se desarrolla la especie símbolo de la ciudad de Matanzas, *Melocactus matanzanus*, que se encuentra categorizada por

Robledo (1999) en Peligro Crítico de extinción y no aparece en el listado ya que en el área muestreada donde se observaron los 15 ejemplares de *Guettarda rigida* no existían colonias de la misma.

4.4.1.2. Mantenimiento de la colección *ex situ* de *Guettarda rigida* en el JBM

Se cuenta con una colección de conservación de *Guettarda rigida* que lleva 5 años, en el Jardín Botánico.

La colección objeto de investigación, se inició con 31 posturas desde el vivero (Figura 11) del jardín a la Sub área 3 (zona de conservación). Se evaluó el establecimiento de 21 por deterioro de diez ejemplares.



Figura 11. Plántulas de *Guettarda rigida*. A: Plántulas de *G. rigida* obtenidas de semillas por Enríquez, 2012. B: Plantas de *G. rigida* que se plantaron en la colección de conservación. Fotos. Lenia Robledo. (2015).

Para la determinación de la categoría de bueno no se tomó en cuenta la altura total, si se aceptó la presencia de brotes de nuevas hojas en el 50% de sus ramas en su aspecto general como índice de recuperación). En la época de noviembre a abril perdieron sus hojas, con una recuperación a partir de abril-mayo. Para la categoría Regular se tuvo en cuenta que (las hojas nuevas emergieron de las yemas, se observaron solo en el 30% de los individuos por apreciación del observador) y para la categoría malo que (no cumplían los parámetros anteriores).

Tabla 5. Resultado del estado por categoría de la colección *ex situ* de *Guettarda rigida* en el JBM

| Categoría | Estado |
|------------------|---------------|
| Bueno | 7 |
| Regular | 9 |
| Malo | 5 |
| Total | 21 |

No fueron utilizados los criterios de Ferro (2014) que valora la categoría de B a los ejemplares con presencia de vitalidad, al considerarse este término relativo, lo que impide lograr una evaluación objetiva.

En relación con las mediciones realizadas a las plantas de la colección *ex situ* del JBM (Anexo 3), se observó que la talla de los ejemplares de *Guettarda rigida* variaba desde los 0.5 m hasta 1.80m en las plantas de mayor tamaño. De los 21 ejemplares presentes en la colección, se pudo clasificar a siete en la categoría de bueno, a seis de regular y uno mal. El resto solo mostraba el eje principal con muy poco desarrollo.

De los muestreos realizados en tres años diferentes que no lograron supervivencia 7 plantas de las que habían sido catalogadas de mal. El promedio de longitud es de 1,08, lo que evidencia un ligero aumento en la altura de la colección, así como una mayor estabilidad de la población expresada en las observaciones de las plantas que lograron florecer y fructificar, como se aprecia en las imágenes que se muestran en la Figura 12.

En las mediciones también se precisó que un 50% de los ejemplares de la colección tenían entre cuatro y cinco ramas y éstos habían florecido sin dificultad.

En las observaciones no se encontró ataques de insectos ni otros daños, provocados por el hombre. El área se mantuvo libre de especies exóticas

invasoras, se eliminó de dos de ellas la especie *Citharexylum spinosum* L. que compartían la misma área dentro de la colección.

Los ejemplares continuaron su florecimiento de manera regular e iniciaron la fructificación por primera vez en abril de 2019, lo que indica respuestas positivas hacia la adaptación y exigencias del desarrollo como se aprecia en parte de la colección que aparece en la figura 12.



Figura 12. Colección de conservación *ex situ* de *Guettarda rigida* en el JBM. A: Plantas adultas. B: Medición del tallo. C: Medición de hojas. D: Ramas que muestran el desarrollo foliar. E: Ramas floríferas. F: Presencia de fructificación. Fotos Lenia Robledo y Hernández (2018).

4.4.2. Situación de la colección de *Guettarda undulata* en su hábitat natural

En todas las prospecciones que incluyó la cima de las elevaciones se observó la vegetación continua del Matorral Xeromorfo subcostero y la población de la especie con las raíces totalmente dentro de las rocas. En las zonas intermedias y la base (Figura 13) no se presentaron ejemplares.



Figura 13. Colecta de *Guettarda undulata*. A: Ascenso para la colecta de *G. undulata* en Punta Rubalcaba. B: Colecta de *G. undulata* sobre roca cársica. Fotos Ainel González (2018).

En la zona de la termoeléctrica, en el transecto paralelo al camino, se observó un promedio de 20 ejemplares adultos en dos parcelas de 8 m², de ellos el 50% florecidos (Figura 14) y otros con indicios de fructificación.



Figura 14. Rama con flores y frutos de *Guettarda undulata*. Primera Terraza frente a la Termoeléctrica. Foto Lenia Robledo (2017).

Otros autores que estudiaron la especie *Guettarda undulata* no hacen referencia a la coloración de los frutos, por esta razón se describe este órgano de dispersión. En cada área de estudio se determinó que estos se encontraban en diferentes estadios en una misma época del año. En las plantas que se encontraban más cercanas a la costa, la coloración se tornaba carmelita, lo cual pudiera estar relacionado con factores ambientales como los aerosoles marinos.

En la primera visita al hábitat natural de la especie *Guettarda undulata* en marzo del 2016 (parcela 1, zona de la termoeléctrica), se observó la población con poca fructificación, en esta visita se colectaron el 10% de los frutos que permanecían en las plantas (45 frutos 5 por cada planta).

De la flora acompañante recolectada en esa área, se observó la presencia de las especies y familias que aparecen en el anexo 4, de ellas 40% de especies que pertenecen a la familia *Rubiaceae*, lo que se corresponde con los datos obtenidos por Claro y Rodríguez (1989) y por lo planteado en la Flora de Cuba (Alain, 1964), donde se afirma la superioridad de especies de esta familia en la flora cubana con 74 géneros, algunos representados por un gran número de especies, entre ellos: *Rondeletia* con 60; *Psychotria* con 67 y *Guettarda* con 40 (Alain, 1964; Acevedo-Rodríguez y Strong, 2012).

En la segunda visita al hábitat natural de *Guettarda undulata*, parcela 2 cercana a la Termoeléctrica, (Anexo 5), la población se encontró en la etapa de fructificación, se colectó un total de 268 frutos de los cuales 66 eran de color verde, 174 carmelita verdoso, 28 carmelitas y se colectó muestras de la vegetación acompañante del lugar, del Matorral costero y subcostero (Capote y Berazaín, 1986).

En la tercera visita al hábitat de *Guettarda undulata* en Punta Rubalcaba (parcela 3), en septiembre 2018, se realizó colectas de material vegetal, en total 145 frutos, de éstos 120 eran de color verde y 25 amarillos, se tomó muestras de la vegetación acompañante del lugar, la que se corresponde con lo planteado por Claro y Rodríguez (1989). Se determinó la vegetación acompañante que aparece en el anexo 6.

Se analizó en relación con las recolectas de frutos de la especie que en marzo 2017, la especie se encontró en proceso de recuperación para una nueva floración y las semillas se encuentran en un 80% sobre el sustrato debajo de los arbustos y vegetación herbácea. Se argumenta lo planteado por que en septiembre de 2017 y 2018, en las mismas zonas, fueron colectados 268 frutos en diversos estadios determinado por la coloración (verde, amarilla y carmelita).

4.5. Resultados de la reproducción sexual y multiplicación vegetativa de *Guettarda undulata*.

4.5.1. Pruebas de germinación desinfección y evaluación de semillas

La desinfección de las semillas en los primeros cinco días coincide con los resultados obtenidos por Quiala *et al.* (2005), donde no se evidenció ninguna contaminación. Sin embargo, no sucedió lo mismo a los 10 días del experimento, cuando se observó crecimiento fúngico en 60% del material natural.

Los resultados, también discrepan con los logrados por Lima *et al.* (2018), en la desinfección para el cultivo *in vitro* de las semilla de la especie *Cinchona officinalis* L. de la familia *Rubiaceae*, donde se logró obtener 0% de contaminación.

Se observó inicio de crecimiento fúngico en las placas de tratamientos de la primera colecta a los 8 días del montaje (figura 15 A). En los siguientes diez días de ese signo de crecimiento, el halo se desarrolló con mayor intensidad en un 60% de las semillas de la placa (figura 15 B). Donde fue utilizada agua a 40°C, el desarrollo de hongos se retrasó, lo que evidencia la necesidad de tratamientos con temperatura de mayor intensidad.

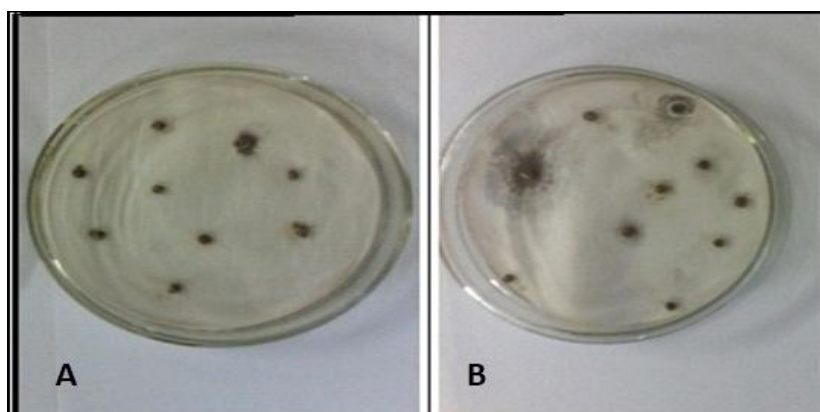


Figura. 15. Pruebas de germinación de *Guettarda undulata*. A: Frutos de *G. undulata* a los cinco días en las pruebas de germinación. B: Desarrollo de halos de crecimiento fúngico a los 18 días del montaje.

Se tomó en cuenta los resultados de suelo para garantizar la germinación y el sustrato que se preparó se obtuvo del área de conservación. El sustrato de esa área resultó el mejor balanceado con niveles requeridos de Fósforo y Potasio, para los germinadores. Después de seis meses en las bandejas de germinación no se observó resultados (Figura 16), se analiza que entre los factores que pueden limitar la germinación se encuentra la presencia de un endocarpio duro que ofrece resistencia mecánica al desarrollo del embrión.



Figura .16. Bandeja donde se sembraron semillas de *Guettarda undulata*. Foto Leyma Rodríguez.

No existen referencias acerca de la presencia de dormancia en las semillas que puedan retardar la germinación. Otras especies del género, germinan a partir de diez meses a un año, por lo que existe la posibilidad de que en los siguientes seis meses se observe respuesta germinativa (Alain, 1964, Enríquez *et al.*, 2010).

4.5.2.- Acodadura de ramas

No se logró la multiplicación por acodadura de ramas de *Guettarda undulata*, pues no hubo enraizamiento, a pesar del empleo del mesocarpo de coco (Figura 17 A). En la literatura se señala que este favorece el enraizamiento y presenta resistencia a la acción bacteriana y a la salinidad lo que facilitó obtener altos niveles de enraizamiento en otras especies, los resultados no coinciden con los obtenidos por Domínguez (2018), donde se observó buen

desarrollo fisiológico en la especie *Ixora coccinea* y logró un gran número de raíces en la especie de la misma familia botánica.



Figura 17. Montaje de acodos en *Guettarda undulata*. A: Sustrato de fibra de coco utilizado para acodos. B y C: Montaje de acodos de ramas en plantas en su hábitat natural. Fotos Elaboración propia.

En el montaje se cumplieron las exigencias de humedad a lo cual tributan las fibras de coco y el riego realizado. No coinciden los resultados obtenidos en la utilización de fibra de coco con lo planteado por Maldonado *et al.* (2016) para las especies *Malpighia mexicana* A. Juss. y *Byrsonima crassifolia* (L) H. B. donde se manifestó una respuesta positiva en sus experimentos.

Por otro lado, el papel que cumple el sustrato para el enraizamiento de acodos aéreos resultó ser efectivo en *Cinchona officinalis* L., así como en *Bursera graveolens* (Morillo, 2015) y en *Weinmannia macrophylla* (López y Valladolid, 2014) cuyas acodos alcanzaron un porcentaje de enraizamiento del 25% y 75%, respectivamente.

4.5.3.- Enraizamiento de ramas terminales con solución de Ácido Naftalenacético (ANA)

La aplicación de ANA a las estacas de *Guettarda undulata* no favoreció el enraizamiento de estas, ya que a los 50 días todas habían perdido las hojas y mostraban síntomas de marchitez permanente (Figura 18).



Figura. 18. Experimento con estacas de *Guettarda undulata* a las que se les aplicó ANA para inducir enraizamiento. A: Inmersión del material vegetal en las soluciones con ANA (200 y 400 mg/L). B: Estacas colocadas en las bolsas con el sustrato formulado según Enríquez (2010). C y D: Bolsas con estacas luego de 30 y 60 días de plantadas, respectivamente. Fotos. Elaboración propia, Marzo, 2019.

El enraizamiento de esquejes de plantas leñosas es más complejo que en herbáceas, las auxinas tienen un mecanismo de acción que requiere de un tiempo para estimular la formación de raíces en células susceptibles y luego el crecimiento de estas. En muchas especies se requiere cambios en las concentraciones a utilizar (Acosta *et al.*, 2013).

La complejidad en la propagación de las plantas leñosas está relacionada con la edad de la planta, la zona del árbol de la cual se tomó la rama para enraizar, así como las condiciones edafoclimáticas en que la planta se ha desarrollado.

En la figura 19 aparecen cambios morfológicos que argumentan las respuestas de las estacas a las soluciones y tiempos aplicados, ya que las condiciones ambientales y de riego fueron realizadas según se plantean en la literatura consultada (Maldonado *et al.*, 2016) y Santamaría (2018, Comunicación personal).

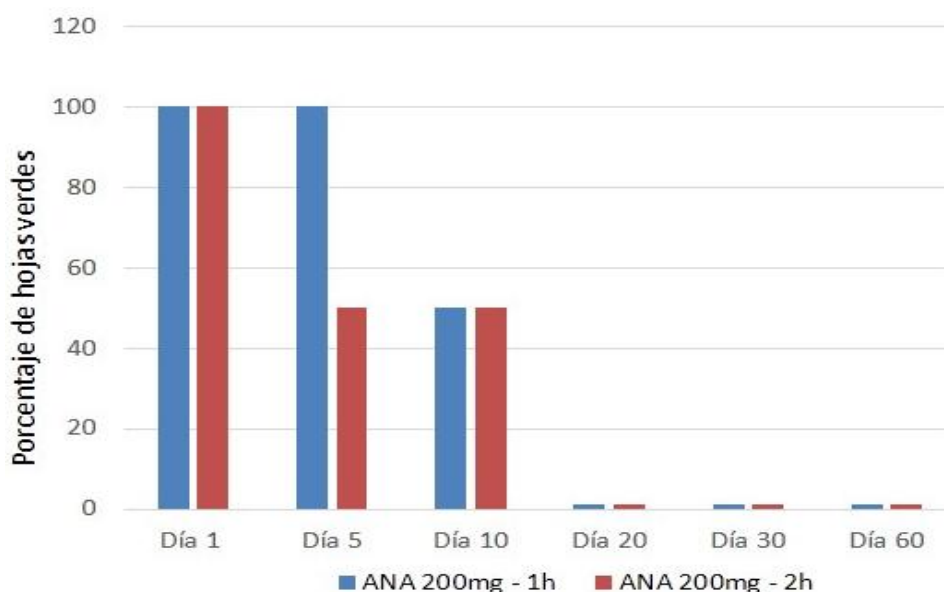


Figura 19. Permanencia de las hojas en los esquejes de *Guettarda undulata* una vez plantados en bolsas de polietileno negro, luego de aplicada una solución de ANA

La respuesta de la especie es controversial a partir de los diversos usos que han mostrado las soluciones de ANA en las Ciencias Agrícolas, si se compara con los resultados de Domínguez (2018). Como agente de enraizamiento de estacas, Mesén (1998) confirmó que ANA es una auxina eficiente al favorecer la multiplicación de *Ixora coccinea* (*Rubiaceae*), especie leñosa de la misma familia que *Guettarda* y se utilizaron esquejes terminales de 20 a 30 cm de largo.

Solo se observó en este experimento actividad fotosintética en el caso de la solución de ANA a $200\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$, ya que las hojas se mantuvieron activas durante 10 días antes de su marchitez y caída. Los resultados en parte coinciden con lo planteado por Jordán y Casaretto (2006) que altas concentraciones de auxinas inhiben el crecimiento radicular.

Durante el estudio de la respuesta a ANA, no solo se observaron afectaciones en la cantidad de hojas verdes, también se apreciaron cambios en la caída de las hojas y el nivel de marchitez de los tallos. Este elemento tampoco coincide con lo referido por Domínguez (2018).

Domínguez (2018) y Santamaría (2018, Comunicación personal) obtuvieron altos porcentajes de enraizamientos y número de raíces con *Ixora coccinea*, en

ambas dosis y tiempos de exposición de ácido naftalenacético (ANA), como los utilizados en esta investigación.

4.5.4. Enraizamiento de ramas terminales con solución de *Moringa oleifera*

Al analizar el resultado con la solución con *Moringa oleifera* según Santamaría (2018, Comunicación personal), este fue negativo ya que a los cincuenta días no fue observada respuesta de enraizamiento en las estacas en ninguno de los tratamientos (0, 5,30 y tres días).

En la figura 20 aparecen los cambios morfológicos que se expresó durante las observaciones realizadas al experimento, con lo cual se muestra la paulatina deshidratación y pérdida de los procesos fisiológicos que debían ocurrir como respuesta a la acción de la solución y cese de la actividad de los tejidos de crecimiento entre otros para el desarrollo de las raíces.

Se puede analizar de estos resultados que las posibilidades de enraizamiento para la especie deben mantenerse en condiciones de laboratorio con diversidad de rangos entre las dosis y parámetros. Se sugiere analizar otros estimuladores y dosis para la obtención de los resultados que se necesitan para la multiplicación de esta especie y sean diferentes a los expresados en la figura 20.

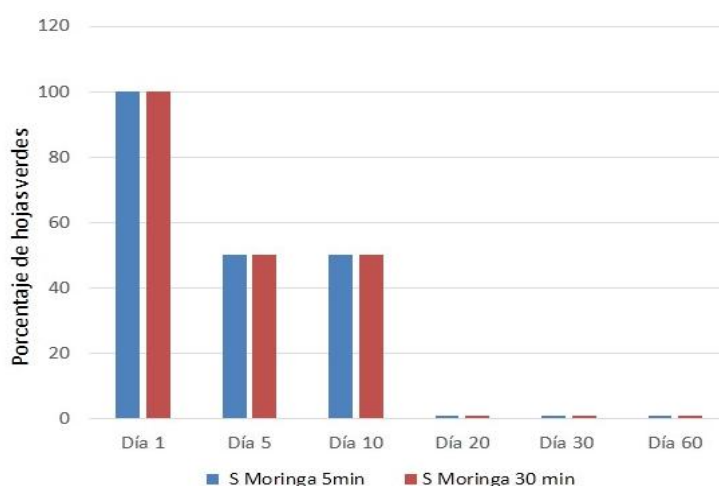


Figura 20. Respuesta de las estacas en la solución de *Moringa oleifera* en relación con la presencia de hojas.

La respuesta de la especie no se corresponde con lo planteado en la literatura para especies de diversas familias y en especial con experimentos en plantas de la familia *Rubiaceae* como *Ixora coccinea*, donde con solución de Moringa se han obtenido altos resultados de número de raíces y promedios de sus longitudes lo que ha reportado alternativas económicas y sostenibles para los productores de esta planta ornamental.

Además de los resultados planteados por Santamaría (Comunicación personal, 2018) en revisiones bibliográficas realizadas por Domínguez (2018) y en Rady *et al.* (2013), se ha planteado que las hojas de moringa poseen un alto contenido de vitaminas, minerales y otros fitoquímicos como vainillina, ácidos grasos omega, carotenoides, moringina, moringinina, así como tienen cantidades significativas de calcio, hierro y fósforo, vitamina A y C. Estos elementos presentes en las hojas de moringa podían haber influido en el crecimiento de las estacas de este tratamiento lo cual permite inferir que la especie *Guettarda undulata*, no tuvo respuestas por necesidades de mayores concentraciones de las sustancias y porque en las condiciones de su hábitat que es extremo sus tejidos necesitan de soluciones de mayor control experimental.

Otra planta de esta familia es *Chinchona officinalis* L., una especie leñosa con dificultades para propagarla con partes vegetativas. Una de las alternativas para disponer de plántulas en este tipo de especie, es la colecta de brotes establecidos en un vivero. Este procedimiento tiene ciertas ventajas en la actividad forestal tales como: reducción de costos en la producción de plantas, la disponibilidad de plántulas en corto tiempo, etc. Bajo este contexto se pudo inducir el enraizamiento de los brotes, al utilizar un sustrato diferente compuesto por tierra, arena y turba, en una proporción 3:1:1, pero con solución estimuladora con las hormonas enraizantes.

4.5.5. Evaluación de los resultados para posible conservación *ex situ* de *Guettarda undulata*

No se logró el enraizamiento de las estacas de *Guettarda undulata* con las alternativas aplicadas, (solución de ANA y de *Moringa oleifera*).

A pesar de las condiciones ambientales que fueron controladas, bajo sarán, el riego que tuvo una periodicidad y la cantidad sugerida, este resultado no fue el esperado (figura 21).



Figura 21. Estacas de *Guettarda undulata* luego de tratadas con soluciones de *Moringa oleifera*. A: Estacas que se incubaron en solución de *Moringa oleifera* durante 5 min. B: Estacas en solución de *Moringa oleifera* durante 30 m, sin señales de enraizamiento.

No se logró señal alguna de enraizamiento en estacas de *Guettarda undulata*, en ninguna de las alternativas utilizadas con la solución de moringa ni con ANA. De manera similar sucedió en el estudio realizado por Conde *et al.* (2017) en *Cinchona officinalis* L. y Armijos y Sinche (2013) en *Cinchona pubescens* Vahl, especies perteneciente a la familia Rubiaceae, las cuales tampoco mostraron signos de respuesta después de un largo período de exposición a sustancias estimuladoras del enraizamiento de brotes. Ambos autores consideraron que la falta de enraizamiento de las estacas pudo estar influenciado por factores importantes tales como: la edad y estado fenológico de los árboles, época de recolección de las estacas, fases lunares, condiciones climáticas adecuadas, etc. Así mismo, el tamaño y grosor de las estacas (diámetros grandes y viejos) o al tipo de sustrato que no fue el adecuado (falta de porosidad y buen drenaje) y probar a futuro otras hormonas enraizantes ya que en este ensayo, no lograron inducir el enraizamiento de las mismas.

Otros autores condicionan la respuesta exitosa en la multiplicación vegetativa de especies leñosas a la época de recolección, a partir de la influencia que ejercen la fase lunar. Este hecho se relaciona de manera directa con la dormancia o latencia de las yemas afectadas por períodos de condiciones

desfavorables para el crecimiento como: altas o bajas temperaturas, períodos de sequía o fotoperíodos no apropiados, señalando que deberían las estacas ser recolectadas al comenzar la época de lluvias.

4.6. Propuesta de medidas para la conservación de las especies *Guettarda rigida* y *Guettarda undulata*

Al discrepar con la Lista Roja de la Flora de Cuba (2016), sobre la categorización de (LC) para *Guettarda rigida* y (DD) para *Guettarda undulata* y las observaciones de los problemas que se mantienen planteados por Enríquez *et al.* (2010), Robledo *et al.* (2010), González-Torres (2013), Rodríguez (2016), Robledo y Enríquez (2016) y Alvarez (2017), se proponen las siguientes acciones como medidas para la conservación.

1. Mantener la colección *ex situ* de *Guettarda rigida* en la sub área 3 del JBM.
2. Mantener conteos poblacionales en el área de Varahicacos como acción de conservación hacia la especie *Guettarda rigida*.
3. Realizar prospección en el cuabal “Tres Ceibas de Clavellinas” donde se ha observado la especie *Guettarda rigida*, para continuar los estudios de hábitats naturales de la especie su recolecta y reproducción.
4. Continuar con el proyecto de la reproducción de las especies en el vivero del JBM.
5. Realizar levantamientos de plantas invasoras en las áreas naturales y trabajar en el control y manejo de las mismas, con la incorporación de nuevos estudiantes de la Carrera Agronomía de la Universidad de Matanzas.
6. Mantener las visitas a las zonas entre la Termoeléctrica de Matanzas y Punta Rubalcaba para continuar la caracterización de las poblaciones de *Guettarda undulata* en los inventarios de Claro y Rodríguez (1989).
7. Desarrollar acciones de capacitación para los decisores y pobladores de la costa norte de Matanzas desde Varadero hasta Bacunayagua para incrementar acciones sobre la vegetación costera, dada la importancia

de las especies que son endemismos y juegan un papel importante en el ecosistema.

8. Estrategia de comunicación educativa a la comunidad matancera sobre la importancia de conservar las especies *Guettarda undulata* y *Guettarda rigida* ya que habitan en zonas costeras desprotegidas, con intrusión salina, donde existe prioridad con acciones de la Tarea Vida que potencian el enfrentamiento de los efectos al cambio climático, al proteger la atmósfera y cultivos aledaños.
9. Profundizar en los trabajos de reproducción por semillas, multiplicación vegetativa y cultivo *in - vitro* para ambas especies, al tener en cuenta los resultados obtenidos en este trabajo con *Guettarda rigida*.
10. Proponer al Grupo de Especialistas de Plantas Cubanas, de la Red de Jardines Botánicos, las categorías de especie en Peligro Crítico para *Guettarda undulata* y En Peligro para *Guettarda rigida*, que parten de los resultados de las prospecciones de campo y observaciones directas de la autora y especialistas del Jardín Botánico de Matanzas.

4. Conclusiones

1. Se actualiza la localización e identificación de las especies *Guettarda rigida* y *Guettarda undulata* en sus poblaciones y la flora acompañante, lo que constituye un paso importante para su conservación.
2. Las alternativas de propagación evaluadas en especies de *Guettarda* han permitido la conservación *ex situ* de *Guettarda rigida*, no así de *Guettarda undulata*.
3. La colección *ex situ* de *Guettarda rigida* en el Jardín Botánico de Matanzas es un referente del establecimiento de la especie como resultado de las acciones y medidas propuestas para su desarrollo, las cuales permitieron hasta la fructificación.
4. Dados los problemas actuales que enfrentan en sus hábitats naturales, ambas especies de *Guettarda* se plantea la categorización de especie en Peligro Crítico para *Guettarda undulata* y en Peligro para *Guettarda rigida*.

6. Recomendaciones

1. Continuar con los trabajos de conservación a partir de las visitas a las áreas naturales, para incrementar y mantener las colecciones en el JBM de las especies, montaje de nuevos ejemplares de herbarios y divulgación hacia los decisores ambientales de la provincia y comunidad matancera.
2. Mantener cuidados especiales hacia los ejemplares fructificados presentes en la colección *ex situ* de la especie *Guettarda rigida* en el Jardín Botánico de Matanzas.
3. Entregar a la comisión de categorización de Plantas cubanas de la Red Nacional de Jardines de la República de Cuba, las planillas oficiales para el cambio en la categorización de *Guettarda undulata* a Peligro crítico y *Guettarda rigida* a especie En Peligro.
4. Aplicar nuevas alternativas para la propagación de la especie *Guettarda undulata*, con mayores precisiones para obtener diferentes respuestas reproductivas.

Bibliografía

Acevedo-Rodríguez, P. and Strong, T. 2012. Catalogue of Seed Plants of the West Indies. Series Publications of the Smithsonian Institution. Washington D.C.

Acosta, M., Sánchez, J. y Bañón, M. 2013. Auxinas. En: Azcon-Bieto, J. y Talón, M. Fundamentos de Fisiología vegetal. Segunda edición. Mc Graw-Hill Interamericana de España, S.L. ISBN edición original: 978-84-481-5168-3, págs. 537-558.

Adolfo, D. y Suárez, K. 2013. Evaluación morfológica de las plántulas de cinco especies forestales mediante la aplicación de tres tratamientos pregerminativos en el Cantón Echeandía, provincia Bolívar. Trabajo de Diploma en opción al título de Ingeniero Forestal. Universidad Estatal Bolívar.

Alain, H. 1964. Flora de Cuba Tomo V. Rubiales, Valerianales, Cucurbitales, Campanulales, Asterales. Asociación de Estudiantes de Ciencias biológicas. La Habana. 362 p.

Alain, H. 1974. Flora de Cuba. Suplemento. Instituto Cubano del Libro. La Habana, 150 p.

Alfonso, A. y Mateo, J. 2015. Classificação das áreas úmidas com enfoque de paisagens e sua aplicação na província de Matanzas (Cuba) Revista Eletrônica da Associação dos Geógrafos Brasileiros – Seção Três Lagoas/MS – nº 22 – Año 12

Alvarado, R., Blanco, A. y Taquechel, A. 2014. Fibras de coco. Una alternativa ecológica como sustrato agrícola. Disponible en [http://tipos de sustratos en la propagación. Ctro. Agr. \[online\]. Consultado en noviembre 2019](http://tipos de sustratos en la propagación. Ctro. Agr. [online]. Consultado en noviembre 2019).

Álvarez, J., Díaz, C. Rodríguez, I., Fraguera, M. 2016. Prácticas de Análisis de Suelos para la Carrera de Agronomía. Editorial Universitaria. 42 p.

Alvarez, N. 2017. Acciones que tributan a la conservación *in-situ* y *ex-situ* de *Coccothrinax borhidiana* O. Muñiz. Tesis en opción al Título de Ingeniero Agrónomo. Matanzas.

Anónimo, 1979. Clasificación Genética de los suelos. 2da Clasificación Genética de los suelos de Cuba. Edit. Revolucionaria. La Habana.

Anónimo. 2012. Guía de información técnica. Disponible [http:// www/ Biomanejo Integral Orgánico Sustentable para la Agricultura SPR de RL de CV](http://www/BiomanejoIntegralOrgánicoSustentablepara-la-AgriculturaSPRdeRLdeCV) Mario Andrade 10 Col. San Juan de Dios, Los Reyes, Michoacán. Consultado en: febrero 2019.

Anónimo 2013. Asociación semilleros argentinos. 2013. Disponible [http// www/La germinación, condiciones para su desarrollo](http://www/LaGerminaciónCondicionesparaSuDesarrollo). Consultado en Mayo 2018.

Anónimo, 2019. Método de obtención de plantas, utilizado por los agricultores. Costa Rica. Agricultores independientes [en línea] julio 1981. Disponible en: [http://www. Centro/ Internacional. de Agricultores de Costa Rica](http://www.CentroInternacionaldeAgricultoresdeCostaRica) . [Consulta: noviembre 2017].

Arévalo, G.; Gauggel C. 2009. Manual de Prácticas, Curso de Manejo de Suelos y Nutrición Vegetal. V ed. Zamorano, Honduras. 74 p.

Armijos, A. y Sinche, M. 2013. Distribución y propagación asexual de cuatro especies forestales nativas en vivero utilizando dos tipos de sustratos, en la Hoya de Loja. Trabajo de Diploma en opción al título de Ingeniero Forestal. Universidad Nacional de Loja. Loja Ecuador.

Bacchetta, Gianluigi; Bueno Sánchez, A.; Fenu, Giuseppe; Jiménez- Alfaro, B.; Mattana, Efisio; Piotto, Beti y Virevaire, Myriam. 2008. Conservación *ex situ* de plantas silvestres. España. (eds). Principado de Asturias / La Caixa. 378 p.

Baldini, E. 1992. Arboricultura general. Edit. Mundi Prensa. España.

Barbat, T. 2006. La multiplicación de las plantas. Viveros (3): 33-43. Ed Pueblo y Educación. La Habana.

Barceló, L., 2006. Las auxinas en la rizogénesis. En Quiala, 2012. Efecto de la 6-bencilaminopurina en la morfología. Disponible en Repositorio. Goetech.cu-jspui. Consultado en agosto 2019.

Berazaín, R.; Areces, F.; Lazcano, J.C. y González - Torres, L. R. 2005. Lista Roja de la Flora Vasculare Cubana. La Habana. Documentos del Jardín Botánico. Gijón. 86 p.

Berazaín, R.; Bécquer, E.; Oviedo, R.; Herrera, P. et González-Torres, L. R. 2009. *Rubiaceae*. En: González-Torres, L. R.; Rankin, R.; Leiva, A. T.; Barrios, D. y Palmarola, A. (eds.) Categorización preliminar de taxones de la flora de Cuba-2009. Bissea. Vol 3. (número especial).

Borhidi, A. 1996. Phytogeography and Vegetation Ecology of Cuba. Budapest, Hungary. 2nd edn. Akadémiai Kiadó. 801 p.

Borhidi, A. Muñiz, O. 1986. The phytogeographic survey of Cuba (II). Acta Bot. Hung. 32 (1-4): 3-48

Burgos, A., Medina, R., Dirchwolf, P., Alayón, P., Marassi, M., Tarragó, J. 2016. En línea en: Botánica Morfológica: www.biologia.edu.ar/botanica. [Nuevo Tema 22](#). Morfología de Plantas Vasculares - [Facultad de Ciencias Agrarias](#), Corrientes, Argentina. Consultado en Junio 2019.

Cabrera, A. 2019. Propuestas de Acciones de la Universidad de Matanzas como respuesta al cambio climático. Documento de trabajo. Centro de Estudios Costa Atenas. Universidad de Matanzas. 8 p.

Cairo, P. Fundora, O. 2005. Edafología. Editorial Pueblo y Educación. La Habana, Cuba 460 p.

Cairo, P. y Reyes, A. 2016. Edafología Práctica. En prensa. Universidad de Atacama. Chile 130 p.

Capote, R. y Berazaín, R. 1986. Clasificación de las formaciones vegetales en Cuba. Revista J. Bot. Nac. Vol II, 2: 27-75. La Habana.

Capote, R. P. 2017. Para conservar ecosistemas montañosos. [en línea] internet@granma.cu (consulta: 26 de mayo de 2017)

Centro Internacional de Agricultura Tropical, CIAT, [en línea] julio 1981. Disponible en: [http://www. Centro/ Internacional. de Agricultura Tropical//pdf](http://www.Centro/Internacional.deAgriculturaTropical/pdf). [Consulta: 21 de diciembre 2016].

CITMA. 2018. Tarea Vida. Documentos del Plan de Estado para el enfrentamiento al Cambio Climático. La Habana.

Claro, A.R. 1985. Conferencias de Biogeografía. Ed. Pueblo y Educación. Ciudad de la Habana. 458 p.

Claro, A. y Rodríguez, L. 1989. Estudio Florístico de la Vegetación Xerofítica del Norte de Matanzas. Rev. Jard. Bot. Nac. 10(2): 129-145.

Conde, M. E., Moreno, J. A., Eras, V. H., Minchala, J., González, D., Aguana, M. y Valarezo, C. 2017. Multiplicación sexual y asexual de *Cinchona officinalis* L., con fines de conservación de la especie. Rev. Tzhoeco, 9 (1), versión electrónica ISSN 1997-3985

Convenio de Diversidad Biológica. 2009. (CDB). Naciones Unidas. Disponible en:(<http://www.biodiv.org>). [Consulta: 20 de junio 2016].

Cronquist, A. 1988. The Evolution and Classification of Flowering Plants. 2da ed. New York Bot, Gard. New York.

Cruz, R. Robledo, L. Rodríguez, L. Sosa, R. Amaro, D. 2017. *Guettarda undulata* Griseb., endemismo local de rocas costeras de Matanzas, Cuba. Convención Internacional Universidad de Matanzas. Matanzas, Cuba.

Domínguez, B. 2008. Conservación de *Coccothrinax borhidiana* en Punta Guano. Tesis en opción al título de Máster en Gestión Ambiental. Universidad de Matanzas.

Domínguez, L. 2018. Propagación de la especie ornamental *Ixora coccinea*. Recomendaciones de su comercialización. Tesis en opción al Título de Ingeniero Agrónomo. Universidad de Matanzas.

Enríquez, A. 2000. Flora y Vegetación de la reserva ecológica Varahicacos. Península de Hicacos. Varadero. Matanzas. 70h. Tesis en opción al título de Máster en Botánica Mención Plantas Superiores. Universidad de la Habana.

Enríquez, A. Robledo, L. Cruz, R. 2006. Notas sobre la distribución y conservación de *Coccothrinax borhidiana* (Arecaceae) en Cuba. *Revista del Jardín Botánico Nacional*, 27: 145-146.

Enríquez, Amalia; Cruz, R., Robledo, Lenia; Domínguez, Belkis, Mestre Ileana. 2010. Estado de amenaza de la especie *Guettarda undulata* (Rubiaceae), en la costa norte de Matanzas. Medidas para su conservación/ *Revista Jard. Bot. Nac. Univ. Habana*. 30-31: 39-50.

Estrategia Global para la Conservación de las Plantas (EGCP) [en línea] (febrero 24, 2002) Disponible en: <http://www.ambiente.gov.ar/?Idarticulo=1902>. [Consulta: 21 de abril 2018].

Ex Museo Botánico. Stockholm. 1923. 17214. *Guettarda undulata*. E. L. Ekman. New York Botanical Garden.

Ex herbario Juan Tomas Roig. 1931. 5686. *Guettarda rigida*. M. Curbelo. New York Botanical Garden.

Ferro, J. 2014. El muestreo y análisis de vegetación: apuntes metodológicos. Centro de Investigaciones y Servicios Ambientales (ECOVIDA). CITMA Pinar del Río, Cuba. 14 p.

Funes, F. 2016. Actualidad de la agroecología en Cuba. En: Funes, F. y Vázquez, L. Avances de la Agroecología en Cuba. ISBN: 978-959-7138-21-1, 19 p

González, A. Robledo, L. Enríquez, A. 2014. O Papel do Jardim Botânico em desenvolvimento científico como um tributo à Conservação da Biodiversidade Vegetal. Experiências do Jardim Botânico de Matanzas, Cuba. *Revista Aretes. Brasil*.

González-Robledo, A.; Robledo, L., Enríquez, A. 2010. Flora y vegetación de “Lomas de Galindo”, Canasí, La Habana. Revista Jard. Bot. Nac. Univ. Habana. 30-31: 39-50.

González-Torres, L.R. 2013. Top 50 Las 50 plantas más amenazadas de Cuba. Ed. Jardín Botánico Nacional. La Habana.

Harold, M. 2010. Técnicas de propagación por estacas. Ucayali. Perú. 189p. Tesis en opción al Título de Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional de Ucayali.

Hartmann, H., Kester, D. 1995. Propagación de plantas. Principios y prácticas. 4ª ed. Continental. México. 760 p.

Hartmann, H., Kester, D., Davies, M. y R. Geneve. 2002. Plant propagation principles and practices. 7th Edition. Prentice Hall. 710 p.

Henríquez C. A. 2004. Efecto de la fragmentación del hábitat sobre la calidad de las semillas en *Lapageria rosea*. Revista chilena de historia natural. 77p

Hernández, A., Pérez, J. Borsh, D. Castro, N. 2015. Clasificación de los Suelos de Cuba. Ediciones INCA. Cuba 93 p.

Herrera, J. 2011. Evaluación de los sustratos: fibra de coco, compost: arena y compost: arena: suelo: casulla de arroz para producción de crisantemo (*Dendrathera x grandiflorum kitamura*) en macrotúnel. Zamorano. Chile.

Howladar, S. M. 2014. *Moringa oleifera* leaf extract can mitigate the stress effects of salinity and cadmium in bean (*Phaseolus vulgaris* L.) plants. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 100, 69-75.

INFOAN. 2015. Organics International will organize and attend several events to speak out on behalf of the organic food and farming community. Disponible <https://www.ifoam.bio>. Consultado en septiembre 2018.

International Seed Testing Association (ISTA) 2004. International Rules for Seed Testing. Ed. 2004. Bassersdorf, CH-Switzerland. 700p.

IUCN. 2001. Red List Categories and Criteria: Version 3.1. IUCN Species Survival Commission. IUCN, Gland and Cambridge. 32 p.

IUCN (International Union of the Conservation of Nature). 2003. Categorías y criterios de la Lista Roja. Versión 3.1. Comisión de supervivencia de las especies de la IUCN, Gland, Suiza y Cambridge, U.K. 32p.

IUCN. 2003(a). Guidelines for Using the IUCN Red List Categories and Criteria. 18. IUCN Species Survival Commission. IUCN, Gland and Cambridge.

Jazmín, J; Souza, N; Méndez, N; Díaz, G. 2003. Production of ornamental-plant supporting sticks from coconut fiber. Investigación Agropecuaria y Desarrollo Sustentable 1 (2): 173 - 178.

Jordán, M., Casaretto, J. 2006. Hormonas y Reguladores del Crecimiento: Auxinas, Giberelinas y Citocininas. Ediciones Universidad de La Serena, La Serena, Chile.

Leiva Suárez, A. 2006. Los jardines botánicos de Cuba apuestan por la conservación de las especies endémicas amenazadas. Bohemia. (CU), 53 (8): 28-30, La Habana.

Lima, N., Moreno, J., Eras, V. y Minchala, J. 2018. Propagación *in vitro* de *Cinchona officinalis* L a partir de semillas In vitro propagation of *Cinchona officinalis* L from *sedes*. Rev. Investig. Altoandín; Vol 20 Nro 2 169 – 178.

Lista Roja de la Flora de Cuba. 2016. [en línea] <https://www.researchgate.net/publication/309313148> (consulta: mayo del 2017).

López, H. y Valladolid, D., 2014. Evaluación de tres tipos de sustratos en la propagación vegetativa por estacas y acodos aéreos de tres especies

forestales nativas de la reserva natural el cristal. [en línea] <https://dspace.unl.edu.ec › jspui › handle>. Consultado: septiembre 2019.

Maldonado, M., García, J., García, G., Rojas, A., Cuevas, J., Torres, N. 2016. Reguladores del crecimiento y sustratos en la propagación de Nanche (*Malpighia mexicana* A. Juss. y *Byrsonima crassifolia* (L.) H.B.K. Disponible en [PDF] unl.edu.ec. Consultado en septiembre 2019.

Manjarrez, M. 2006. Efectos genéticos en la calidad de semilla de maíz de grano normal y de alta calidad de proteína. Tesis en opción del grado científico de doctor en ciencias en fitomejoramiento. Universidad autónoma agraria. Buenavista, Saltillo, Coahuila.

Mantilla, A. 2013. Desarrollo y germinación de las semillas. En Azcon-Bieto, J. y Talón, M. Fundamentos de Fisiología vegetal. Segunda edición. Mc Graw-Hill Interamericana de España, S.L. ISBN edición original: 978-84-481-5168-3, págs. 537-558.

Martínez-Rodríguez, B., Viguera C., Donatti C., Harvey, F. 2017. Proyecto CASCADA. Conservación Internacional (CI). Centro Agronómico Tropical de Investigación y enseñanza (CATIE). División de Investigación y Desarrollo. Turrialba, Costa Rica.

Mesén, F.1998. Enraizamiento de estacas juveniles de especies forestales: uso de propagadores de sub-irrigación. Ed. Ciencia y Técnica. Barcelona.

Mora, A. 2008. Acciones para la conservación de plantas amenazadas, retos y perspectivas. Sevilla, España. Universidad Internacional de Andalucía.

Morillo, J. 2015. Enraizamiento de acodos y sustratos para el desarrollo de la nueva planta. Disponible en [http:// Enraizamiento de acodos](http://Enraizamiento de acodos). Consultado en noviembre 2019.

Navia, R. 2016. Manejo de las poblaciones amenazadas de la Reserva Ecológica Varahicacos. Documento de trabajo 15 p.

Oficina Provincial de Meteorología (ACC), 2012. Estudio climatológico de Matanzas. Caracterización bioclimática. Resultado parcial. Grupo provincial. Matanzas, 48 pp.

Oniani, O.G. 1984. Determinación del fósforo y potasio del suelo en una misma solución de los suelos Kresnoze y Podsólico en Georgia. *Agrojima* 6:25

Pastor, J. 2000. Utilización de sustratos en vivero. Universidad de Lleida, Dpto. de Hortofruticultura, Botánica y Jardinería. Madrid, España. pp. 231-235.

Peredo, S., Vela, María y Jiménez, A. 2016. Determination of resilience/vulnerability levels of urban agroecology initiative in the south west of Andalusia. *IDESIA*, 34 (2): 5-13.

Putts, H. E. 1977. Semillas, desarrollo, estructura y función. Curso sobre producción de semillas. Centro Internacional de Agricultura Tropical. Cali, Colombia.

Quiala, E., Montalvo C., Matos J., Chaves M., Feria M. y Mederos R. 2005. Establecimiento y multiplicación *in vitro* de *Guettarda clarensis*, especie endémica de Cuba en peligro de extinción. Instituto de Biotecnología de las Plantas. Universidad Central Las Villas.

Rady, M. M., Varma, C. B., y Howladar, S. M. (2013). Common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) seedlings overcome NaCl stress as a result of presoaking in *Moringa oleifera* leaf extract. *Scientia Horticulturae*, 162, 63-70.

Robledo, L. 1999. Estado actual del Cuabal "Tres Ceibas de Clavellinas" Propuesta para la conservación de *Melocatus matanzanus* León. Tesis en opción al título de Máster en Ciencias. La Habana.

Robledo, L. & A. Enríquez 2010. Colección de especies amenazadas del Jardín Botánico de Matanzas, Cuba. *Boletín Bissea*, 5 (1). ISSN 1998 – 4189 (impresa), ISSN 1998 – 4197 (digital).

Robledo, L., Enríquez, A., González, A. y Cruz, R. 2010. El Jardín Botánico de Matanzas y la conservación de especies amenazadas de la provincia/ Revista JBN. 10:73/85.

Robledo, L. & Enríquez, A. 2016. En Palmarola, A. & González –Torres, L. R. 2016. Planta. Iniciativa para la conservación de la flora cubana. *Bissea* 10. (Número especial 1): 30-31. La Habana.

Rodríguez, Leyma. 2016. Conservación de *Guettarda rigida* A. Rich. y *Guettarda undulata* Griseb. en el Jardín Botánico de Matanzas. Trabajo de Diploma en opción al Título de Ingeniero Agrónomo. Universidad de Matanzas.

Rojas, S., García, J., Alarcón M. 2004. Propagación asexual de plantas. Editora independiente. San Salvador.

Samek, V. 1973. Regiones fitogeográficas de Cuba. Serie. Forestal. Academia de Ciencias de Cuba. 15:1-60.

Taveira, A. 2005. Fibra de coco: Una nueva alternativa para la formación de plantas. *Revista Brasileira de Reproducción de Plantas* 28 (5): 275 - 277.

Terry, M. 2011. Conservación de *Fraxinus caroliniana* Subsp. *cubensis* (Griseb), Borhidi. Tesis en opción al grado académico de maestro en Agricultura Sostenible. Universidad de Matanzas.

Terry, Mabelkis & Robledo, Lenia. 2016. en Palmarola, A. & González –Torres, L. R. 2016. Planta ¡-Iniciativa para la conservación de la flora cubana. *Bissea* 10. (Número especial 1). La Habana.

Velázquez, M. Peón, I y Zepeda, R. 2016. Moringa (*Moringa oleífera* Lam.) en línea en: <http://www.theplantlist.org/browse/A>, consultado: 22 de febrero 2017.

Villasuso, I., Florido, A., Román, R., Hernández, L., Gómez, N., González, C., Montano, A., 2019. Plan de Manejo Reserva Florística Manejada “Tres Ceibas de Clavellinas”. Matanzas. 87 p.

Walkley A, Black A. 1934. An examination of the Degtjareff method for determining soil organic matter, and proposed modification of the chromic acid titration method. *Soil Sci.* 37:29-38.

Anexo 1

Análisis de suelos realizados en la UEB Estación Experimental de la Caña de Azúcar “Antonio Mesa Hernández”

| | | | |
|---|---|--|--|
|  | UEB ESTACIÓN PROVINCIAL DE INVESTIGACIONES DE LA CAÑA DE AZÚCAR “Antonio Mesa Hernández” LABORATORIO DE SUELO, AGUA Y TEJIDO VEGETAL Carretera Central Km 156 Jovellanos, Matanzas, Cuba Tel: 812593, 812513, Telefax: 82513 E-mail: daily.hernandez@epicamt.azcuba.cu | | |
| | Anexo 1 | | |

| INFORME DE ANALISIS QUIMICO DE SUELO | | | |
|--------------------------------------|---|--------------------------------------|-----------------------------|
| Datos del Propietario | Datos de la Entidad | Datos de la muestra | |
| Nombre: Leyma | Nombre: Laboratorio de Suelo | Informe No.: 1 | Factura No.: N/E |
| Dirección: | Dirección: Carretera Central Km 156, Jovellanos | Responsable del Muestreo: El Cliente | Fecha de Análisis: 19/6+/18 |
| Ciudad: Cárdenas | Ciudad: Matanzas | Fecha de muestreo: | Fecha de Emisión: 29/3/2019 |
| Teléfono: | Teléfono: 812593, 812513 | Fecha de Ingreso: | |
| Fax: | Fax: 82513 | Condiciones Ambientales: N/E | |

| Identificación | P2O5 | K2O5 | PHKCl | PHH2O | MO % | CA | Mg | K | NA |
|----------------|-----------|--------|-------|-------|--------|-------|-------|--------|-------|
| | (mg/100g) | | | | | | | | |
| 1 | 4.282 | 616.58 | 6.07 | 6.95 | 7.97 | 32.63 | 12.34 | 10.909 | 0.314 |
| 2 | 59.9688 | 57.74 | 7.37 | 8.18 | 15.784 | 39.23 | 8.28 | 0.909 | 0.483 |
| 3 | 94.4388 | 78.368 | 7 | 7.63 | 30.4 | 83.6 | 12.67 | 1.459 | 0.44 |
| 4 | 22.3276 | 16.422 | 7.16 | 7.66 | 7.684 | 24.57 | 19.76 | 0.238 | 0.135 |

| INFORMACION ASOCIADA AL ANALISIS | | |
|----------------------------------|---|---|
| Análisis | Método | Observaciones |
| P2O5 y K2O | Oniani | Los resultados de los controles de calidad realizados en cada uno de los métodos se encuentran dentro del rango de error permisibles siendo aceptados en cada uno de los casos. |
| pH KCl | Potenciométrico | |
| MO | Walkley-Black | |
| Na, K, Ca, Mg | Extracción con NH ₄ Ac 1N pH 7 | |

N/E no entregado

Los resultados emitidos en este informe corresponden únicamente a la (s) muestra(s) sometida (s) al ensayo

Se prohíbe la reproducción parcial, si se va a reproducir que sea en su totalidad

Responsable de Laboratorio

Cliente

Anexo 2. Vegetación acompañante de la especie *Guettarda rigida* en Tres Ceibas de Clavellinas, Corral Nuevo, provincia Matanzas.

| ID | Familia botánica | Nombre científico |
|-----------|-------------------------|---|
| 1 | <i>Agavaceae</i> | <i>Agave legreliana</i> Jacobi |
| 2 | <i>Anacardiaceae</i> | <i>Comocladia dentata</i> Jacq. |
| 3 | <i>Arecaceae</i> | <i>Coccothrinax miraguama</i> (H. B. K) Becc. subsp. <i>roseocarpa</i> León |
| 4 | <i>Bignoniaceae</i> | <i>Tabebuia lepidota</i> (HBK) Britt. |
| 5 | <i>Bromeliaceae</i> | <i>Hohenbergia penduliflora</i> A. Rich |
| 6 | <i>Burseraceae</i> | <i>Bursera simaruba</i> (L.) Sarg. |
| 7 | <i>Celastraceae</i> | <i>Maytenus buxifolia</i> (A. Rich.)Griseb. |
| 8 | <i>Combretaceae</i> | <i>Bucida ophiticola</i> Bisse |
| 9 | <i>Ebenaceae</i> | <i>Diospyros crassinervis</i> (Krug) Urb. & Standl. |
| 10 | <i>Erythroxylaceae</i> | <i>Erythroxylum alaternifolium</i> A. Rich. |
| 11 | <i>Malpighiaceae</i> | <i>Stigmaphyllon sagraeanum</i> A. Juss. |
| 12 | <i>Nyctaginaceae</i> | <i>Pisonia rotundata</i> Griseb. |
| 13 | <i>Passifloraceae</i> | <i>Passiflora</i> sp |
| 14 | <i>Poaceae</i> | <i>Lasiasis divaricata</i> (L.) Hitchc. |
| 15 | <i>Polygonaceae</i> | <i>Coccoloba armata</i> Griseb. |
| 16 | <i>Rubiaceae</i> | <i>Guettarda calyptrata</i> A. Rich. |
| 17 | <i>Rubiaceae</i> | <i>Guettarda rigida</i> A. Rich. |
| 18 | <i>Rubiaceae</i> | <i>Catesbaea holacanta</i> Wr. |
| 19 | <i>Smilacaceae</i> | <i>Smilax havanensis</i> Jacq. |

Anexo 3. Resultados de algunos parámetros observados en la especie *Guettarda rigida*, en la colección *ex situ* del JBM.

| Número del ejemplar | Altura (cm) | Grosor del tallo (cm) | Ramificaciones | Estado |
|----------------------------|--------------------|------------------------------|-----------------------|---------------|
| 1 | 1,80 | 4 | 2 | Bueno |
| 2 | 0,90 | 2,5 | 2 | Regular |
| 3 | 1,20 | 2 | 4 | Bueno |
| 4 | 0,50 | 1 | 1 | Regular |
| 5 | 1,30 | 2,5 | 2 | Bueno |
| 6 | 1,37 | 3 | 2 | Bueno |
| 7 | 1,20 | 2 | - | Regular |
| 8 | 1,00 | 1 | - | Malo |
| 9 | 1,25 | 2 | 1 | Bueno |
| 10 | 0,65 | 1 | 1 | Regular |
| 11 | 0,90 | 1 | 1 | Regular |
| 12 | 0,65 | 1,5 | - | Regular |
| 13 | 0,92 | 1,5 | - | Regular |
| 14 | 0,90 | 1,5 | 1 | Bueno |
| 15 | 1,00 | 2 | - | Bueno |
| 16 | 0,50 | 4 | - | Regular |
| 17 | 0,82 | 1,5 | 1 | Regular |
| 18 | 1,00 | 1 | - | Malo |
| 19 | 1,05 | 1 | - | Malo |
| 20 | 1,22 | 2,5 | - | Malo |
| 21 | 0,10 | 7 | | Malo |

Anexo 4. Flora acompañante área No.1, parcela 1 Costa Norte, zona próxima a Termoeléctrica “Antonio Guiteras”.

| ID | Familia botánica | Nombre científico |
|-----------|-----------------------------|---|
| 1 | <i>Euphorbiaceae</i> | <i>Gymnanthes lucida</i> Sw. |
| 2 | <i>Euphorbiaceae</i> | <i>Omphalea tricotoma</i> Muell. Arg. |
| 3 | <i>Myrtaceae</i> | <i>Eugenia anthacanthoides</i> Ekman & Urb. * |
| 4 | <i>Moraceae</i> | <i>Ficus laevigata</i> Vahl |
| 5 | <i>Rubiaceae</i> | <i>Chiococca alba</i> (L) Hitch |
| 6 | <i>Rubiaceae</i> | <i>Guettarda undulata</i> Griseb.* |
| 7 | <i>Rubiaceae</i> | <i>Trichilia hirta</i> L. |
| 8 | <i>Rubiaceae</i> | <i>Psychotria undata</i> Jacq. |
| 9 | <i>Sapindaceae</i> | <i>Serjania subdentata</i> Juss. |
| 10 | <i>Solanaceae</i> | <i>Solanum havanense</i> Jacq. |

Anexo 5 Flora acompañante área No.1, parcela 2 Costa Norte, zona próxima a Termoeléctrica “Antonio Guiteras”.

| ID | Familia botánica | Nombre científico |
|-----------|-------------------------|--|
| 1 | <i>Apocynaceae</i> | <i>Plumeria obtusa</i> L. |
| 2 | <i>Boraginaceae</i> | <i>Cordia globosa</i> (Jacq.) HBK. |
| 3 | <i>Bromeliaceae</i> | <i>Tillandsia fasciculata</i> Swartz |
| 4 | <i>Bromeliaceae</i> | <i>Tillandsia flexuosa</i> Sw. |
| 5 | <i>Commelinaceae</i> | <i>Commelinia erecta</i> L. |
| 6 | <i>Eupobiaceae</i> | <i>Gymnanthes lucida</i> Sw. |
| 7 | <i>Lamiaceae</i> | <i>Pseudocarpidium ilicifolium</i> (A. Rich.) Millsp. |
| 8 | <i>Moraceae</i> | <i>Ficus</i> sp. |
| 9 | <i>Moraceae</i> | <i>Ficus laevigata</i> Vahl. |
| 10 | <i>Myrtaceae</i> | <i>Eugenia anthacanthoides</i> Ekman & Urb. * |
| 11 | <i>Olacaceae</i> | <i>Schoepfia chrysophylloides</i> (A. Rich.) Planch |
| 12 | <i>Orchidaceae</i> | <i>Oeceoclades maculate</i> L. |
| 13 | <i>Passifloraceae</i> | <i>Passiflora</i> sp |
| 14 | <i>Rubiaceae</i> | <i>Rondeletia camarioca</i> Wr. ex Sauv. |
| 15 | <i>Rubiaceae</i> | <i>Psychotria undata</i> Jacq. |
| 16 | <i>Rubiaceae</i> | <i>Trichilia hirta</i> L. |
| 17 | <i>Rubiaceae</i> | <i>Guettarda undulata</i> Griseb. |
| 18 | <i>Rubiaceae</i> | <i>Morinda royoc</i> L. |
| 19 | <i>Simarubaceae</i> | <i>Picranmia pentandra</i> Sw. |
| 20 | <i>Solanaceae</i> | <i>Solanum havanense</i> Jacq. |
| 21 | <i>Verbenaceae</i> | <i>Lantana involucrata</i> L. |

Anexo 6. Flora acompañante área No. 2, parcela 3, Costa Norte, Punta Rubalcaba.

| ID | Familia botánica | Nombre científico |
|-----------|-------------------------|---|
| 1 | <i>Apocynaceae</i> | <i>Angadenia berterii</i> A. DC. |
| 2 | <i>Bromeliaceae</i> | <i>Hohenbergia penduliflora</i> (A. Rich.) Mez. |
| 3 | <i>Bromeliaceae</i> | <i>Tillandsia valenzuelana</i> Bich. |
| 4 | <i>Bromeliaceae</i> | <i>Tillandsia usneoides</i> L. |
| 5 | <i>Euphorbiaceae</i> | <i>Gymnanthes lucida</i> Sw. |
| 6 | <i>Rubiaceae</i> | <i>Rondeletia camarioca</i> Wr. ex Sauv. |
| 7 | <i>Rubiaceae</i> | <i>Chiococca alba</i> (L) Hitch. |
| 8 | <i>Rubiaceae</i> | <i>Guettarda undulata</i> Griseb. * |
| 9 | <i>Rubiaceae</i> | <i>Psychotria nutans</i> Sw |
| 10 | <i>Sapindaceae</i> | <i>Serjania subdentata</i> Juss. |