

**IES**

**INSTITUTO DE ECOLOGÍA Y SISTEMÁTICA  
MINISTERIO DE CIENCIA, TECNOLOGÍA Y MEDIO AMBIENTE**

**DICTAMEN DE EXTRACCION NO PERJUDICIAL DE *GUAIAACUM  
OFFICINALE* EN CUBA**



**2022**

## **AUTORES**

### **Instituto de Ecología y Sistemática (IES).**

#### **Autoridad Científica CITES.**

- Dr.C. Ramona Oviedo Prieto
- Dr.C. Lisbet González Oliva
- M.Sc. Ilsa M. Fuentes Marrero
- Lic. Claudia Vega Catalá
- Dr.C. Miguel Ángel Vales García

## **COLABORADORES**

### **Ministerio de Educación Superior (MES)**

#### **Jardín Botánico Nacional (JBN). Universidad de La Habana.**

- M.Sc. Enma María Torres Roche
- Lic. Adriham Santana Hernández

### **Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente (CITMA)**

#### **Centro Nacional de Áreas Protegidas (CNAP).**

- Lic. María Antonia Castañeira Colomé
- Dr.C. Amnerys González Rossell

#### **Centro de Estudios Ambientales de Sancti Spiritus**

- M.Sc. Armando Falcón Méndez

### **Ministerio de la Agricultura (MINAG)**

#### **Empresa Nacional para la Protección de la Flora y la Fauna (ENPFF)**

- Ing. Domingo Ballate Denis. Dirección de Conservación. Villa Clara.
- M.Sc. Ernesto Palacio Verdecia. Director. Parque Nacional Desembarco del Granma.
- Amaury Camacho Saura. Especialista.

#### **Dirección Forestal de Flora y Fauna Silvestre**

- M.Sc. Antonio Guzmán Torres
- Ing. José Antonio Quintana Collado

#### **Instituto Nacional de Investigaciones Agroforestales (INAF)**

- Dr.C. Adolfo Núñez Barrizonte

### **Grupo de Especialistas de Plantas Cubanas (GEPC) /CSE/UICN**

- M.Sc. Alejandro Palmarola Bejerano

## I. INFORMACIÓN GENERAL

### 1. DATOS BIOLÓGICOS

#### 1.1. Taxonomía

División: *Magnoliophyta* (angiospermas; plantas floridas)

Clase: *Magnoliopsida* (dicotiledóneas)

Orden: *Sapindales*

Familia: *Zygophyllaceae*

Especie: *Guaiacum officinale* L.

**Nombre común:** guayacán, guayacán negro, palo santo (Roig 1963, 1974, 2014), yúnkagwa en habla Congo (Cabrera 1954, Fuentes 1992, Albert 2017).

La especie se encuentra perfectamente descrita e identificada por los expertos (Anexo 1). Sin embargo, existe confusión en la identificación de ambas especies (*Guaiacum officinale* L. y *Guaiacum sanctum* L.), tanto por la población en general, como por algunos de los actores que intervienen en la conservación y manejo de las mismas. Desde el punto de vista anatómico la madera de ambas especies no se diferencia. En estado juvenil es confundida con *Behaimia cubensis* de la familia Fabaceae, que también se conoce popularmente como guayacancillo, guayacán amarillo o g. blanco.

#### 1.2. Distribución

##### 1.2.1 Distribución real

*Guaiacum officinale* se encuentra distribuido en América Central y América del Sur, Antillas Mayores y Menores, Bahamas e Islas Caimán. Esta especie cuenta con una distribución relativamente amplia en Cuba, encontrándose en varias localidades que incluyen las provincias de Pinar del Río, Mayabeque, Cienfuegos, Villa Clara, Sancti Spiritus, Ciego de Ávila, Camagüey, Las Tunas, Granma, Holguín, Santiago de Cuba y Guantánamo.

Esta especie enfrenta varias amenazas en sus distintos sitios de presencia, todas con alcance local, por lo que se estima que presente muchas más de 10 localidades. Se conoce que esta especie se encontraba distribuida en localidades del occidente cubano (Cima de la loma de Somorrostro, Quivicán y Paso Real de Guane) y en otras de Camagüey y Santiago de Cuba de donde ha desaparecido debido a la sobre-explotación por la alta calidad de su madera y explotación de canteras entre otras incidencias.

El Grupo Empresarial Agroforestal reporta la presencia de la especie en 7 264,8 hectáreas, identificando que el 97 % de la superficie se concentra en la región oriental del país, en las provincias de Santiago de Cuba y Guantánamo. En el occidente la mayor representación de la especie se encuentra en la península de Guanahacabibes.

En la Reserva Ecológica “El Macío” y alrededores de Pílon, se reportan poblaciones naturales abundantes. En otras localidades en la provincia Granma se reportan varias poblaciones

funcionales establecidas a través de acciones de conservación dentro del Parque Nacional Desembarco del Granma (Los Muertos y Castillo en Alegría de Pío, Guafe, Monte Gordo y en otras áreas cerca de Río Nuevo). Sin embargo, no existen colectas históricas de la especie en esas localidades, por lo que se presume sean poblaciones creadas artificialmente.



Figura 1. Mapa de distribución de *Guaiacum officinale* en Cuba.

### 1.2.2 Distribución potencial

El esquema de distribución potencial de *Guaiacum officinale* refleja como áreas de idoneidad climática las zonas costeras a lo largo de toda la isla, principalmente en el norte del archipiélago cubano (incluyendo los archipiélagos Sabana-Camagüey y Jardines del Rey) y las costas de los extremos oriental y occidental, así como toda la Isla de la Juventud. Sin embargo, existen varios sitios de presencia histórica que se han confirmado como sitios perdidos para la especie.

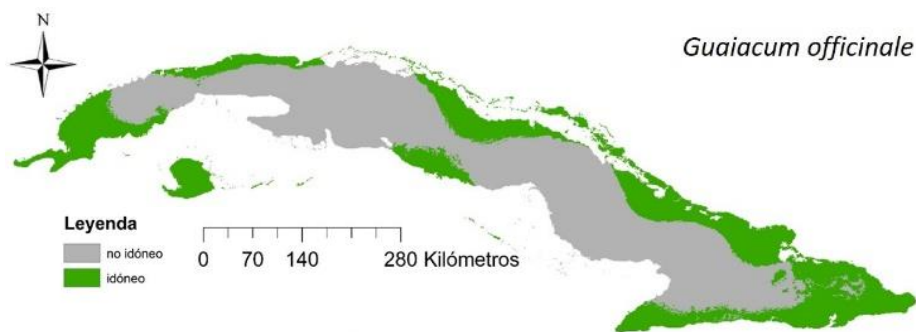


Figura 2. Áreas de idoneidad climática de *Guaiacum officinale* en el archipiélago cubano. Tomado de Fuentes y Vega (2022).

### 1.3. Características biológicas a partir de Albert (2017).

Árboles o arbolitos siempreverdes de 10 a 14 m de alto, con tronco de 50-96 cm de diámetro, con copa densa de follaje verde oscuro. Ramas ligeramente anguladas, a menudo articuladas, robustas, flexibles,

con corteza gris verdoso manchada de verdoso y gris. *Hojas* 1-6-yugadas, con estípulas pequeñas, acuminadas o mucronadas, generalmente caedizas, pubescentes de 1 mm de largo y raquis de 0,4-4 cm de largo; folíolos 4-6, sésiles, con lámina ligeramente asimétrica, anchamente elíptico-obovada, de 1-6 × 1,2-3,5 cm, glabra, lustrosa por la haz, coriácea cuando adulta, redondeada; nervios prominentes por ambas caras, el medial no alcanzando el ápice. *Inflorescencias* terminales o axilares en la parte distal de las ramas, en fascículo 2-7-floro; pedicelos en la base con una bráctea axilar pequeña, caediza. *Flores* hermafroditas, 4-6-meras, actinomorfas, solitarias o fasciculadas. *Pedicelos* delgados, de 1-2,5 cm de largo, pubescentes. *Cáliz* con sépalos libres o ± concrecentes, de vernación imbricada, pubescentes, aovados a orbiculares, de 5-7 mm de largo, tomentulosos por ambas caras. *Pétalos* azules de ca. 12 mm de largo, pubescentes, redondeados. *Estambres* 8-10. *Ovario* sincárpico, súpero, con 8-10 primordios seminales anátropos por lóculo. *Fruto* en cápsula loculicida dicarpelar, coriácea, anchamente obcordiforme, ± carnosa en su madurez, de 15-20 mm de diámetro, anaranjado o pardo-anaranjado cuando maduro. *Semillas* envueltas por un arilo coloreado, carnoso; endosperma presente, elipsoideas, de 10-12 × 5-6 mm; embrión ± recto.

*Guaiacum officinale* crece en matorral xeromorfo costero y subcostero, bosque siempreverde micrófilo, complejo de vegetación de mogotes, bosque semideciduo mesófilo y en sabanas arenosas, entre 10 y 200 msnm.

El arilo coloreado que rodea las semillas en *Guaiacum* resulta atractivo para las aves, por lo que Wendelken & Martin (1987) atribuyen a este género diseminación ornitócora. Por su parte, sus flores relativamente pequeñas, el color azul de sus pétalos, la corola abierta y la exposición de las anteras, son características que permiten inferir polinización entomófila, según criterios planteados por Faegri y van der Pijl (1966).

### **1.3.1 Mortalidad**

No existen datos referidos a la mortalidad en poblaciones naturales.

### **1.3.2 Talla, crecimiento y edad**

Esta especie presenta un lento crecimiento y es poco frecuente encontrar árboles de gran tamaño. Es frecuente encontrar poblaciones muy longevas con individuos de poco diámetro.

### **1.3.3 Reproducción y regeneración**

En los sitios donde se ha confirmado su presencia actual, excepto en algunos puntos de la costa Sur de Guantánamo, puede decirse que la especie es escasa y con poca o nula regeneración natural. Es una especie que bajo tratamiento pre-germinativo permite la reproducción en viveros, con una germinación que oscila entre 85-90 %. En vivero alcanza los 30 cm en 1 año y tres meses aproximadamente. Algunos experimentos sugieren que la germinación de la especie es hidrofílica.

### **1.3.4 Papel de la especie en el ecosistema**

En los bosques semideciduos y siempreverdes son importantes por sus diversas funciones ecológicas como la remoción de carbono, los flujos de nutrientes y agua, conservación de suelo, soporte para la vida animal. Es una especie importante para la alimentación de animales nectarívoros y aves frugívoras. Además la coloración de su corteza, la arquitectura de sus

ramas, la coloración verde oscuro de su follaje (Fig. 3), flores azules y frutos naranjas al madurar, le aportan elementos característicos al paisaje donde crecen.



**Figura 3. Árbol de *Guaiacum officinale* con *Polymita versicolor*, Foto Raúl Verdecia**

### **1.3.5 Usos tradicionales**

El género *Guaiacum* es considerado muy valioso por la calidad de su madera, comúnmente conocida como *Lignum vitae*, y por las propiedades medicinales de su resina de la cual se extrae el guayacol y otros productos farmacéuticos con propiedades estimulantes y antirreumáticas, muy usado contra las enfermedades del pecho y los dolores de muela (Roig 2012).

Según Hoffmann (1990), *Guaiacum officinale* presenta compuestos activos en la madera, ácidos en la resina (guaiacónico, guaianético, guácico), saponinas (guaiacosaponina), vanillina, oliterpenoides (guaiagettina). En Cuba, Sánchez *et al.* (1985) detectaron la presencia de trazas de alcaloides en esta especie. De acuerdo con Alessandri el leño es estimulante, diurético, diaforético, antirreumático y antisifilítico (Roig y Mesa 1974 y 2012). Como medicinal, entra esta planta en la tisana llamada de los "cuatro leños". De ella se extrae el guayacol. Empíricamente se usa en el país su aserrín macerado en alcohol para los dolores reumáticos (Roig y Mesa 2014). Su madera es durísima, a veces rechaza los clavos. Es resistente, compacta, vidriosa, de color pardo verdoso oscuro, con vetas más claras; se la emplea en chumaceras de barcos, en tornería y en construcciones, especialmente bajo el agua (Fors 1965, Roig y Mesa 2014). También en los ritos afrocubanos el guayacán se considera un árbol sagrado y se usa como amuleto. En tanto existe la creencia que si en el monte se destruye un guayacán todos los árboles de aquel monte se secan y perecen (Cabrera, 1954). Sus usos maderable y medicinal han sido la principal razón para su sobreexplotación durante los últimos cinco siglos.

### **1.4 Población**

Aunque no se conoce el tamaño exacto de la población, se ha observado que es relativamente escaso en la mayoría de los sitios de presencia reportados. Se infiere que la población se encuentra en declive debido al uso como maderable, lo que ha provocado la reducción en el

número de individuos con diámetros superiores a 30 cm. También, basado en su baja frecuencia, el elevado número de sitios donde la especie desapareció y la sobreexplotación de su madera, la población de *G. officinale* ha estado reduciéndose en las últimas décadas y cabe esperar que esta tendencia se mantenga. Aproximadamente en el 25 % de los sitios históricos de colectas, han desaparecido las poblaciones de esta especie. Aunque el hábitat está fragmentado, no se considera su población severamente fragmentada, pues su dispersión ocurre probablemente por aves, lo que permite que exista intercambio genético entre los diferentes sitios de presencia.

#### 1.4.1 Tamaño de la población en Cuba

Actualmente no se cuenta con un estudio que permita calcular el tamaño de la población, sin embargo, se ha observado que en algunas localidades de la región oriental es relativamente abundante. En localidades como Mogotes de Jumagua se conocen solo tres individuos adultos en un área de 300 m<sup>2</sup> (densidad estimada de 100 individuos por hectárea), aunque no se descarta que puedan existir más árboles. Por otra parte, la Empresa Agroforestal reporta una densidad de 285 individuos por hectárea en bosques naturales, llegando a ser una especie dominante en ciertas parcelas de bosque. En las parcelas de bosques naturales el diámetro promedio de los individuos es de 8,9 cm. En Maisí se han registrado hasta 1 000 individuos en 1 200 hectáreas. Por otra parte, se conoce que esta especie ha sido y es usada en la actualidad como maderable, lo que puede haber provocado la reducción en el número de individuos maduros, de lo cual se infiere que la población se encuentra en decline.

#### 1.4.2 Efecto del cambio climático sobre las poblaciones de guayacanes en Cuba, tomado de Fuentes y Vega (2022).

Se obtuvieron los mapas de distribución potencial para las especies de guayacanes presentes en Cuba (Fig. 4). En ambos casos se aprecia la idoneidad climática en zonas costeras a lo largo de toda la isla, principalmente en el norte del archipiélago y las costas de los extremos occidental y oriental, así como toda la Isla de la Juventud. Es importante destacar que estas especies presentan una distribución neotropical (islas y continente), y el modelo solo fue calibrado en Cuba, por tanto, pudieran existir otras zonas dentro de la isla con idoneidad climática que pudieran no ser detectadas en el análisis. No obstante, este resultado es coincidente con la distribución histórica de ambas especies en Cuba.

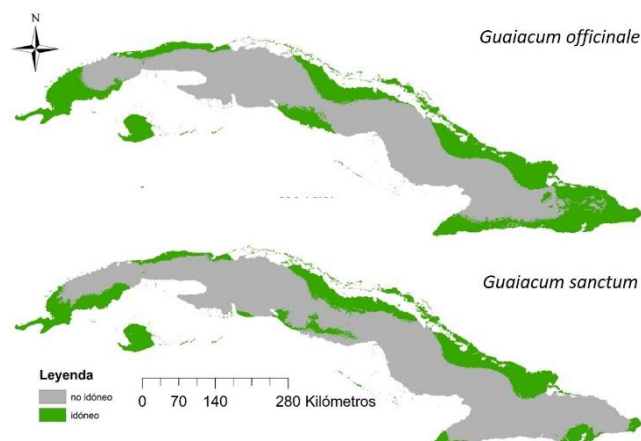


Figura 4. Áreas de idoneidad climática en la actualidad de las dos especies de guayacanes en el archipiélago cubano.

Para ambas especies se aprecia la contracción o pérdida de localidades fundamentalmente en el escenario de alta emisión (Tabla 1; Fig. 5).

Tabla 1. Porcentaje de cambio del área de idoneidad climática (km<sup>2</sup>) en los dos escenarios de cambio climático con respecto a la actual: Mitigación (RCP 2.6 W/m<sup>2</sup>), Alta emisión (RCP 8.5 W/m<sup>2</sup>) para el 2050 de las dos especies de guayacanes en Cuba. Se muestran los valores bajo el supuesto de que no existen limitaciones para la dispersión.

|             | <i>Guaiaicum officinale</i> |               | <i>Guaiaicum sanctum</i> |                 |
|-------------|-----------------------------|---------------|--------------------------|-----------------|
|             | Mitigación                  | Alta emisión  | Mitigación               | Alta emisión    |
| Contracción | 3 506 (7.3 %)               | 8 696 (18 %)  | 18 693 (57 %)            | 31 616 (96.6 %) |
| Expansión   | 2 698 (5.6 %)               | 4 155 (8.6 %) | 2 245 (6.87 %)           | 1 788 (5.5 %)   |
| Estabilidad | 44 693 (92.7 %)             | 39 504 (82 %) | 14 031 (43 %)            | 1 108 (3.4 %)   |

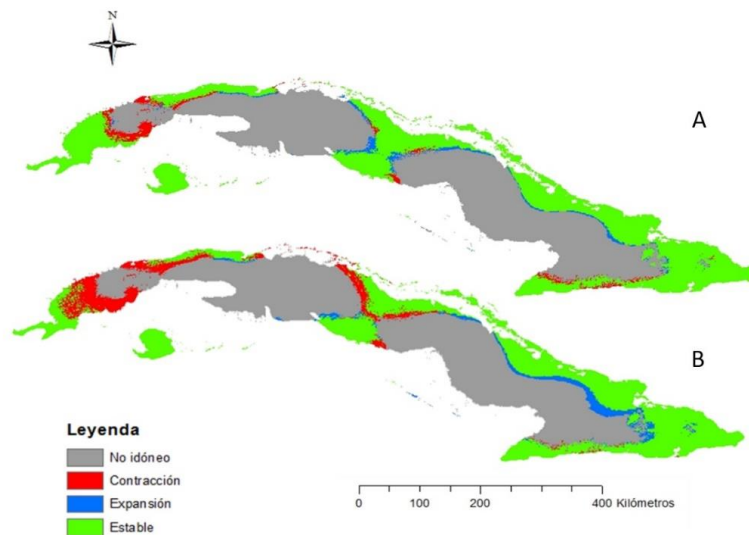


Figura 5. Áreas de idoneidad climática en la actualidad y su proyección en dos escenarios de cambio climático para 2050 de *Guaiaicum officinale* en el archipiélago cubano. A. escenario de mitigación (RCP 2.6 W/m<sup>2</sup>), B. escenario de alta emisión (RCP 8.5 W/m<sup>2</sup>).

### 1.4.3 Tendencia actual de la población en Cuba

Incremento  Decrecimiento  Estable  Desconocido

### 1.5 Estado de conservación

#### 1.5.1 Categoría de amenaza (GEPC/CSE/UICN)

- En Peligro Crítico
- En Peligro (Global, 2017)
- Vulnerable
- Casi Amenazado
- Preocupación Menor (LC), (Cuba, 2022)
- Datos Deficientes



### 1.5.2 Estado de conservación en Cuba

Esta especie ha sido explotada de manera histórica, sin embargo, de acuerdo con datos recientes se estima que la especie es abundante en áreas puntuales del oriente del país, representada por individuos de poco porte. Su población no se considera severamente fragmentada y se infiere que se encuentra en decline, con un estimado de más de 10 localidades. Sus hábitats pierden calidad debido a amenazas de origen antrópico. Se encuentra representada en 14 áreas protegidas del país, pero en las mismas no se incorpora la especie en los planes de manejo. Por lo que en ausencia de información basada en estudios poblacionales, el dictamen de extracción no perjudicial es negativo en este momento. Teniendo en cuenta los datos disponibles actualmente, la especie se evalúa como de Preocupación menor (LC) para Cuba, hasta tanto se complementen estudios poblacionales y evaluaciones integrales del estado de los hábitats.

### 1.5.3 Principales amenazas

Las principales amenazas que enfrenta este taxón son antrópicas: la fragmentación, desarrollo turístico, deforestación, pastoreo y ganadería, especies invasoras, tala para el uso de su madera, incendios forestales, desarrollo socioeconómico (construcción de viales, infraestructura industrial, áreas urbanas) y naturales como eventos meteorológicos extremos. Estas amenazas provocan reducción de la calidad y extensión del hábitat (Fig. 6).



Figura 6. Árboles de *G. officinale* adultos y dañados por causa antrópicas y naturales. (Fotos: A- Gerardo Begué Quiala; B- Raúl Verdecia)

## 2. MANEJO

### 2.1 Medidas de manejo

No se cuenta con datos integrales y compatibles disponibles sobre poblaciones naturales

#### 2.1.1 Manejo en poblaciones naturales

En el Parque Nacional Desembarco del Granma, se trabaja en un proyecto de rescate de esta especie, se realizan acciones de reforzamiento poblacional y se han logrado llevar a las áreas más de 10 000 ejemplares. En los reforzamientos poblacionales su comportamiento es exitoso, con supervivencia entre el 80 y el 90 %; es muy resistente. Su crecimiento es muy lento.

#### 2.1.2 Manejo forestal

En los informes de ordenación forestal de las empresas agroforestales, se reportan plantaciones con densidades iniciales de hasta 1 600 – 2 000 por hectárea. Por lo general cuando se presenta en asociación con otras especies, las densidades promedian entre los 300 y 450 individuos por hectárea (Tabla 2). Sin embargo, se considera incipiente el empleo de la especie en los programas de reforestación. Las plantaciones en sentido general solo alcanzan las 297 ha. Es notable que casi 60 % de los bosques donde existe, se encuentran en estado de brinzal.

Tabla 2. Superficie y variables dasométricas de *Guaicum officinale* por tipos de bosque.  
(Fuente: Bases de datos de la ordenación forestal de las empresas del Grupo Empresarial Agroforestal)

| Tipo de Bosque       | Superficie (ha) | Diámetro (cm) | Altura media (m) | Número de Individuos (Arb/ha) |
|----------------------|-----------------|---------------|------------------|-------------------------------|
| Plantaciones         | 223.9           | 6.8           | 5.7              | 334                           |
| Plantaciones jóvenes | 73.1            |               |                  | 1500                          |

### 2.2 Monitoreo de las poblaciones

Está establecido en Cuba el monitoreo del patrimonio natural, mediante la ordenación forestal, que se realiza cada 10 años. Esto incluye plantaciones y poblaciones naturales, lo que permite evaluar la dinámica del comportamiento en la superficie donde está presente la especie. De manera particular otras frecuencias de tiempo en el monitoreo, pero con información más localizada, se puede obtener mediante el sistema de parcelas permanentes de muestreo. No obstante, no se realiza un monitoreo puntual dirigido a la conservación de la especie y su hábitats.

### 2.3 Marco legal

*Guaicum officinale* ha sido listado en el Apéndice II de CITES desde 1975. En el 2003 fueron incluidas en el Apéndice II todas las especies del género (CITES, 2002; Oldfield, 2004) incluyendo todas sus partes o derivados excepto las semillas y el polen; y los productos acabados envasados y preparados para el comercio al por menor. En Cuba, la especie, se protege por el Apéndice II del Anexo Único de la Resolución 160/2011, del Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medioambiente, que establece las regulaciones para el control y la protección de

las especies de especial significación para la diversidad biológica del país que permite su uso comercial pero bajo licencia ambiental.

Por su parte la Ley 85/1998 Ley Forestal del Ministerio de la Agricultura, establece la obligación de elaborar los proyectos de ordenación forestal o planes de manejo, cuyas proyecciones definen la manera en que se realizará el manejo. En el Reglamento de la propia Ley (Resolución 330/1999) la especie fue incluida en la lista de especies protegidas, cuya tala requiere autorización o licencia y está prohibida esta actividad en individuos con diámetros inferiores a los 30 cm.

### **3. CONCLUSIONES DEL DICTAMEN DE EXTRACCIÓN NO PERJUDICIAL (DENP)**

1. No se autoriza la extracción de individuos de *Guaiaacum officinale* de poblaciones naturales en Cuba.
2. A pesar de que la especie está bajo la categoría de Preocupación menor (LC), la mayoría de los individuos en la naturaleza no presentan las características apropiadas para su aprovechamiento.
3. El parecido desde el punto de vista anatómico de su madera con *G. sanctum* hace imposible diferenciar una especie de la otra, sólo a partir de la madera.
4. La gran mayoría de las poblaciones tienen baja densidad.

### **4. RECOMENDACIONES DEL DICTAMEN DE EXTRACCIÓN NO PERJUDICIAL (DENP)**

1. La dificultad para identificar en el comercio especímenes elaborados de madera de *Guaiaacum sp.*, obstaculiza la acción de los inspectores y autoridades de control, por lo que se recomienda a la Autoridad Regulatoria (ORSA), elevar la protección legal sobre *Guaiaacum officinale*, para equipararla con *Guaiaacum sanctum*.
2. Crear programas de reforzamiento poblacional en bosques de conservación y en áreas protegidas, donde se encuentra la especie.
3. Identificar como objetos de conservación las especies de *Guaiaacum* en las áreas protegidas, e incorporarlas en los diferentes programas de investigación, monitoreo, manejo y educación ambiental), del plan de manejo correspondiente.
4. Rehabilitar los ecosistemas y reforzar las poblaciones donde se ha perdido la especie o es muy escasa.
5. Identificar fuentes semilleras para las producciones forestales y la conservación.
6. Incrementar el desarrollo de programas de educación ambiental y proyectos comunitarios con el tema "sumando guayacanes", en los territorios donde sea factible, a través de las instituciones correspondientes.
7. Reforzar el control sobre el tráfico ilegal de madera y de sus productos.

## Literatura consultada

- Aiello-Lammens, M. E., R. A. Boria, A. Radosavljevic, B. Vilela y R. P. Anderson. 2015. spThin: an R package for spatial thinning of species occurrence records for use in ecological niche models. *Ecography* 38: 541-545.
- Albert, D. 2017. *Zygophyllaceae*. En: Greuter, W. & Rankin, R. (Eds.). *Flora de la República de Cuba. Serie A. Plantas Vasculares*. Fascículo 22(3). BGBM Press. Berlín, Alemania.
- Anderson, R.P. y Martínez-Meyer, E. 2004. Modelling species' geographic distributions for preliminary conservation assessments: An implementation with the spiny pocket mice (*Heteromys*) of Ecuador. *Biological Conservation* 116: 167-179.
- Anderson, R.P., Lew, D. y Peterson, A.T. 2003. Evaluating predictive models of species' distributions: Criteria for selecting optimal models. *Ecological Modelling* 162: 211-232.
- Anderson, R. P., y A. Raza. 2010. The effect of the extent of the study region on GIS models of species geographic distributions and estimates of niche evolution: preliminary tests with montane rodents (genus *Nephelomys*) in Venezuela. *Journal of Biogeography* 37:1378-1393.
- Araújo, M. B., y M. New. 2006. Ensemble forecasting of species distributions. *TRENDS in Ecology & Evolution* 22:42-47.
- Cabrera, L. 1954. El Monte. Igbo Finda, Ewe Orisha, Vititinfinda (Notas sobre las religiones, la magia, las supersticiones y el folklore de los negros criollos y del pueblo de Cuba). La Habana
- Caswell, H. 2000. *Matrix Population Models*, 2nd edn. Sunderland, MA, Sinauer Associates.
- CITES. 2000. Transfer of *Guaiacum sanctum* from Appendix II to Appendix I (1ST). CITES, XI Meeting of the Conferences of the Parties, Nairobi, Kenya.
- Davis, A.S., Dixon, P.M. y Liebman, M. 2004. Using matrix models to determine cropping system effects on annual weed demography. *Ecological Applications* 14: 655-668.
- De Kroon, H., Van Groenendael, J. y Ehrlén, J. 2000. Elasticities: a review of methods and model limitations. *Ecology* 81: 607-618.
- Dertien, J. y Duval, M. *In press*: Biogeography and divergence in *Guaiacum sanctum* (*Zygophyllaceae*) revealed in chloroplast DNA: implications for conservation in the Florida Keys. *Biotropica*.
- Dominicus, M. E., Oquendo, M., Batista, M. y Herrera, P. 1995. Tamizaje de alcaloides y saponinas de plantas que crecen en Cuba II. Península de Guanahacabibes. *Revista Cub. Farm.* 29(1): 52-55.
- ESRI. 2013. *ArcGIS Desktop and Spatial Analyst Extension: Release 10.2*. Environmental Systems Research Institute, Redlands, CA.
- Faegri, K. y van der Pijl, L. 1966. *The Principles of Pollination Ecology* [Sir John Burnett's copy]. Published by Pergamon Press, Toronto, Oxford, London
- Franco, M. y Silvertown, J. 2004. A comparative demography of plants based upon elasticities of vital rates. *Ecology* 85: 531-538.
- Fuentes, I. M. y Vega, C. 2022. Distribución potencial de los guayacanes en Cuba y efecto del Cambio Climático. Informe de trabajo en el marco del proyecto "Fomento de la Capacidad para lograr una más efectiva implementación de la CITES en Cuba para especies maderables del género *Guaiacum*", ORSA/PNUD/CITMA. Inédito.
- Gómez de la Maza, M. 1889b. *Diccionario Botánico de los nombres vulgares cubanos y Puerto-Riqueños*. Habana.
- González-Torres, L.R., A. Palmarola, L. González-Oliva, E. Becquer, E. Teste y D. Barrios (Eds.). 2016. Lista roja de la Flora de Cuba. *Bissea* 10 (número especial 1): 24-352
- Grow, S. y Schwartzman, E. 2001. Review of the taxonomy and distribution of the genus *Guaiacum* in Mexico. Report to the Eleventh Meeting of the Plants Committee, Langkawi, Malaysia.
- Heppell, S.S., Caswell, H. y Crowder, L.B. 2000. Life histories and elasticity patterns: Perturbation analysis for species with minimal demographic data. *Ecology* 81: 654-665.

- Hijmans, R. J., S. E. Cameron, J. L. Parra, P. G. Jones y A. Jarvis. 2005. Very high resolution interpolated climate surfaces for global land areas. *International Journal of Climatology* 25:1965-1978.
- IPCC. 2014. Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, R.K. Pachauri and L.A. Meyer (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland, 151 pp.
- Kass, J. M., B. Vilela, M. E. Aiello-Lammens, R. Muscarella, C. Merow y R. P. Anderson. 2018. WALLACE: A flexible platform for reproducible modeling of species niches and distributions built for community expansion. *Methods in Ecology and Evolution* 9: 1151–1156.
- Phillips, S. J., R. P. Anderson y R. E. Schapire. 2006. Maximum entropy modeling of species geographic distributions. *Ecological Modelling* 190:231-259.
- Porter, D.M. 1972. The genera of *Zygophyllaceae* in the southeastern United States.
- R Core Team. 2020. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>.
- Roig y Mesa, J. T. 1974-2012. Plantas medicinales, aromáticas o venenosas de Cuba, Ed. 3 [“2”]. La Habana.
- Roig, J. T. 2014. "Diccionario botánico de nombres vulgares cubanos". Editorial Científico-Técnico, La Habana, 4ta. edición, 2 vols, 1128 pp.
- Sánchez, V., Fernández, H., Díaz, M., Sandoval, D., Ripperger, H. & Herrera, P. P. 1985. Detección de alcaloides en 243 especies de plantas que crecen en Cuba I. – *Revista Cub. Farm.* 19 [“14”]: 342-351.
- Tirado, H. & Martínez, J. C. 1992. Traditional agricultural equipment. Pp. 193-201 en: Hammer, K., Esquivel, M. & Knüpffer, H. (ed.). Origin, evolution and diversity of Cuban plant genetic resources, 1. Gatersleben.
- UNEP-WCMC-CITES Trade database. 2008. <http://sea-swift.unep-wcmc.org/citestrade/> Accessed on 03 November 2008.
- Warren, D. L., y S. N. Seifert. 2011. Ecological niche modeling in Maxent: the importance of model complexity and the performance of model selection criteria. *Ecological Applications* 21:335-342.
- Wendelken, P. W. & Martin, R. F. 1987. Avian consumption of *Guaiaacum sanctum* fruit in the arid interior of Guatemala. *Biotropica* 19: 116-121.
- Wolf, D., Oldfield, T.E.E. & McGough, N. (2018): CITES Non-detriment Findings for Timber. A nine-step process to support CITES Scientific Authorities making science-based non-detriment findings (NDFs) for timber/tree species listed in CITES Appendix II. Versión 3.0. BfN-Skripten 504. Bundesamt für Naturschutz, Bonn.

## ANEXOS

**Anexo 1.** Principales caracteres diagnósticos que diferencian *Guaiaacum officinale* y *Guaiaacum sanctum*, a partir de Albert (2017).

|         | <i>Guaiaacum officinale</i> L.   | <i>Guaiaacum sanctum</i> L.   |
|---------|--|---|
| Hojas   | Foliolos redondeados de color verde oscuro. Generalmente 2 pares de foliolos (4), por hoja (Figura 1)        | Foliolos mucronados. Color verde claro. Generalmente 2-5 pares de foliolos (4-10) por hoja, (Figura 2). |
| Fruto   | Cápsula asimétrica obcordiforme y dímérica (Figura 1), o sea, con solo 2 lóculos. Color amarillo-anaranjado. | Cápsula obovoide 3-5 mera, o sea, con 3-5 lóbulos prominentes, angulosos (Figura 2)                     |
| Corteza | Lisa, verde, con parches gris o verdes, semejando camuflaje  | Fisurada, gris pardusco   |

**Figura 1.** Fruto en cápsula dímérica y asimétrica, aún no abierta de *Guaiaacum officinale* L., con foliolos redondeado y sin mucrón en el ápice. (Foto Gabriel Brull).



**Figura 2.** *Guaiaacum sanctum* L. Foliolos con el ápice mucronado y de color verde claro, y fruto pentámero (5 lóbulos prominentes y angulosos) (foto Lianne Alonso). Frutos maduros y abiertos, mostrando arilo rojo que envuelve la semilla (foto Lisbet González-Oliva).

