

Spathodea campanulata
(tulipán africano)

Foto: Archivo del Proyecto EEI

Spathodea campanulata (tulipán africano)

Alejandro Díaz Medina^{1*}, Alexey Rodríguez Medina², Norlis Albelo Filgueiras² & Ana Edilia Rivera Hernández²

¹Universidad de Sancti Spiritus, MES, Sancti Spiritus. ²Dirección de Protección al Medio. Complejo de Turismo Topes de Collantes, MINFAR, Sancti Spiritus. *Contacto: alejandrodmd@uniss.edu.cu

INTRODUCCIÓN

En tiempos pasados, las montañas y los océanos representaban formidables barreras naturales para casi todas las especies. Los ecosistemas evolucionaron en un relativo aislamiento. Las primeras introducciones intencionales de especies exóticas acompañaron a las primeras migraciones humanas, ya que nuestros ancestros intentaban satisfacer sus necesidades físicas y sociales. Sin embargo, la magnitud y la frecuencia de estas primeras introducciones eran menores en comparación con las actuales, asociadas con el comercio mundial y el movimiento de personas (Lowe & *al.*, 2004).

Actualmente el efecto de las invasiones de animales exóticos ha sido mejor estudiado y por lo tanto, más reconocido como un problema por la opinión pública; no obstante, poca información existe sobre las invasiones de plantas exóticas, aun cuando la evidencia científica sugiere que aquellas plantas introducidas que se vuelven invasoras pueden modificar profundamente los ecosistemas donde se establecen (Pauchard & Alaback, 2002).

Después de su introducción inicial, las plantas invasoras son capaces de esparcirse hasta cubrir grandes áreas y pueden convertirse en una seria amenaza a la integridad y productividad de los ecosistemas. Este proceso de invasión es regulado por las características de las plantas invasoras y la comunidad que está siendo invadida (Masters & Sheley, 2001), por lo que el manejo de estas plantas se torna complejo y es necesario información relevante tanto ecológica como económica que debe ser sintetizada en sistemas de apoyo a la toma de decisiones que estén a disposición de los usuarios.

El monitoreo biológico, que es la actividad de registrar información específica sobre una especie de modo consistente a lo largo del tiempo, brinda datos que llevan a un mejor entendimiento de las especies exóticas y contribuye a un manejo más efectivo de las mismas. Se necesita un amplio rango de información sobre las especies exóticas, incluyendo datos sobre su área de dispersión, su abundancia, preferencias de hábitat, velocidad de dispersión, impacto sobre otras especies, valor que tienen para la fauna nativa, agentes

naturales de control y respuesta a los intentos de control. También es valiosa la información sobre los fenómenos influenciados por las estaciones del año como son la primera floración y fructificación en zonas climáticas diferentes, y arroja luz sobre aspectos del desarrollo y los ciclos de vida de las especies exóticas. (Haber, 1997).

El objetivo de este protocolo de monitoreo es ofrecer algunas herramientas metodológicas que contribuyan a la recolección de información bio-ecológica del comportamiento de la especie exótica invasora *Spathodea campanulata* P. Beauv., en las diferentes áreas de dispersión.

CARACTERIZACIÓN DE LA ESPECIE

Nombre científico: *Spathodea campanulata* P. Beauv.

Publicación original: esta especie fue descrita en 1805 por el naturalista francés Ambroise Marie François Joseph Palisot, barón de Beauvois (Fl. Oware 1: 47. 1805).

Etimología del nombre científico: el nombre del género proviene del griego, σφρατη, en referencia al cáliz parecido a una espada. Por su parte "*campanulata*" es un epíteto latino que significa "con forma de campánula" es decir con forma de pequeña campana, aludiendo a la forma de las flores.

Algunos otros nombres científicos usados históricamente para la especie (sinonimia): *Bignonia tulipifera* Thonn., *Spathodea danckelmaniana* Büttner, *Spathodea nilotica* Seem., *Spathodea tulipifera* (Thonn.) G. Don (Trópicos, 2016).

Clasificación taxonómica superior de la especie: Género: *Spathodea*, Familia: Bignoniaceae, Orden: Lamiales, División: Magnoliophyta.

Descripción:

Árbol de unos 15 m. El tronco es delgado y recto, con una corteza de color marrón-pardo muy suave, su copa es pequeña y redondeada. Hojas grandes, de color verde brillante, pinnadas, crecen dispuestas de 4 a 8 pares. Lo más llamativo e impresionante de este árbol, es el momento de su floración (Figura 1A). Sus flores, que crecen en racimos o panojas multifloras, son de un color anaranjado, en ocasiones matizando a rojo, y con el interior amarillo, aunque se han encontrado ejemplares con las flores de color completamente amarillo; estas flores con forma de copa (Figura 1B) almacenan la

lluvia y son muy atractivas para las aves. Posee frutos en forma de cápsula que miden entre 18 y 30 cm de largo, situados en una posición estratégica en los extremos de las ramas, que facilita la dispersión de las semillas aladas, contenidas en su interior en un número que oscila entre 300 y 1 200 semillas por fruto. Estas semillas tienen forma de corazón rodeadas por una membrana muy fina (Figura 1C), es considerada una semilla anemócora, propiciándose su dispersión a través del aire (Joseph, 2004), esta membrana es altamente higroscópica lo que favorece la retención de agua y la germinación. Hay alrededor de 125 000 semillas por kilogramo.



Fig. 1. *Spathodea campanulata*. A: árbol florido. B: inflorescencia. C: semilla. Fotos: A y B: Archivo de imágenes Proyecto EEI, C: A. Díaz.

Distribución global:

El área de distribución original de *Spathodea campanulata* se extiende a lo largo de la costa occidental de África tropical (Angola, Benin, Burundi, Camerún, Costa de Marfil, Gabón, Ghana, Guinea, Guinea Ecuatorial, Liberia, Nigeria, Ruanda, Sierra Leona, Togo y Zaire). A partir de su área nativa fue dispersada por todo el mundo (Figura 2). Está considerada entre las 100 especies exóticas invasoras más dañinas del mundo (Lowe & *al.*, 2004). Los factores que propiciaron la dispersión de la especie, fueron el comercio internacional, trasladada como comercio o souvenir, o por introducción accidental de sus semillas en cargamentos.



Fig. 2. Distribución mundial actual de *Spathodea campanulata*.



Distribución en Cuba:

Introducida por la Estación Experimental Agronómica de Santiago de las Vegas durante la primera década del siglo XX (Cuba, 1915), fue propagada rápidamente por toda la isla como planta ornamental de jardines, fincas, parques y avenidas. Actualmente se extiende por toda Cuba (Oviedo & Díaz, 2011). Alain (1957) ya plantea su condición de especie escapada de cultivo y asevera: "Este hermoso árbol tiende a establecerse, reproduciéndose abundantemente de semillas". Actualmente posee gran tendencia a invadir bosques naturales y plantaciones forestales y cafetaleras en zonas montañosas. Está considerada dentro de las quince especies espermatofitas exóticas invasoras terrestres más agresivas a la diversidad biológica y el medio ambiente en general, y una de las cinco de mayor prioridad para trabajar intensamente, dada su alta agresividad en diferentes ecosistemas del país (Oviedo, 2005; GNDB, 2009).

Específicamente en el Paisaje Natural Protegido (PNP) "Topes de Collantes" de la provincia de Sancti Spiritus, y otras áreas del macizo montañoso Guamuha se encuentra muy difundida, llegando a formar incluso rodales compactos con numerosos ejemplares de distintas edades y alta capacidad de producción y diseminación de semillas (Díaz & *al.*, 2005).

Nombres comunes cubanos: tulipán africano, tulipán rojo, tulipán, espatodea, cedro de la India.

Usos e importancia:

Debido a la belleza de sus flores, el uso de este árbol ha sido principalmente ornamental. Francis (1990) manifiesta que este árbol ha sido plantado a través de la zona tropical húmeda sólo por sus flores rojo-naranja de gran tamaño ya que su madera es liviana y poco usada. Las flores miden alrededor de 10 cm de largo, tienen forma de tulipán, con gargantas doradas y bordes amarillos. Se encuentran agrupadas en grandes racimos terminales en la parte superior de las ramas, y aparecen con tal abundancia que se reconocen a una gran distancia por su aspecto vistoso. Es reconocido como uno de los árboles de mayor belleza en el mundo.

Características ecológicas adaptativas:

Es un árbol que tiene un crecimiento bastante rápido, sobre todo en suelos fértiles. En su desarrollo llega a tener una altura en torno a los 10-12 metros, aunque en estado silvestre puede alcanzar los 30 metros.



Problemática de la especie a nivel nacional, internacional y problemática para su monitoreo.

Spathodea campanulata está en la lista de las 100 especies exóticas invasoras más dañinas del mundo según Lowe & al. (2004). En el proceso de invasión, suplanta la vegetación nativa y se establece ocupando todos los estratos, provocando el cambio en la estructura del bosque. Este proceso invasivo ha sido favorecido por las perturbaciones antropogénicas de gran intensidad a que fueron sometidos estos ecosistemas.

De forma general existe poca información sobre el crecimiento de esta especie en Cuba, aunque sí hay muchas referencias sobre su rápido desarrollo y comportamiento altamente invasor en varias zonas tropicales del planeta, muchas de ellas vinculadas a áreas protegidas donde se le da seguimiento a las especies exóticas introducidas.

El árbol del tulipán africano florece y fructifica durante varios meses, y cada árbol produce centenares de cápsulas o vainas fructíferas de aproximadamente 22 x 5 cm, cada una de las cuales contiene varios centenares de semillas muy livianas y fácilmente transportadas por el viento, por lo que Auld & Nagatalevu-Seniloni (2004) la reportan como una especie difícil de eliminar de las tierras que invade, ya que también rebrota a partir de trozos de raíces y ramas rotas, y por la reinfestación de plántulas. Su alta capacidad de producción de semillas y el hecho de que tengan amplia diseminación sobre todo en épocas ventosas, constituyen un medio favorable para colonizar tierras trabajadas, con ventajas sobre las especies nativas.

Es una especie tolerante a la sombra, con tendencia a volverse invasor en ambientes genuinamente tropicales, por lo que en tales lugares invade las tierras de cultivo abandonadas y los bosques maduros, donde las semillas germinan rápidamente y forman una vegetación baja, de la cual unos cuantos especímenes sobresalen al dosel y crecen agresivamente, con una alta tasa reproductiva, alta capacidad de dispersión, habilidad para reproducirse sexual y asexualmente, rápido crecimiento desde la etapa de plántula hasta la madurez sexual y alta tolerancia a la heterogeneidad ambiental, que le permiten diseminar abundantemente sus semillas que en estas condiciones germinan con gran facilidad.

Se conoce que el anillado es un método efectivo para controlar estos árboles, así como la corta acompañada de repetidas remociones de rebrotes. No existe ninguna información sobre el control químico. En Uganda se reporta que el tulipán africano es atacado por dos lepidópteros, dos especies de termitas y un escarabajo de la corteza. En Puerto Rico se reportaron nueve especies de insectos de los

órdenes Homoptera, Lepidoptera, Hymenoptera y Thysanoptera alimentándose de varias partes del árbol (Martorell, 1975).

Los significativos avances logrados en el control biológico en los países desarrollados han demostrado que este método constituye una alternativa de manejo sustentable y ambientalmente segura contra plantas invasoras. No obstante, la utilización de la táctica de control biológico ha sido poco usada en América del Sur y Centroamérica (Medal & Norambuena, 2004).

En Cuba, específicamente en áreas del macizo Guamuhaya (Topes de Collantes), se han realizado estudios que han identificado como agente causal de la marchitez en *S. campanulata* al hongo *Ceratocystis fimbriata* Ellis & Halst. (Ceratocystidaceae Ascomycota), con un alto grado de especialización, describiéndose por vez primera la forma especial *spathodense*, lo que constituye un potencial agente de control biológico de esta peligrosa especie invasora.

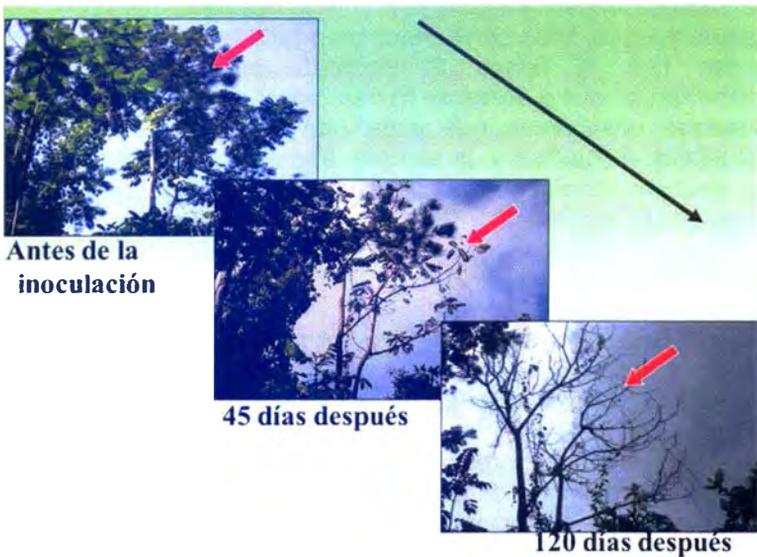


Fig. 3. Efectos de la aplicación del hongo *Ceratocystis fimbriata* en ejemplares de *Spathodea campanulata*. Fotos: A. Díaz.

Los efectos del hongo en árboles se producen a través de la infección típica de estos hongos en heridas frescas o daños mecánicos, aunque la infección por las raíces también es común. Micelios y esporas penetran la madera y se mueven a través del xilema y células del parénquima, causando una coloración de púrpura a

castaño en el xilema y los radios medulares. Esta coloración puede extenderse varios metros en el tronco del árbol y en las ramas. En la superficie del tronco se pueden desarrollar úlceras malignas, de las cuales en algunos casos el árbol es capaz de recuperarse tras suprimirlas.

En los ensayos que se han realizado de forma controlada, se permitió demostrar que con la inoculación artificial de *Ceratocystis fimbriata* f. sp. *spathodense* por diferentes métodos permitió reproducir el síndrome de la marchitez en *S. campanulata*, provocando la muerte al 90 % de las plantas inoculadas (Figura 3). Se obtuvieron los mejores resultados al inocular plantas jóvenes; disminuyendo la eficiencia, para los parámetros periodo de incubación del hongo y porcentaje de mortalidad, en la medida que aumentó el diámetro de los tallos de las plantas inoculadas (Herrera & al., 2015). No obstante a los resultados alentadores de lo investigado hasta hoy, para iniciar inoculaciones a gran escala de este potencial agente de control biológico, es necesario realizar estudios más rigurosos y cumplir con los preceptos que exige seguridad biológica.

Algunos autores, tales como Harrington (2000) y Baker & al. (2003), afirman que el hongo *C. fimbriata* presenta varias cepas especializadas que a veces se llaman “tipos”, “formas” o “razas” y las evidencias demuestran que cada una de estas cepas tiene un hospedante específico y al parecer distinta distribución geográfica. Los aislados de algunos hospedantes y de algunas regiones son únicos genéticamente.

MONITOREO

El monitoreo es la evaluación periódica para conocer tendencias. El monitoreo proporciona una línea de información base que permite entender el comportamiento de un sistema a través del tiempo (Galindo-Leal, 2003).

Un programa de monitoreo efectivo requiere de un inventario de las especies presentes en el territorio a estudiar, y conocer la ubicación de las principales poblaciones, evaluar el desplazamiento de especies existentes en la zona e involucrar a la mayor cantidad de personas e instituciones en las actividades de manejo de las especies.

El manejo de poblaciones en los diferentes ecosistemas debe realizarse con mucho cuidado y sobre una sólida base científica, debido a los riesgos por efectos no deseados.

Es necesario entonces identificar grupos funcionales que puedan ser utilizados como indicadores en programas de valoración, conservación y manejo ambiental, para cada caso específico a ser monitoreado.

Los objetivos del manejo que se **propondrá y los métodos de gestión** o prácticas a utilizar estarán en función del estado de la invasión, las características de la especie priorizada y el hábitat afectado, tomando en consideración los costos aproximados y la disponibilidad de recursos económicos y humanos para su implementación. Teniendo en cuenta estas cuestiones las especies a monitorear podrán ser tratadas con métodos de prevención, erradicación o contención o control.

Objetivos del monitoreo y utilidad de la información que se obtendrá

- . Diagnosticar la situación y expansión de la especie.
- . Detener el avance y expansión de la especie.
- . Evaluar la regeneración de especies nativas después de acciones de control.
- . Restaurar, en lo posible, la estructura, composición y funcionamiento del bosque.

Algunas de las preguntas que pueden guiar la investigación de seguimiento, en función de su manejo certero sobre bases científicas son:

- ¿Cuál es la distribución espacial actual de la especie?
- ¿Cuáles son las fases de desarrollo predominante en los sitios de muestreo?
- ¿Que densidad de plantas por hectárea, alcanza esta especie en los rodales seleccionados?
- ¿Cuán rápido se propaga y coloniza los lugares degradados?
- ¿Cuáles son las vías fundamentales que usa para su diseminación?
- ¿Cómo es su comportamiento en relación con otras especies invasoras?
- ¿Qué condiciones ecológicas favorecen su establecimiento y diseminación, en qué medida sucede?
- ¿Cuál es su impacto sobre las especies nativas, endémicas o amenazadas?
- ¿Cuál es su comportamiento ante distintos tipos de manejo?

VARIABLES A MEDIR.

- Distribución espacial. Cantidad de individuos y fases de desarrollo predominantes, en los rodales seleccionados a muestrear.
- Área basal por individuo y especie en cada sitio de muestreo. Dinámica.



• Cobertura-abundancia en los sitios de muestreo. Densidad de individuos de *S. campanulata* por hectárea.

- Diseminación de semillas en la época de máxima dispersión.
- Dinámica de colonización de la especie invasora en distintos sitios de estudio.
- Porcentajes de disminución de la EEI, ante el uso de métodos de control mecánico, biológico e integrado.
- Flora asociada, variación en un periodo de 3 años. Ocupación del espacio por especies nativas después de acciones de control.

Se debe contar con los datos de temperatura, precipitaciones, humedad relativa, insolación, incidencia de huracanes etc., provenientes de las estaciones meteorológicas cercanas a las zonas a monitorear, además para cada sitio de muestreo seleccionado es necesario identificar su relieve, hacer referencia a la exposición de las laderas, (Norte, Sur, Este u Oeste) y al piso altitudinal o posición ya que en los mismos se marcan diferencias en cuanto a grado de humedecimiento, insolación, temperatura, etc. Además es necesario tener en cuenta la formación vegetal predominante, el tipo de rocas presentes, las características de los suelos y el grado de erosión que presenta.

¿Dónde y cuándo monitorear?

Según objetivo propuesto así será la selección del lugar. Cada uno de los sitios a monitorear será seleccionado según los criterios de especialistas y técnicos del territorio con asesoría de algunos de mayor experiencia si fuese necesario, teniendo en cuenta los lineamientos generales propuestos para la selección de los mismos. En cualquiera de los casos deben establecerse puntos permanentes de muestreo y debe seleccionarse, a partir de las condiciones de financiamiento y de personal que se tienen, la cantidad de réplicas en el tiempo que se harán. Además se debe cumplir con el requisito de que el sitio o punto de muestreo este georeferenciado para que sea el mismo en cada toma de datos, que se utilice la misma metodología para la visualización de la especie y que se lleve a cabo en las mismas épocas del año. Se recomienda, realizar al menos 4 visitas en el año, en ambas estaciones (periodo lluvioso y periodo seco), aunque se debe priorizar las visitas en periodo lluvioso.

Principales criterios metodológicos.

Seleccionados los sitios de muestreo, en dependencia de los objetivos y variables propuestos a evaluar, se establecerá el método



de seguimiento de la EEI, en este caso será estableciendo parcelas de monitoreo. Estas parcelas serán cuadrados de área equivalente a 100 m² y se distribuirán de manera que las mediciones sean representativas del territorio a monitorear, abarcarán, en caso de las áreas protegidas, tanto las zonas núcleo como las zonas de transición y amortiguamiento. En cada sitio de muestreo se establecerán al menos 3 parcelas de monitoreo.

Se debe prestar atención muy cuidadosa al establecimiento de las parcelas de monitoreo. El monitoreo a largo plazo exige que las parcelas permanezcan sin perturbación de modo tal que se puedan hacer observaciones consistentes y comparables. Las parcelas de monitoreo quedarán bien establecidas y delimitadas, por lo que se determinará un sistema de marcaje permanente que las identifique, además es necesario definir su geoposición para su posterior cartografía.

En cada parcela de monitoreo se medirán un grupo de variables en dependencia del objetivo que se persigue en ese sitio.

Se realizará un conteo de todos los ejemplares de *S. campanulata* y se determinará las etapas de desarrollo en que se encuentra, teniendo en cuenta las categorías propuestas por Álvarez & Varona (2006), que se describen a continuación:

Diseminado: partiendo del calvero, cuando las pequeñas plantas han logrado establecerse pero aún no se influyen entre ellas de forma ostensible, ni tienen aún suficiente follaje para proteger el suelo. La altura de las plantas es de menos de 1 m.

Brinzal: las plantas miden de 1 y hasta 5 m de altura, aproximadamente. Tienen ramas prácticamente desde la base y las de un arbolito se influyen con las de los vecinos. El crecimiento en altura se tiene en cuenta hasta esta etapa, para evaluar el comportamiento de la masa, mientras que el diámetro generalmente aún no es usado.

Latizal: esta se subdivide a su vez en latizal bajo (diámetro de 6-12 cm y altura en dependencia de la especie entre 6 y 15 m) y latizal alto (diámetro entre 12-20 cm y altura entre 10 y 18 m en dependencia de la especie y la localidad). En la primera subetapa se produce el crecimiento más rápido del árbol.

Fustal: puede a su vez subdividirse en tres subetapas que en dependencia del diámetro se clasifican en: fustal bajo (diámetro de 22-30 cm), fustal medio (diámetro entre 30 y 50 cm) y fustal alto (más de 50 cm de diámetro). Solo es propio para las grandes especies de



árboles. En el caso de *S. campanulata* es muy difícil encontrar ejemplares con estas características.

La estimación del área basal permite medir los cambios de la vegetación en un sitio determinado y su tendencia en el tiempo. El área basal es la superficie de una sección transversal del tallo o tronco del individuo a determinada altura del suelo, expresa el espacio real ocupado por el tronco, a diferencia de la cobertura, que expresa la extensión de las partes aéreas. Esta medida se expresa en m^2 de material vegetal por unidad de superficie de terreno.

En las parcelas seleccionadas y geoposicionadas se miden los diámetros de todos los árboles. La medición podrá realizarse con una cinta métrica, y en este caso se mide el perímetro o podrá medirse directamente el diámetro utilizando una cinta diamétrica o una forcípula.

En cada árbol la medición se hace a aproximadamente a 1,3 m del suelo (DAP = diámetro a la altura del pecho). Los individuos deberán ser identificados y marcados con chapillas numeradas, para evitar confusiones y poder valorar su tendencia en el tiempo.

Los datos tomados en el campo se recogerán en una planilla, se estimará posteriormente el área basal por individuos y por especie, y también se podrá estimar el área basal de la parcela. Este método permite también estimar la densidad de individuos en cada parcela.

La abundancia se determina a partir de una escala de cobertura-abundancia. Las coberturas se calculan a partir del porcentaje de la superficie de la unidad de muestra.

Escala de cobertura-abundancia de Braun-Blanquet

r) Uno o pocos individuos con mínima cobertura.

+) Especies ocasionales con pocos individuos que ocupan muy baja cobertura.

1) Individuos abundantes con cobertura muy baja; o pocos individuos con cobertura menor que 5 %.

2) Individuos que ocupan del 5 a 25 % de cobertura.

3) Individuos que ocupan del 25 a 50 % de cobertura, independientemente del número de individuos.

4) Individuos que ocupan del 50 a 75 % de cobertura, independientemente de su número.

5) Individuos que ocupan del 75 a 100 % de cobertura, independientemente de su número.

El conteo de semillas diseminadas de forma natural, tanto en condiciones de ecotono y sotobosque en los sitios seleccionados, se realizará mensualmente abarcando todo el período de máxima

diseminación de semillas. Para ello se tomarán seis (6) puntos al azar, en cada parcela de monitoreo, en los cuales se procederá a realizar conteo de la totalidad de semillas que se encuentran dispersas en un metro cuadrado de suelo.

Se determinará la cantidad de semillas que se encuentren afectadas por insectos u otros animales, identificando estos posibles agentes de control natural que al afectar la germinación, podrían disminuir la diseminación de esta especie.

De los sitios de muestreo se seleccionarán rodales con el fin de poder definir las especies vegetales más comunes que se encuentran asociadas a esta especie invasora. Se procederá a identificar y contabilizar todas las especies de plantas que se encuentran en esa área, independientemente del grado de desarrollo que presenten, determinándose el porcentaje de aparición de cada una de ellas.

Para el estudio de la flora acompañante del área es muy recomendable contar con la lista de especies más comunes en estos ecosistemas y que los investigadores reconozcan sin dificultades la mayoría de ellas en los sitios a muestrear. Ante el desconocimiento de algunas de ellas se procedería a recolectar materiales de herbario de cada especie desconocida o con dudas, asignándoles en las anotaciones un número, letra o nombre cualquiera, que después se sustituirá por sus nombres científicos cuando las plantas sean identificadas (Véase el Anexo 2 del protocolo para *Acacia farnesiana*, García-Lahera & Granda, 2017).

Monitoreo en condiciones de manejo.

A los efectos de este protocolo, se ejecutarán dos tipos de manejo: manual y biológico.

El método de manejo manual (mecánico) consiste en realizar labores de anillamiento en determinados grupos de individuos, priorizando aquellos que se encuentran en estado adulto y reproductivo (semilleros) con alta capacidad de producir flores y frutos y por lo tanto diseminar gran cantidad de semillas.

Ante la gran capacidad de rebrote que presenta *S. campanulata*, inmediatamente después del anillamiento o la tala del árbol, es necesario realizar varias labores de eliminación de los nuevos rebrotes hasta causar la muerte del árbol.

Se evaluará la regeneración natural de especies nativas del ecosistema, en aquellos lugares sometidos a la tala o la muerte por anillamiento de la invasora, valorando el enriquecimiento del bosque con estas especies. En algunos lugares se harán siembras artificiales con especies seleccionadas y previamente cultivadas en viveros. En

ambos casos se le brindará toda la atención necesaria que garantice la supervivencia, establecimiento y desarrollo de estas especies.

En el caso de manejo a través del control biológico se basa en el empleo del hongo fitopatógeno *Ceratocystis fimbriata*.

Algunas recomendaciones prácticas en el manejo

. La intensidad del manejo a aplicar, será fuerte y las medidas anti erosivas deben tenerse en cuenta a la hora de realizar la tala selectiva sanitaria.

. De acuerdo a la forma de distribución de especie será la intensidad de la tala, para evitar grandes claros y exponer al suelo a la erosión.

. Los trabajos de corta se deben iniciar al finalizar la época de lluvia, para posibilitar la recuperación de la vegetación que se establezca por regeneración natural o por plantación

. El control de la regeneración natural y de los rebrotes de la especie invasora será una tarea permanente, pues la alta capacidad de las especies invasoras de reproducirse por tallar puede hacer retroceder todo el manejo iniciado.

. El uso del hongo fitopatógeno *Ceratocystis fimbriata*, se hará según lo establecido en la legislación vigente en materia de seguridad biológica

Análisis de los datos.

En general los datos se deben organizar en hojas de cálculo con las variables que se evalúan y que contengan los distintos sitios de muestreo y parcelas de monitoreo. Es recomendable usar el mismo formato de variables, sitios, especies, etc. en los distintos muestreos lo que facilita transportar información de una hoja a otra para otros análisis y evaluar su tendencia en el tiempo. Las tablas deben contener columnas y filas para totalizaciones parciales. Éstas son muy útiles para análisis parciales y controles.

Con los datos cuantitativos obtenidos en el campo se pueden hacer análisis o estimaciones temporales de:

. Los cambios en el tamaño de población, comparando los resultados del cálculo de la densidad media de la población en cada fecha de muestreo.

- La densidad media de la población se calcula mediante la siguiente fórmula: $d = \sum Xi / a$. Donde Xi es la cantidad de individuos observados en cada parcela y a es la cantidad de parcelas. Existen programas de computación que viabilizan estos cálculos y ofrecen gráficamente los resultados y sus análisis estadísticos.

. El estado de la población, comparando las proporciones de adultos, juveniles y plántulas.



. Análisis de cobertura, comparando los porcentajes de cobertura de la especie en la zona.

Con los datos de la comunidad, o sea el número de individuos por especies de cada muestreo se pueden confeccionar gráficos de abundancias relativas o curvas de rango-abundancia, que son alternativas a los índices de diversidad.

Análisis estadísticos.

Estimación de la riqueza

Con base en la curva de acumulación de especies se puede hacer una predicción cualitativa de la riqueza biótica. No obstante, al adicionar a este muestreo el número de individuos o la frecuencia de captura de las especies (abundancia), es posible tener una predicción matemática mucho más refinada. Tal es el caso del estimador Chao2 que utiliza particularmente el número de especies con abundancia 1 y con abundancia 2 (Colwell & Coddington, 1994). El algoritmo es como sigue:

$$S2 = Sobs + (L2/2M)$$

Sobs= especies observadas

L = Especies con abundancia 1

M = Especies con abundancia 2

Materiales requeridos para el monitoreo.

- Libreta de campo
- Rapidógrafos No. 0.3 y/ó 0.2 y tinta china
- Carta topográfica o mapa de pequeña escala del área en que se trabajará
- Lápiz
- Pinzas de punta plana y lisa
- Navaja
- Binoculares
- Cinta métrica de 30 m o mayor
- Cinta diamétrica o Forcípula
- Recipientes o cajas plásticas resistentes y herméticas
- Cámara fotográfica con lente macro
- Clinómetro
- GPS
- Papel Canson o Dúrex blanco para etiquetas (libre de ácido)
- 500 m de cuerda plástica de vivo color (amarillo, naranja o rojo)
- Cinta de enmascarar
- Marcador de tinta indeleble
- Guantes de trabajo



- Tijera de podar
- Alcohol etanol 75 %
- Pala de jardinería
- Alambre maleable
- Jabón líquido o champú
- Algodón
- Tablilla para anotaciones de campo

BIBLIOGRAFÍA CITADA

Alain, Hno. 1957. **Flora de Cuba IV**. Dicotiledóneas: Melastomataceae a Plantaginaceae. Contr. Ocas. Mus. Hist. Nat. Colegio "De La Salle" 16. 441 pp.

. Álvarez, P.O & Varona, J.C. 2006. **Silvicultura**. 3ra Edición. Editorial "Félix Varela". La Habana.

. Auld, B.A & Nagatalevu-Seniloni, M. 2004. **El árbol del tulipán en las islas fiji**. En: Labrada, R. Manejo de malezas para países en desarrollo. Estudio FAO: Produccion y Proteccion Vegetal (FAO). 1014-1227, no. 120 (Add.1) p. 71-74.

. Baker, C.J.; Harrington, T.C.; Krauss, U. & Alfenas, A. 2003. **Genetic variability and host specialization within the Latin American clade of *Ceratocystis fimbriata***. *Phytopathology*. 93: 1274-1284.

. Cuba. 1915. **Estación Experimental Agronómica. Tercer Informe Anual: Febrero de 1909**. 30 de Julio de 1914. Santiago de Las Vegas. La Habana. 73 pp.

. Díaz, A.; Herrera, L. & Grillo, H. 2005. ***Spathodea campanulata* Beauv. especie invasora en el macizo montañoso Guamuhaya. Ecología y distribución**. Memorias del XVII Congreso de la Asociación Latinoamericana de Malezas (ALAM). Varadero. Matanzas. Cuba. 8-11 de Noviembre.

. Francis, J.K. 1990. ***Spathodea campanulata* Beauv. african tulip tree**. SO-ITF-SM-32. New Orleans, LA: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Southern Forest Experiment Station. 5 pp.

. Galindo-Leal, C. 2003. **Diseño y análisis de proyectos para el manejo y monitoreo de la diversidad biológica**. Centro para la Biología de la Conservación. Universidad de Stanford. 176 pp.



. García-Lahera, J.P. & Granda Verde, B.A. 2017. **Acacia farnesiana (aroma amarilla)**. p. 3-23. En: García-Lahera, J.P., Rodríguez Farrat, L.F. & Salabarría Fernández, D.M. (eds.). Protocolos para el monitoreo de especies exóticas invasoras en Cuba. Editorial GAIA, La Habana, Cuba. 324 pp.

. GNDB. Grupo Nacional de Diversidad Biológica. 2009. **IV Informe Nacional al Convenio sobre la Diversidad Biológica. Reporte Nacional. República de Cuba.**

. Haber, E. 1997. **Ecological monitoring and assessment network.** Environment Canada, Ottawa.

. Harrington T.C. 2000. **Host specialization and speciation in the American wilt pathogen *Ceratocystis fimbriata*.** Fitopatología Brasileira 25(Suppl.): 262-263.

. Herrera Isla, L.; Grillo Ravelo, H.; Harrington, T.; Díaz Medina, A. & Alvarez Puente, R. 2015. ***Ceratocystis fimbriata* Ellis & Halst. f. sp. *spathodense* (nueva especialización): agente causal de la marchitez en *Spathodea campanulata* Beauv. en Cuba.** Rev. Protección Veg. 30(1): 40-45.

. Joseph, P. 2004. **La problemática de las especies vegetales invasoras en las Antillas menores: El caso de Martinica.** Vegueta 8. ISSN: 1133-598X. p. 183-204.

. Lowe, S.; Browne, M.; Boudjelas, S. & De Poorter, M. 2004. **100 de las Especies Exóticas Invasoras más dañinas del mundo. Una selección del Global Invasive Species Database.** Grupo Especialista de Especies Invasoras (GEEI/CSE/UICN). 12 pp.

. Martorell, L.F. 1975. **Annotated food plant catalog of insects of Puerto Rico, Río Piedras, Puerto Rico: Agricultural Experiment Station, University of Puerto Rico.** 303 pp.

. Medal, J. & Norambuena, H. 2004. **Manual de control biológico de plantas invasoras.** University of Florida. Institute of food and agricultural sciences. Gainesville. Florida. EUA.

. Mosters, A.R. & Sheley, L.R. 2001. **Principles and practices for managing rangeland invasive plants.** Journal of range management. Volume 54: 502-517.



. Oviedo, R. & Díaz, A. 2011. ***Spathodea campanulata***. Serie de folletos informativos sobre plantas invasoras Vol. 13. Instituto de Ecología y Sistemática (AMA, CITMA).

. Oviedo, R. 2005. **Especies invasoras en Cuba, consideraciones básicas**. Conferencia presentada en el evento “Simposio Internacional de Restauración Ecológica”, Villa Clara, Cuba, 2005.

. Pauchard, A & Alaback, P. 2002. **La amenaza de plantas invasoras**. Chile Forestal 289: 13-15.

. Tropicos. 2016. **Tropicos database**. Missouri Botanical Garden. Disponible en: <http://www.tropicos.org>. Acceso: 07-08-2016.

