

CONVENCIÓN SOBRE EL COMERCIO INTERNACIONAL DE ESPECIES
AMENAZADAS DE FAUNA Y FLORA SILVESTRES



Decimoquinta reunión del Comité de Flora
Ginebra (Suiza), 17-21 de mayo de 2005

INFORME DE AVANCES DEL ESTUDIO "ABUNDANCIA, DISTRIBUCIÓN Y
ESTADO DE CONSERVACIÓN DE *GUAIAACUM SANCTUM* L. EN MÉXICO"

1. Este documento fue preparado por la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (Conabio), Autoridad Científica CITES de México, con base en los informes del Centro de Investigaciones en Ecosistemas (CIECO) de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), institución encargada de desarrollar el estudio denominado "Abundancia, distribución y estado de conservación de *Guaiacum sanctum* L. en México".
2. En seguimiento a la Decisión 11.114 (Rev. CdP12), sobre *Guaiacum* spp. y a discusiones previas durante la 11ª y 12ª reuniones del Comité de Plantas, México desarrolló un proyecto para evaluar el estatus de las poblaciones silvestres de *G. sanctum* en México, mismo que dio origen a un estudio que se inició en 2003. Durante el 2003 y 2004 se llevó a cabo la Fase I del estudio (poblacional), por lo que se presenta un resumen de sus resultados y de los avances en la segunda fase del estudio, que contempla el seguimiento a largo plazo de un algunas poblaciones con la finalidad de estudiar aspectos de dinámica poblacional.
3. El objetivo principal del estudio es examinar la distribución actual, abundancia y dinámica poblacional de *G. sanctum* (y poblaciones simpátridas de *G. coulteri*) en México, para determinar su estado de conservación y abundancia. Con dicha información se pretende sentar las bases para identificar áreas prioritarias para la conservación de la especie y evaluar algunos aspectos relevantes de su historia natural, con la finalidad de determinar la viabilidad de las poblaciones en México y en su caso, proponer un esquema de manejo y aprovechamiento sustentable.
4. El estudio está siendo desarrollado por un equipo de científicos del CIECO (UNAM, Campus Morelia), dirigido por el Dr. Miguel Martínez Ramos e integrado por los investigadores: Dr. Gerardo Bocco y Dr. Alfredo Cuarón (GARP y SIG), Dr. Guillermo Ibarra y Dr. Diego Pérez (comunidades de plantas), Dr. Ken Oyama (genética poblacional) y Dr. Mauricio Quesada (biología reproductiva). El mismo, contó con el apoyo técnico de la CONABIO, a través de la Dirección Técnica de Análisis y Prioridades, la cual con ayuda del Dr. Oswaldo Téllez generó y validó los mapas de distribución potencial. La CONABIO fue también responsable, a través de la Dirección de Enlace y Asuntos Internacionales y la Dirección de Evaluación de Proyectos, de la coordinación, revisión de informes y administración del proyecto.
5. El costo total del proyecto es de \$382,500 pesos (\$35,350 USD) y fue posible realizarlo gracias al financiamiento otorgado por parte de los Gobiernos de México, Estados Unidos de América y Alemania:
 - a) Conabio (México): \$120,085 pesos (\$10,832 USD).
 - b) Servicio Forestal de los Estados Unidos de América: \$155,250 pesos (\$15,000 USD).

c) Gobierno de Alemania (a través de la Secretaría de la CITES): \$107,165 pesos (\$9,518 USD).

6. Con la información generada por el estudio, las Autoridades de México desarrollarán de manera conjunta con investigadores y productores, una estrategia de manejo, conservación y aprovechamiento sustentable de Guayacán, de manera que se logre mantener la exportación comercial a niveles adecuados.
7. Con base en los resultados de este estudio, podemos concluir que la especie se encuentra ampliamente distribuida en el sureste de México, presentando las poblaciones más abundantes en los Estados de Campeche y Quintana Roo, aunque también se puede encontrar en Oaxaca y Chiapas. Con esta evidencia se corrobora que la especie no se encuentra en peligro de extinción y es apropiado mantenerla en el Apéndice II a fin de asegurar que su aprovechamiento y comercio internacional no la pongan en riesgo.
8. Anexo a este documento se presentan los resultados de la Fase I del estudio y los avances de la Fase II.

RESULTADOS DE LA FASE I Y AVANCES DE LA FASE II DEL ESTUDIO "ABUNDANCIA, DISTRIBUCIÓN Y ESTADO DE CONSERVACIÓN DE *GUAIAECUM SANCTUM* L. EN MÉXICO"

1. Distribución potencial

Guaiacum sanctum L. (Zygophyllaceae), comúnmente conocido como "Guayacán" o "Lignum vitae", es una especie arbórea distribuida en las regiones tropicales (precipitación anual menor de 1500mm), entre los 5 y 200 msnm, del sureste de México, sur de la Península de Florida, el Caribe y algunas áreas de Centro América (Jiménez, 1999, Escalante 2000). La información de herbario existente (MEXU-Instituto de Biología, UNAM, Missouri Botanical Garden) indicaba que *G. sanctum* se restringe en México a los estados de Yucatán, Quintana Roo, Campeche y ciertas localidades del estado de Chiapas y Oaxaca. Por el contrario, el congénere *G. coulteri* aparentemente abarca una amplia zona del país, a lo largo de los estados de Oaxaca, Puebla, Michoacán, Jalisco, Nayarit, Sinaloa y Sonora.

La determinación de las áreas de muestreo se basó en mapas de distribución potencial para *Guaiacum sanctum* y *G. coulteri*, los cuales fueron elaborados utilizando Desktop GARP. El modelo fue elaborado usando registros de especímenes de herbario, los cuales fueron obtenidos de la base de datos de colecciones científicas de la Conabio. Los mapas de distribución de nichos potenciales resultaron de 30 iteraciones del algoritmo y fueron refinados utilizando mapas probabilísticos de distribución, de eco-regiones, de provincias biogeográficas y de vegetación recientes. El análisis indicó que la distribución potencial de *G. sanctum* en México se ubica primordialmente en grandes áreas de la Península de Yucatán, en los estados de Campeche, Yucatán y Quintana Roo, así como en localidades restringidas de los estados de Chiapas (principalmente en la zona de la hidroeléctrica "La Angostura"), Oaxaca (en áreas del Istmo de Tehuantepec y de la costa) y Guerrero (algunas zonas costeras). Para *G. coulteri*, el análisis sugiere una distribución a lo largo de la región costera del Pacífico, desde los estados de Oaxaca hasta Sinaloa. Los mapas de distribución potencial fueron presentados en el primer informe de avances al Comité de Flora en su 13ª reunión (ver PC13 Inf. 2).

2. Censos poblacionales

Durante 2003 y 2004 se realizaron visitas para llevar a cabo censos poblacionales en 23 localidades identificadas como áreas con mayor probabilidad de contener poblaciones de *Guaiacum sanctum*, 7 localidades se ubicaron en Campeche, 7 en Yucatán, 2 en Oaxaca, 1 en Chiapas y 6 en Quintana Roo. De éstas, se encontraron poblaciones de *G. sanctum* en 11 localidades. En una de las localidades de Oaxaca también se encontró una población de *G. coulteri* y, según las entrevistas y los censos de vegetación realizados, en esta región, esta especie es más abundante que *G. sanctum*. Algunas de las poblaciones censadas presentaron indicios de que se extrajeron árboles adultos en años previos. En esas 11 localidades se llevaron a cabo censos rápidos de las poblaciones de *Guaiacum sanctum* y de la vegetación arbórea asociada.

Después de un intenso recorrido por la cuenca de la presa "La Angostura", Chiapas, incluyendo localidades indicadas en ejemplares de herbario, se confirmó la actual inexistencia de *G. sanctum* en esta región. Es importante señalar que en esta región el bosque maduro nativo es muy escaso y solo se localizaron pequeños fragmentos de vegetación natural muy perturbada o de vegetación secundaria. La mayor parte del área se encuentra ocupada por campos agrícolas y/o ganaderos. Lo anterior podría indicar que *G. sanctum* es muy raro ó que está virtualmente extinto en esta región.

En el cuadro 1 se muestran valores de densidad de las poblaciones de *Guaiacum sanctum* para cuatro categorías de tamaño en los cuatro Estados estudiados. De esta información pueden destacarse tres aspectos importantes:

- a) la densidad total de las poblaciones de *G. sanctum*, y aún de los árboles con diámetro a la altura del pecho (DAP, 1.3 m por encima del suelo) mayor que 10cm, es elevada en la mayoría de los sitios, sobre todo en las localidades de Campeche;
- b) en casi todas las poblaciones existe una abundante cantidad de plántulas y árboles pequeños, lo cuál sugiere que en ellas se presenta un buen potencial regenerativo; y

- c) los resultados indican que la abundancia de la especie varía notablemente a nivel regional y aún dentro de una misma área la densidad de *G. sanctum* varía de manera importante.

Cuadro 1. Densidades poblaciones promedio de *Guaiacum sanctum* en diferentes Estados de la Península de Yucatán y el Istmo de Tehuantepec, México.

Densidad promedio en Individuos/ha (porcentaje)				
Estado	Plántulas	Brinzales	Árboles 1	Árboles 2
Campeche	17866 (87%)	1740 (8%)	722 (4%)	244 (1%)
Quintana Roo	1080 (61%)	365 (21%)	270 (15%)	50 (3%)
Yucatán	192 (48%)	54 (14%)	92 (23%)	62 (16%)
Oaxaca	235 (78%)	5 (2%)	45 (15%)	15 (5%)
Nacional	4843 (84%)	541 (9%)	282 (5%)	93 (2%)
Rango de variación	48-87%	2-21%	4-23%	1-16%
Máximo (Estado)	17,866	1,740	722	244
Mínimo (Estado)	192	5	45	15
Máximo (Localidad)	55,575	3,440	1,430	300
Mínimo (Localidad)	10	0	10	10

Nota: Los valores de densidad se expresan en individuos por hectárea considerando: Plántulas (< 50cm de altura), Brinzales (arbolitos con altura entre 51 a 150cm), Árboles-1 (árboles con 1 a 10cm de diámetro a la altura del pecho, DAP) y Árboles-2 (> 10.1cm DAP).

En general, en todas las localidades la proporción de individuos de *Guaiacum sanctum* disminuye logarítmicamente a medida que se consideran árboles de mayor tamaño DAP, observándose una notable representación de plántulas y árboles jóvenes (brinzales). Este patrón indica que en las poblaciones observadas existe un buen potencial de regeneración de modo que las plántulas y árboles jóvenes (brinzales) existentes podrían sustituir en el futuro a los árboles de tallas grandes que lleguen a morir.

Dentro del patrón general anterior, se pueden notar diferencias importantes entre las poblaciones estudiadas. Las poblaciones de Campeche presentan una estructura de tamaños con árboles en todas las categorías de tamaños. Estas son poblaciones de elevada densidad y con un potencial regenerativo muy bueno. Por otro lado, dos sitios de Oaxaca, presentan algunos árboles de tallas pequeñas y algunas plántulas que parecen ser poblaciones marginales dentro del área de distribución de *G. sanctum* en México. Mientras que la población de Yucatán, presenta buen potencial regenerativo y se distingue por presentar árboles que no pasan de 15cm de DAP. Finalmente, algunas poblaciones presentan ausencia de árboles en algunas categorías intermedias de DAP. Una posible explicación de estas ausencias es que estos huecos en la estructura de tamaños reflejen periodos de nulo reclutamiento natural o eventos severos de mortalidad. Uno de estos posibles eventos de muerte puede deberse a la tala selectiva de árboles, situación que destaca en las localidades de selva mediana subperennifolia de Quintana Roo y Campeche.

3. Comparación alométrica entre ambas especies

Considerando que en el desarrollo de los árboles existen límites de crecimiento en altura y en el grosor del tronco, regulados por principios alométricos, mecánicos y por factores ambientales, el estudio contempló el modelaje de la relación alométrica entre la altura y el DAP de los árboles de *Guaiacum sanctum*. Los resultados indican que el DAP aumenta relativamente más que la altura a medida que los árboles se desarrollan. A pesar de la gran variación del tamaño de los árboles de *G. sanctum* entre diferentes poblaciones, en todas ellas se mantiene un mismo patrón de desarrollo alométrico. La única población de *Guaiacum coulteri* encontrada en los censos muestra una relación alométrica diferente a aquella observada en *G. sanctum*. En este caso, el crecimiento relativo en altura es mayor que en DAP, lo que significa que los árboles de *G. coulteri* son menos altos que los de *G. sanctum* y el tallo es notablemente más grueso. Los árboles de *G. sanctum* son relativamente altos, de fuste columnar, con copas abiertas y ramas dispersas. En contraste, los árboles de *G. coulteri* son bajos de estatura, tronco corto, de copa amplia y tienden a ramificarse cerca de la base del tronco.

Adicionalmente, se observó que la altura máxima y el área basal (m^2/ha) de *Guaiacum sanctum* aumentan con la precipitación promedio anual. Al parecer, el límite de crecimiento de esta especie en la región estudiada ocurre en sitios con una precipitación de 500mm, donde los árboles no rebasan los 10m de altura. En los sitios con precipitaciones mayores a los 1,000mm existe una notable variación en la altura promedio máxima de los árboles y el área basal de la especie, la cuál responde a otros factores diferentes a la precipitación.

4. Tipos de vegetación y hábitat

Los tipos de vegetación en los que se encontraron poblaciones de *Guaiacum sanctum* fueron selva mediana subcaducifolia y selva baja caducifolia (según clasificación de Hernández y Miranda, 1967) o bosque tropical perennifolio (localidades de los estados de Campeche y Quintana Roo) y bosque tropical caducifolio (localidades de Motul-Telchac, Yucatán, Nizanda y Huatulco, Oaxaca), respectivamente, en el esquema de Rzedowski (1978).

En las localidades estudiadas, *Guaiacum sanctum* se encontró en terrenos planos o con pendiente moderada ($< 14^\circ$), donde la profundidad del suelo varía entre 7 y 24cm de profundidad. Las selvas bajas caducifolias tienen una altura promedio del dosel de entre 5 y 10 m y las selvas medianas subperennifolias de entre 13 y 18 m. En noviembre, después de la época principal de lluvias, el dosel de estas selvas medianas presentaban entre un 8 y 12% de apertura del dosel a 1m sobre el nivel del suelo. En esa misma época, la selva baja de Yucatán presentó una apertura del 54%. En la época de sequía, en abril, las selvas medianas de Quintana Roo y Los Campeche presentaron entre 12 y 54% de apertura del dosel mientras que las selvas bajas caducifolias de Oaxaca entre un 77 y 85%. En todas las localidades del estado de Campeche, dentro de la selva mediana subperennifolia, *G. sanctum* fue la especie dominante o co-dominante, representando entre el 4 y el 30% de todos los árboles registrados por sitio y entre el 5 y el 43% del área basal de la comunidad de árboles con $DAP > 5$ cm. Estas selvas tienden a ocurrir sobre lomeríos cársticos y en áreas planas que no sufren inundación. En las localidades de los estados de Yucatán y Quintana Roo *G. sanctum* no fue la especie dominante aunque se encontró entre las 10 especies más importantes en área basal. En estas localidades, *G. sanctum* representó entre el 4 y el 11% del área basal total de las comunidades de árboles. En el estado de Oaxaca, esta especie no es estructuralmente importante ya que representó menos de 3% del área basal total de las comunidades arbóreas. Estos resultados indican que *G. sanctum* tiene su mayor importancia en el estado de Campeche y la menor en la selva baja caducifolia del Istmo de Tehuantepec y la costa de Oaxaca.

5. Distribución y densidad relativa actual

Con base en las entrevistas realizadas, los recorridos de campo, las colectas de herbario, el mapa de la vegetación de Calakmul, Campeche, México (Martínez & Galindo 2002) y en los censos rápidos realizados, se elaboró un mapa preliminar de la distribución y abundancia de *Guaiacum sanctum* en el sureste de México. En este mapa, se pueden reconocer cinco áreas: 1) la Costa de Oaxaca y el Istmo de Tehuantepec, 2) el centro del estado de Campeche (especialmente la zona de "Los Chenes" y el norte-centro de la Reserva Calakmul), 3) la zona costera del centro-norte de Yucatán, 4) la región de Cancún y Puerto Morelos y 5) la Reserva de Sian Ka'an y sus alrededores (ver Figura 2). Según referencias de herbario, se esperaba encontrar a *G. sanctum* en la depresión central de Chiapas, sin embargo los recorridos de campo y las entrevistas realizadas en esa área muestran que esta especie se encuentra localmente extinta en la región. Esto puede deberse, como se indica anteriormente, a la intensa deforestación y la transformación de los bosques en campos agropecuarias.

En la Figura 2, anexa a continuación, se presenta la distribución y abundancia de *Guaiacum sanctum* en el sureste de México elaborado de acuerdo con colectas de herbario, entrevistas, recorridos de campo, censos rápidos y bibliografía (ver texto para detalles). Las zonas delimitadas por líneas discontinuas de color rojo son indicativas de áreas que tenían o que actualmente poseen poblaciones de *G. sanctum*. Densidad de población alta: más de 300 árboles con $DAP > 10$ cm por hectárea, densidad de población intermedia: entre 50 a 100 árboles por hectárea, densidad baja: menos de 20 árboles por hectárea.

De las cinco áreas de distribución indicadas en el mapa (Figura 2) la más importante, dada su extensión y densidad de las poblaciones de Guayacán, es la mostrada en el centro de Campeche. El área de la Costa de Oaxaca y el Istmo de Tehuantepec representan áreas de densidad baja de *G. sanctum*, al igual que el área del extremo noreste de la Península, mientras que la región costera centro-norte de Yucatán y los alrededores de la Reserva Sian Ka'an representan una densidad intermedia.

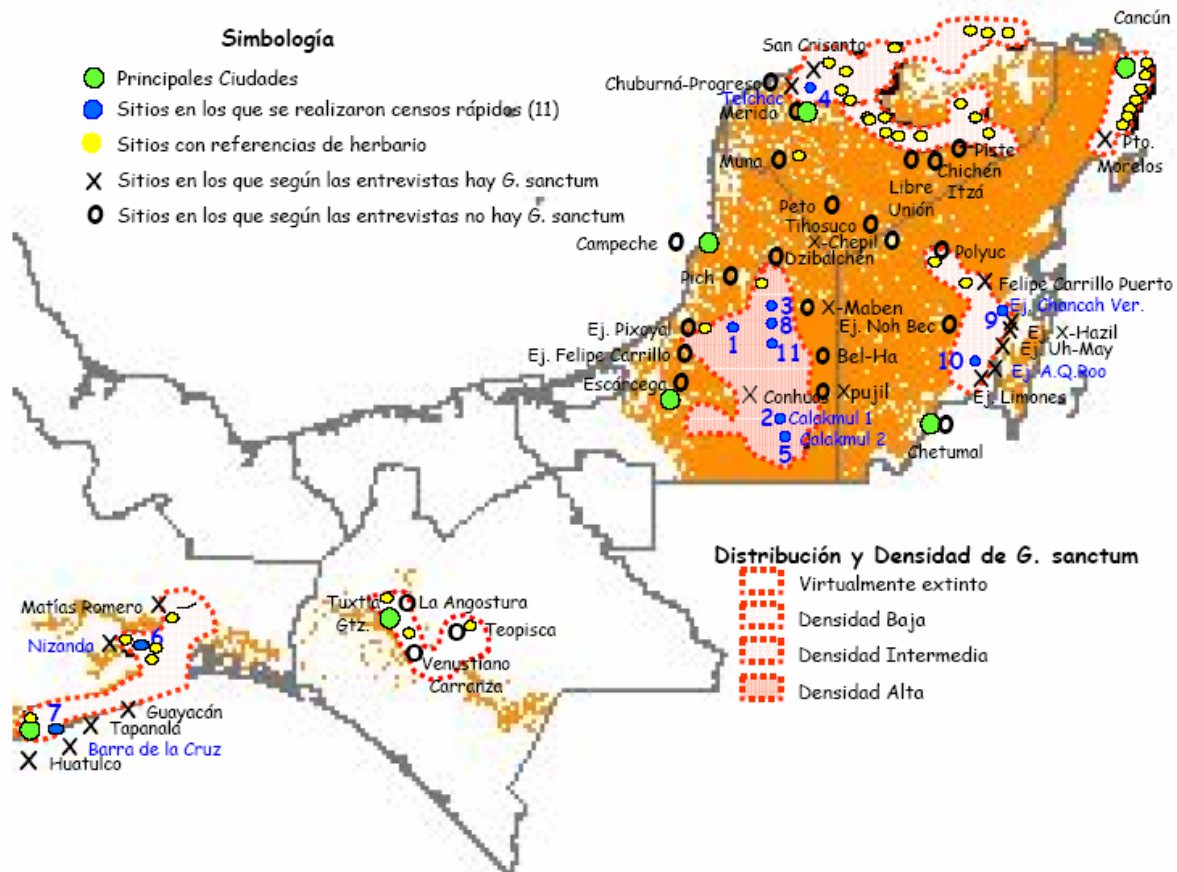


Figura 2. Distribución y abundancia de *Guaiacum sanctum* en el sureste de México.

6. Conclusiones

Los resultados confirman la presencia de *Guaiacum sanctum* en las regiones tropicales del sureste de México, en la Península de Yucatán (en los estados de Yucatán, Quintana Roo y Campeche) y en localidades del Istmo de Tehuantepec y Costa del estado de Oaxaca. Con esta información podemos decir que *G. sanctum* se distribuye, en estas áreas, en localidades con una precipitación media anual de entre 500 y 1,500 mm y entre los 3 y 170 msnm. *G. sanctum* alcanza una altura máxima de 20m y 60cm de diámetro del tronco a la altura del pecho (1.3 m sobre el nivel del suelo). Ocurre en terrenos de lomeríos o planos, cársticos, que no sufren inundación. Confirmamos que bajo condiciones naturales, o bajo un manejo de baja intensidad, las poblaciones de *G. sanctum* tienden a ser muy abundantes en plántulas y árboles jóvenes, lo cual sugiere que los requerimientos de germinación y desarrollo en las fases de desarrollo iniciales no son muy estrictos (e.g., Stoffers 1984). En prácticamente todas las poblaciones censadas se encontró evidencia de un elevado potencial regenerativo.

Los resultados alcanzados indican que *Guaiacum sanctum* tiene su área de distribución principal en la Península de Yucatán. Esta distribución no es homogénea y se concentra en tres áreas principales. La más importante por su extensión y abundancia es el área central del estado de Campeche, donde *G. sanctum* puede llegar a tener densidades de población por hectárea de 375 árboles con DAP > 10cm y es una especie dominante en la comunidad vegetal. Áreas de menor densidad se encuentran en la reserva de la Biosfera de Sian Ka'an y sus alrededores y en la parte norte del estado de Yucatán. Poblaciones marginales se encuentran en la región costera y del Istmo de Tehuantepec del estado de Oaxaca. En estas regiones, los árboles de guayacán varían notablemente en tamaño y atributos foliares, ocurriendo los más pequeños, con hojas de menor área, en las selvas bajas caducifolias y los más grandes, con hojas de mayor área, en las selvas medianas subperennifolias.

En el caso de , *G. coulteri*, se encontró que para un mismo DAP y dentro de la selva baja caducifolia de Huatulco, Oaxaca, esta especie es de menor altura, de copa mas amplia y menos profunda, que *G. sanctum*.

Se encontró evidencia en varias localidades de que *Guaiacum sanctum* es protegido por las comunidades y existen sanciones administrativas a nivel de autoridades ejidales que cuidan a la especie de un mal uso o de la tala innecesaria. En los bosques de guayacán no se usa fuego pero en algunas localidades se introduce ganado caprino. De acuerdo con las observaciones en campo, el riesgo más importante para la persistencia futura de las poblaciones de guayacán es el cambio de uso de suelo de la selva a sistemas agropecuarios, como ya ha ocurrido en la zona de La Angostura, en Chiapas. El impacto de las actuales prácticas de extracción de árboles será evaluado con los estudios de dinámica poblacional más detallados que están en marcha.

7. Otras actividades y análisis en proceso

Como complemento a los censos poblacionales se están procesando e identificando taxonómicamente las colectas botánicas obtenidas durante los censos de vegetación. También se procesan las muestras de suelo obtenidas de estos sitios para su análisis físico-químico y con base en las muestras de tejidos colectadas se determinará la condición de viabilidad genética de las poblaciones, incluyendo: niveles locales y regionales de variabilidad genética, niveles de endogamia y flujo génico, problemas de deriva génica y estructura espacial de la variación genética. Con estos elementos se aportará una evaluación de los posibles riesgos de extinción que presentan las poblaciones remanentes de Guayacán debido a cuellos de botella de origen genético.

Para la sección del estudio correspondiente a la dinámica de poblaciones de *Guaiacum sanctum* se establecieron dos parcelas permanentes de observación, con la finalidad de determinar principios de aprovechamiento sustentable de poblaciones de la especie. En las parcelas se marcaron a un conjunto de individuos, estadísticamente representativos, de los diferentes estadios de desarrollo. Una se ubica en la Reserva de la Biosfera de Calakmul y otra en la Ampliación Forestal del Ejido Pich, sitios en donde ocurren poblaciones abundantes de *Guaiacum sanctum* y que representan condiciones de conservación y aprovechamiento forestal, respectivamente, adecuados para los objetivos del estudio. En ellas se llevó a cabo un censo de las poblaciones, y la caracterización del ambiente lumínico y topografía del terreno, con lo que se determinaron la densidad y estructura de las poblaciones y relaciones alométricas de los árboles en las poblaciones de estudio. Adicionalmente, se generó una tabla de vida y el desarrollo de un modelo matricial simple preliminar, que posteriormente será alimentado con la información que se recopile de crecimiento, mortalidad y reproducción en las parcelas permanentes.

Los resultados preliminares del seguimiento a las parcelas permanentes indican que en ambos sitios se encuentran poblaciones que muestran una estructura predominada por árboles jóvenes. La población bajo manejo tiene actualmente una elevada densidad con 11 árboles por hectárea en tallas aprovechables para su comercialización (DAP > 35cm). Con base en la estructura actual de la población y suponiendo que el DAP es un indicador de la edad de los árboles, se asume que las poblaciones estudiadas sufren un fuerte proceso de mortalidad durante las etapas de plántulas y juveniles y una tasa lenta de muerte en las fases adultas. Si los árboles crecen a una tasa de 0.5 a 1mm por año en DAP, se esperaría que los árboles más grandes encontrados (80cm DAP) tuviesen al menos entre 800 y 1,600 años de edad.

Con base en el modelo matricial preliminar, simulando tasas anuales de mortalidad y de tala de árboles estimadas de acuerdo con las observaciones realizadas en 2004, se sugiere que una tasa de tala del 50% de los árboles aprovechables una vez cada 10 años puede mantener la población en equilibrio, si se asegura un reclutamiento continuo de al menos 5 árboles jóvenes que alcanza un mínimo de DAP de 1cm cada año. El modelo sugiere que un aprovechamiento sustentable de *Guaiacum sanctum* debe basarse en favorecer el reclutamiento de árboles jóvenes y la extracción muy reducida de árboles a intervalos de tiempo amplios. Estas sugerencias tentativas serán verificadas cuando se construyan modelos de la dinámica de las poblaciones basados en información dinámica (sobrevivencia, crecimiento y reproducción) que esta siendo recabada en las parcelas permanentes que se han establecido.