



Divulgación técnica

Junio, 2024

Departamento de Investigación Forestal

Crecimiento de plantaciones del género *Dalbergia*

Introducción

En Guatemala el género *Dalbergia* (Fabaceae) tiene presencia de 4 especies Rosúl (*Dalbergia stevensonii* Standl.), cocobolo (*Dalbergia retusa* Helms varretusa), granadillo (*Dalbergia tucurensis* Donn.) y nogal, ébano o chiquibalché (*Dalbergia calycina* Benth.) (Herrera *et al.*, 2016).

Las dalbergias son conocidas por ser maderas clasificadas como preciosas, estas presentan propiedades físicas y organolépticas por las que se le ha categorizado como una madera resistente y valiosa, esto ha causado la sobre explotación de las mismas, por consiguiente, estas especies forman parte de la lista de especies en peligro de extinción (Herrera *et al.*, 2016).

Una de las estrategias para la conservación de la especie consiste en el establecimiento de plantaciones, lo cual ha sido activamente promovido por el INAB con los programas de incentivos forestales.

Se destaca que en el Programa de Incentivos para establecimiento, recuperación, manejo, producción y protección de bosques en Guatemala -PROBOSQUE- las especies del género *Dalbergia* junto a otras nativas reciben montos diferenciados al resto de especies en plantaciones, debido al interés de la Institución en promover proyectos de maderas preciosas.

Aunado a estos esfuerzos, es necesario generar información sobre los requerimientos ecológicos, crecimiento, productividad y manejo de las especies en plantaciones; así garantizar el éxito de los proyectos forestales.

De esta cuenta, el INAB en conjunto con la academia en el periodo 2020-2024, ha desarrollado investigaciones en las especies rosul (*D. stevensonii*) y cocobolo (*D. retusa*). El presente documento resume los resultados obtenidos en los estudios realizados.



Requerimientos ecológicos de *D. stevensonii* y *D. retusa*

La tabla 1 presenta el compendio de los requerimientos ecológicos sintetizados por de Paz, (2023); Gamas, (2024), de lo reportado por Herrera *et al.*, (2016) y otras publicaciones, que fueron complementadas con visitas de campo.

Tabla 1.
Requerimientos ecológicos

D. stevensonii	D. retusa
Altitud	
50 - 850 m s.n.m.	123 - 358 m s.n.m.
Relieve	
Plano y ondulado	
Zonas de vida (Holdridge)	
Bosque muy húmedo subtropical cálido. Bosque húmedo subtropical cálido. Bosque muy húmedo tropical. Bosque pluvial subtropical templado.	Bosque Muy Húmedo Subtropical cálido y Bosque humedo subtropical
Precipitación	
1870 - 3820 mm anuales. 4 meses secos con precipitación mensual menor a 100mm	< 2,000 mm
Suelo	
Origen kárstico. Franco-arcilloso, Franco-arenoso, poco profundos y con poca materia orgánica	arcilloso, franco arcilloso y franco arenoso, en campo se identifico que en suelos arcillosos presenta mejor desarrollo
Drenaje	
Tolera suelos anegados estacional o permanentemente. sin embargo, en campo se observó que en fase de establecimiento no tolera el encharcamiento.	sin información

Nota: extraído y modificado de Herrera *et al.*, 2016; de Paz, 2023; y Gamas, 2024.

de Paz, (2023) citando a Rodriguez *et al.*, (2017) resalta que *D. retusa* se categoriza como una especie "heliófila durable", con alto requerimiento de luz para su establecimiento y sobrevivencia, asimismo, CITES, (2009), resalta que esta especie es tolerante al fuego, con un crecimiento lento, pero con alta tasa de supervivencia.

Al igual que *D. retusa*, la *D. stevensonii* es una especie "heliófila" intolerante a la sombra. Ruiz, (2017) y Serech, (2019), citado por Gamas, (2024).

Tanto de Paz, (2023) como Gamas, (2024) mencionan que estas especies se caracterizan por poseer raíces nodulares, siendo la razón principal de su alta capacidad para fijar nitrógeno atmosférico.

Crecimiento de plantaciones con *D. stevensonii*

Gamas, (2024) seleccionó siete sitios (ver Tabla 2) con diferentes escenarios de cultivo y etapas de desarrollo, con el objetivo de sistematizar información de *D. stevensonii*; sin embargo, abordaremos únicamente las plantaciones en fase de establecimiento (de 2 a 4 años). Los sitios están distribuidos en tres departamentos: en Quiché, en el municipio de Ixcán; Izabal en el municipio de Livingston y en Petén en los municipios de Sana Ana y San Luis.



Tabla 2. Tratamientos y sitios de estudio para *D. stevensonii*

Ubicación	No. Tratamiento	Arreglo de cultivo	Edad (años)	Pendiente (%)	Manejo	Dap (cm)	Altura (m)	AB (m ² /ha)
Ixcán, Quiché	4	Plantación mixta	4	25	Fertilización y limpiezas	4.1	4.44	0.18
	5	Silvopastoril	2	0-10	Fertilización y limpiezas		1.65	
Santa Ana, Petén	6	Silvopastoril	3	0-10	Camellones, fertilización foliar y podas	2.1	2.11	0.03
	7	Plantación mixta	3	0-10	Enmienda de suelo, hidrogel		1.5	
San Luis, Petén	8	Plantación pura	3	32	Fertilización, poda	3.8	4.19	0.93
Livingston, Izabal	9	SAF con cardamomo	4	37	Fertilización, poda	5.2	4.84	0.37

Nota: Modificado de cuadro 14 y 18 de Gamas, 2024. Para las variables DAP, Altura y Área Basal (AB) se presentan los promedios obtenidos para *D. stevensonii*.

Análisis de IMA DAP y Altura para *D. stevensonii*

La tabla 2, resume algunas de las condiciones de plantación (arreglo de cultivo, pendiente, manejo) en las que se encontraron, los escenarios de *D. stevensonii*; además de los promedios de las variables: DAP, altura y Área Basal. En el tratamiento 5 y tratamiento 7 no se midió DAP, debido a que la mayoría de árboles no alcanzaron la altura de 1.3 m.

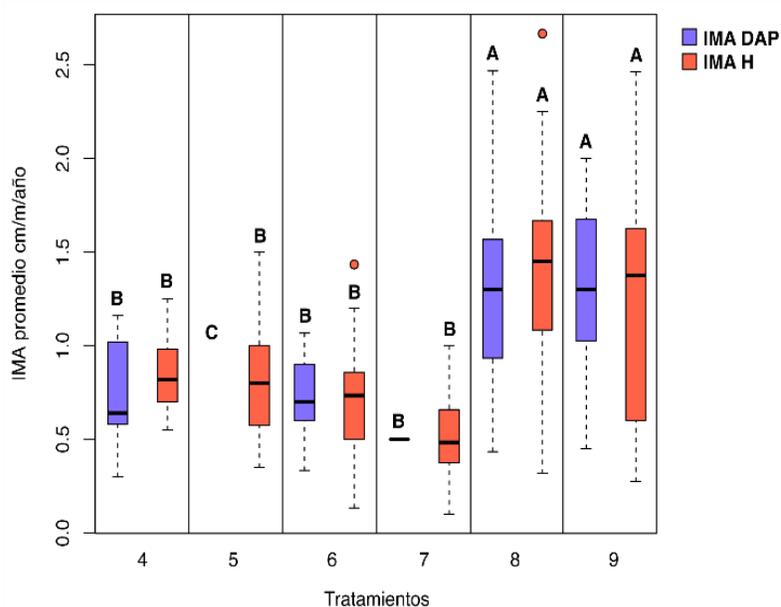
El análisis de varianza -ANDEVA- para las variables IMA DAP e IMA Altura de *D. stevensonii* mostró que existe diferencia significativa entre las medias de los tratamientos, en ambas variables, los tratamientos con incrementos superiores son los números 8 y 9. El primero es un monocultivo en San Luis, Petén y el segundo un SAF con cardamomo en Livingston, Izabal. (Gamas, 2024).



Para *D. stevensonii* los promedios de IMA DAP en los tratamientos varían entre 0.5 y 1.3 cm/año, mientras que los de IMA en altura (H) oscilan entre 0.5 y 1.42 m/año. Es importante destacar que estos son valores promedio con una amplia variabilidad, como se observa en el *box plot* de la Figura 1; esto evidencia que, en un mismo sitio, existen diferencias en el crecimiento entre individuos. Los bigotes del diagrama *box plot* reflejan esta variabilidad, que muestra individuos con valores de IMA DAP que van desde 0.4 hasta 2.4 cm/año (Gamas,2024).

Figura 1.

Incrementos medios anuales de DAP y H para *D. stevensonii* en tratamientos con plantaciones jóvenes



Nota: extraído de Gamas, (2024, p. 89).

En la figura 1, se observa que los incrementos de los tratamientos 8 y 9 son superiores al resto de tratamientos, posiblemente como resultado de la buena calidad del sitio y el manejo que han recibido las plantaciones, las cuales se resaltan a continuación.

Ambos tratamientos han sido constantemente fertilizados con productos químicos y orgánicos, tuvieron control de malezas al menos dos veces al año y finalmente han tenido podas de formación. Por otro lado, ambos sitios se ubican en terrenos con pendiente marcada que evita problemas de anegamiento; aun cuando la especie lo tolera podría afectar la tasa de crecimiento (Gamas,2024).

Análisis de crecimiento de *D. stevensonii* en plantaciones mixtas

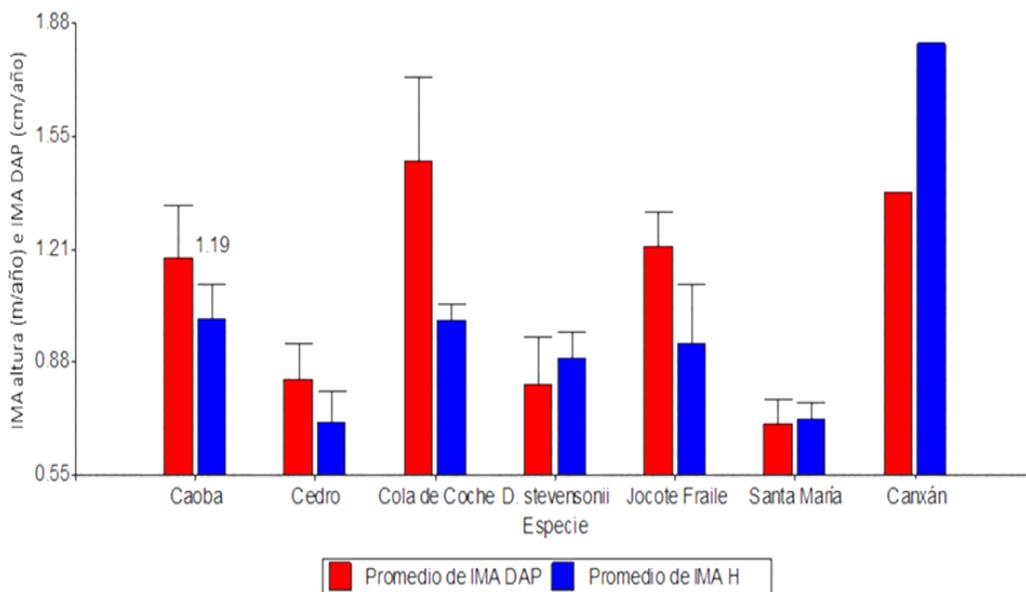
Para este análisis Gamas (2024) toma en cuenta únicamente los tratamientos 4 y 9 en los cuales la especie se encuentra en asocio con otras especies.

Para el Tratamiento 4, plantación mixta en Ixcán, Quiché. *D. stevensonii* se encuentra en asocio con seis especies nativas maderables, entre ellas maderas preciosas, semipreciosas y secundarias: cola de coche (*Cojoba arborea*), canxán (*Terminalia amazonica*), jocote fraile (*Astronium graveolens*), caoba (*Swietenia macrophylla*), cedro (*Cedrela odorata*) y santa maría (*Calophyllum brasiliense*).

En el tratamiento 4 (Figura 2) La especie dominante, principalmente en la altura es *T. amazonia* (canxán). Según Hall y Ashton (2016) citado por Gamas (2024) esta especie se caracteriza por formar tallos rectos y desarrollar rápidamente copas amplias y profundas, que con los años suprime a las especies de crecimiento más lento. Sin embargo, presenta beneficios al propietario al tener turnos menores, de aproximadamente 20 años y ser efectiva para evitar el crecimiento de hierba en la plantación.



Figura 2.
Comparación del IMA DAP y H entre especies en plantación mixta del tratamiento 4



Nota: extraído de Gamas, 2024.

Por otro lado, Serech, (2018) citado por Gamas, (2024) clasifica las tasas de crecimiento de altura de *S. macrophylla* (ca, *D. stevensonii* y *A. graveolens* como bajas con un promedio de 1 metro al año, del mismo modo, clasifica a *C. odorata* y *C. brasiliense* como especies con incrementos medios en H de 1-1.5 m/año. Sin embargo, en esta plantación no se observaron estos incrementos, esto podría ser un efecto de la intolerancia a la sombra.

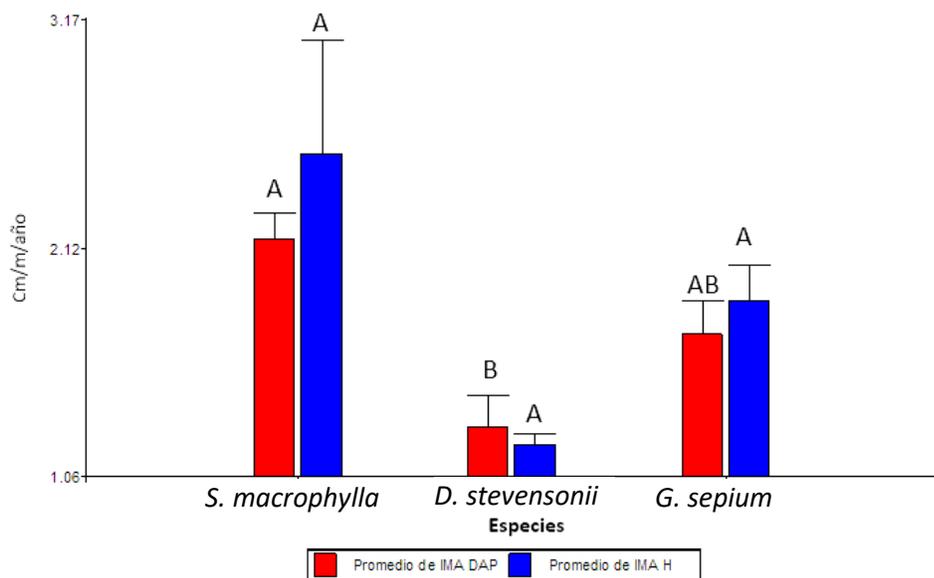
Es importante resaltar que casi todas las especies presentes en la plantación también se observan asociadas en los bosques naturales de la Franja Transversal del Norte donde crece *D. stevensonii*. (Gamas, 2024)

Para el tratamiento 9 (Figura 3), dentro del SAF se encuentran tres especies forestales funcionando como sombra para el cultivo de Cardamomo: caoba (*Swietenia macrophylla*), madrecaao (*Gliricidia sepium*) y rosul (*D. stevensonii*). El diseño de la plantación es: la alternancia de surcos con con una proporción de 50% caoba, 25% madrecaao y 25% rosul.

En la plantación se destacan los altos incrementos de DAP y altura obtenidos principalmente en caoba, así como el buen estado sanitario de la plantación, derivados del manejo integral e intensivo recibido (Gamas, 2024).



Figura 3.
Comparación de IMA DAP y H entre especies en SAF del tratamiento 9.



Nota: extraído de Gamas, 2024. Medias con letra en común no son significativamente diferentes.

En el incremento de DAP, existe una diferencia estadística significativa entre las especies, siendo *S. macrophylla* la que mayor IMA presenta con 2.16 cm/año, seguido de *G. sepium* con 1.72 cm/año y por último *D. stevensonii* con 1.29 cm/año.

De acuerdo con Gamas, (2024) el IMA de altura no presenta una diferencia significativa entre especies, todas presentan incrementos mayores a 1 m/año. Es importante resaltar el alto incremento de *S. macrophylla* 2.55 m/año, mientras que el incremento para *G. sepium* es de 1.88 m/año y *D. stevensonii* de 1.21 m/año.

En la Figura 3, se evidencia la superioridad del crecimiento de la caoba con respecto a las otras dos especies; posiblemente los árboles de caoba se beneficiaron de la fijación de nitrógeno que aporta *D. stevensonii* y *G. sepium*, además de la fertilización con abono orgánico (Gamas, 2024).

Crecimiento de plantaciones con *D. retusa*

de Paz, (2023) sistematizó información en 4 sitios con distintos escenarios para un total de 7 tratamientos (tabla 3) en donde se encuentra establecida *D. retusa*, estas se distribuyen en los departamentos de Petén, Izabal y Quiché.



Tabla 3. Sitios de estudio para *D. Retusa*

Ubicación	No. Tratamiento	Arreglo de cultivo	Edad (años)	Pendiente (%)	Manejo	Dap (cm)	Altura (m)
Río Sejá, Izabal	1	Plantación pura	13	15	Eliminación de maleza	13.91	13.39
San José, Petén	2	Mezcla con melina convertida a pura a los 5 años	8	2	Maleza, raleo y poda	15.44	10.48
	3	Mezcla con melina	8	54	Eliminación de Maleza	7.04	6.48
	4	Mezcla con melina y dos especies más	8	13	Raleo y eliminación de maleza	12.72	
	5	Plantación pura	15	2	Raleo y eliminación de maleza	19.8	9.6
Sacpúy, Petén	6	Mezcla con matilisguate	15	2	Eliminación de maleza	14.1	9.9
	7	Plantación pura	22	13	Raleo y poda	20.02	10.95

Nota: Modificado de cuadro 5 y 24 de de Paz, 2023. Las viables dasométricas DAP y Altura representan los promedios encontrados para *D. retusa*.

Análisis de IMA DAP y Altura para *D. retusa*

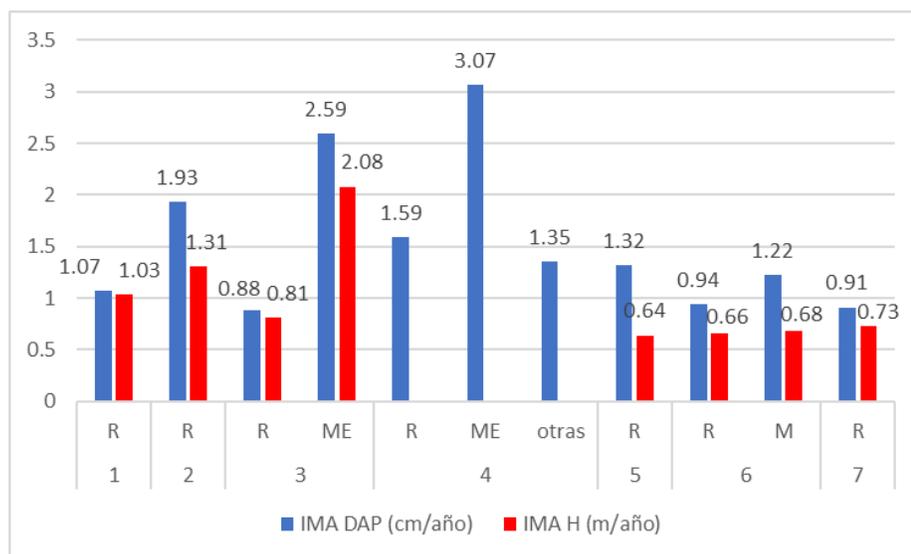
En la tabla 3, se presentan algunas de las condiciones de plantación (arreglo de cultivo, pendiente, manejo) en las que se encontraron los escenarios de *D. retusa*, además de los promedios de variables, DAP y altura.

Es importante resaltar que los escenarios que tuvieron de 2 a 3 actividades de manejo, presentan promedios que reflejan un mejor crecimiento.

Los análisis de las tasas de crecimiento para *D. retusa*, en las variables IMA DAP e IMA altura, se muestran en la figura 4, la mayoría de los escenarios estudiados presentan un incremento medio anual en DAP ≥ 1 cm/año, con la excepción del escenario compuesto por una asociación de *D. retusa* y *G. arborea* (tratamiento 3). En este tratamiento, se observa una notable diferencia con los otros tratamientos; donde *D. retusa* se ve claramente afectada (de Paz, 2023).



Figura 1.
Incrementos medios anuales de DAP y H para *D. retusa*



Modificado de cuadro 24 de de Paz, 2023; Código por Especie: R= Rosúl – ME= Melina y M= Matilisguate

Los tratamientos 2, 3 y 4 se encuentran ubicados en el mismo sitio: San José, Petén. El tratamiento 2 consiste en la asociación de *Dalbergia retusa* y *Gmelina arborea* de 8 años de edad, donde se realizó un aprovechamiento de *G. arborea* a los 5 años. Este tratamiento presenta una tasa de Incremento Medio Anual del Diámetro a la Altura del Pecho (IMA DAP) de 1.93 cm/año (rango entre 1.89 cm/año y 1.97 cm/año).

En contraste, el tratamiento 3, que también es una asociación de *D. retusa* y *G. arborea*, pero sin raleo, muestra un IMA DAP de 0.88 cm/año (rango entre 0.87 cm/año y 0.89 cm/año). Esta diferencia en el crecimiento probablemente se deba a la falta de manejo y la competencia con *G. arborea*, una especie de rápido crecimiento.

Análisis de crecimiento de *D. retusa* en plantaciones mixtas

de Paz, (2023) profundiza el análisis en los escenarios mixtos con base a información de la red de Parcelas Permanentes de Medición Forestal (PPMF) de INAB remedidas por técnicos de las subregiones II-6 Ixcan, II-5 Fray Bartolomé, III-1 Izabal.

El objetivo fue determinar las especies que son adecuadas para plantaciones mixtas en asocio con *D. retusa*, (tabla 4). de Paz, (2023) clasifica el asocio como, favorables (bueno) y no favorables (malo), tomando en cuenta las tasas de crecimiento de las especies involucradas especialmente en altura.



Tabla 4. Asocios observados con *D. retusa*

Especies asociadas	Escenarios	
	Bueno	Malo
<i>Calophyllum brasiliense</i> (santa maría)	0	2
<i>Vatairea lundelli</i> (danto)	1	0
<i>Cojoba arborea</i> (cola de coche)	1	0
<i>Sweetia panamensis</i> (chichipate)	1	0
<i>Pachira aquatica</i> (zapotón)	1	1
<i>Vochysia guatemalensis</i> (san Juan)	0	4
<i>Astronium graveolens</i> (jocote fraile)	1	0
<i>Cedrela odorata</i> (cedro)	0	1
<i>Tabebuia rosea</i> (matiliguat)	1	0
<i>Gliricidia sepium</i> (madrecacao)	2	1
<i>Swietenia macrophylla</i> (caoba)	0	3

Conclusiones

- ✓ Para *D. stevensonii* los mayores IMA en DAP, son de 1.3 cm/año, en contraste los menores incrementos, en promedio, 0.5 cm/año; por lo que, las plantaciones con los mayores IMA de DAP alcanzarían un diámetro de 40 cm en aproximadamente 30 años, que se estima podría ser el diámetro meta para alcanzar una adecuada proporción de duramen (Gamas,2024).
- ✓ Para la variable IMA en Altura, los mayores incrementos fueron 1.42 y 1.21 m/año y el menor 0.5 m/año.
- ✓ Gamas, (2024) concluye que se podría considerar a *D.stevensonii* como una especie ideal para la restauración de ecosistemas, en virtud de la capacidad de fijación nitrógeno al suelo, la alta facultad de reproducción asexual por medio de brotes de raíz y de tocón, la atracción de diversos polinizadores en época de floración y la captura de carbono; sumado al alto valor comercial de la madera.
- ✓ *D. retusa* se ve suprimida en arreglos mixtos con especies como Santa María, San Juan o Caoba del norte, en contrastes con especies como Danto, Cola de Coche, Madre Cacao o Matiliguat en donde se evidencia un crecimiento similar en altura (de Paz 2023).
- ✓ Aunque la distribución altitudinal de *D. retusa* es restringida en comparación de *D. stevensonii*, tiene el potencial de crecer en suelos más arcillosos.

Nota: modificado de de Paz, 2023.

Las especies danto, Cola de coche, Chichipate, jocote fraile, matiliguat fueron identificadas como especies con asocio favorable, debido a que no presentaron una diferencia significativa respecto al desarrollo de la altura. (de Paz, 2023)

En contraste con san juan, santa maría y caoba del norte; especies con la cuales se categoriza como un asocio "no favorable", debido a que *D. retusa* se ve suprimida por la sombra resultante del rápido desarrollo de las especies acompañantes esto incide negativamente en su crecimiento debido a su ecología heliófila.



Instituto Nacional de Bosques
Más bosques. Más vida



Bibliografía

de Paz, L. (2023). Caracterización de plantaciones con *Dalbergia retusa* helms en las tierras bajas y húmedas el norte de Guatemala, C.A. [tesis de licenciatura, Universidad de San Carlos de Guatemala].

Gamas, K, Y. (2024). Ecología y silvicultura de plantaciones jóvenes con *Dalbergia stevensonii standl.* en las tierras bajas y húmedas del norte de Guatemala, C.A.

Herrera, M; Saravia, J; Castillo, J; Lopez, E; Alonzo, W; Morales, M; Hernandez, J; Liquez, M; Chomon, P; Ruiz, P. (2016). Manual para la identificación y descripción botánica y de la madera de las especies forestales de Guatemala incluidas en el listado II de CITES.

Bibliografía citada disponible para consulta en el Centro de Información Forestal



investigacion.forestal@inab.gobb.gt



CINFOR-WEB

**CENTRO DE INFORMACIÓN
FORESTAL**