

Centro de
Documentación y
Arquitectura

10 OCT 1985

C. I. D. I. A.
Turrialba, Costa Rica

COMPORTAMIENTO DE ALGUNAS ESPECIES PARA LEÑA EN GUATEMALA

**Héctor A. Martínez H.
José Rolando Zanotti**

La publicación y distribución de este trabajo fueron patrocinadas por el Programa Suizo de Cooperación para el Desarrollo, DDA, por medio de INFORAT: Información y Documentación Forestal para América Tropical.

**CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL DE INVESTIGACIÓN Y ENSEÑANZA, CATIE
Departamento de Recursos Naturales Renovables
Turrialba, Costa Rica, 1985**

MARTINEZ H., H.A. Silvicultor, M. Sc.
Hasta 1984, Residente CATIE, Proyecto Leña y Fuentes Alternas de Energía, Guatemala. A partir de enero 1985 se incorpora al equipo del Proyecto en la Sede Central.

ZANOTTI, J.R. Ingeniero Agrónomo, Contraparte Nacional, Proyecto Leña y Fuentes Alternas de Energía, Guatemala.

INDICE

SUMMARY	2
RESUMEN	2
INTRODUCCION	3
SITUACION FORESTAL DE GUATEMALA	3
Cobertura boscosa	3
El proceso de deforestación	4
El uso de leña	6
Plantaciones forestales	9
PLANTACIONES EVALUADAS	10
Localización de sitios evaluados	10
Características de las áreas de estudio	12
Variables evaluadas	12
RESULTADOS Y DISCUSION	13
CONCLUSIONES	15
BIBLIOGRAFIA	16
ANEXOS	18
A.1 Información de los lugares con plantaciones evaluadas en Guatemala	
A.2 Distribución de las especies según sitio, propietario, distancia y objetivo de la plantación	
A.3 Resultado de las mediciones efectuadas en parcelas individuales	

AGRADECIMIENTO

Los autores dejan constancia de su agradecimiento al personal del Departamento de Inventarios Forestales del Instituto Nacional Forestal -INAFOR- que colaboró en la recolección de los datos de campo; al Dasónomo Mario F. Mogollón, excontraparte nacional del Proyecto Leña, por su participación en la etapa inicial de este trabajo; al Agrónomo Carlos Estrada, asistente de investigación del Proyecto, por su entusiasmo y colaboración y a todas aquellas personas que contribuyeron a la realización del presente trabajo.

RESUMEN

A finales de 1980 y comienzo de 1981 se realizó en Guatemala una evaluación de ensayos y plantaciones existentes con especies forestales con potencial para la producción de leña.

El objetivo de este trabajo era evaluar el comportamiento de algunas especies plantadas en variadas condiciones ecológicas en Guatemala, como base para los trabajos futuros del Proyecto Leña CATIE/INAFOR.

Se encontró que las experiencias con especies latifoliadas eran escasas y que no existía un registro adecuado de las plantaciones realizadas, así como tampoco un programa estructurado de investigación sobre especies y procedencias.

Entre las especies evaluadas en este trabajo sobresalen por su rápido crecimiento *Eucalyptus saligna*, *Leucaena leucocephala*, *Grevillea robusta*, *Alnus acuminata* y *Caesalpinia velutina*. Igualmente *Casuarina equisetifolia* y *Tabebuia pentaphylla* son especies que parecen tener un gran potencial para la formación de bosques energéticos.

SUMMARY

In late 1980 and early 1981 data were collected in Guatemala on existing plantation and adaptability trials of tree species with potential for fuelwood production.

The objective of this work was to evaluate the behavior of various tree species planted in various ecological conditions in Guatemala in order to provide a basis for future work by the CATIE/INAFOR Fuelwood Project.

There were few data on broadleaf species nor were there adequate plantation records or a structured research programme on species and provenances.

Among the species evaluated by the Fuelwood Project the following species stand out due their more rapid growth, *Eucalyptus saligna*, *Leucaena leucocephala*, *Grevillea robusta*, *Alnus acuminata* and *Caesalpinia velutina*. In addition *Casuarina equisetifolia* and *Tabebuia pentaphylla* are species that seem to have great potential for energy plantations.

INTRODUCCION

Una de las actividades del Proyecto Leña en Guatemala era realizar una evaluación del comportamiento de algunas especies forestales, con potencial para la producción de leña, que habían sido plantadas antes de 1980. En consecuencia se planificó la ejecución de este trabajo evaluando algunas de las parcelas forestales establecidas en diferentes condiciones ecológicas del país, aunque su objetivo inicial no haya sido la producción de leña o carbón. Los resultados de este estudio servirán de base para la ejecución de los trabajos futuros del Proyecto Leña en Guatemala.

Las mediciones fueron tomadas por personal del Proyecto Leña CATIE - INAFOR durante el segundo semestre de 1980 y primero de 1981, en ensayos y pequeñas plantaciones en diferentes partes del país, tanto por entidades públicas como por personas particulares.

SITUACION FORESTAL DE GUATEMALA

Cobertura boscosa

Guatemala, cuyo nombre literalmente significa "país de árboles" tiene 108 900 km² de superficie de los cuales el 72,5 por ciento son considerados tierras de vocación forestal. Para 1980 se estimó que solo el 39,6 por ciento de su territorio estaba cubierto de bosques (6), la mayoría de ellos localizados en las zonas menos pobladas del país: el departamento de El Petén y la denominada "Franja Transversal del Norte". Geográficamente el país se puede dividir en seis regiones: Altiplano Occidental, Altiplano Central, Costa Sur, Oriente, Verapaces y El Petén. En los Altiplanos Central y Occidental se ubica cerca del 58 por ciento de la población, y poseían en 1980,

solo el 14 por ciento de la cobertura forestal. En la Costa Sur, dedicada a cultivos de agroexportación, había menos del uno por ciento del total de bosques. La zona Oriental, con una estación seca marcada, incluyendo el sur de Izabal, poseía menos del 11 por ciento de la cubierta arbórea; El Petén más del 65 por ciento y las demás zonas del país, el nueve por ciento restante de la cobertura boscosa (6).

Mittak (11) describe las formaciones boscosas de Guatemala, en las tres regiones indicadas en la Fig. 1, de la siguiente manera:

1. Bosques húmedos y muy húmedos subtropicales cálidos, en la zona norte del país (El Petén, Izabal y parte de los departamentos de El Quiché y Alta Verapaz) con predominio de latifoliadas, aunque se presentan algunas manchas de *Pinus caribaea* var. *hondurensis*.
2. Bosques mixtos de la faja central, muy variados, por las diferentes condiciones climáticas debidas al relieve. Estos bosques se encuentran en los departamentos de Huehuetenango, San Marcos, Quezaltenango, parte de El Quiché, Solalá, Chimaltenango, Sacatepéquez, Guatemala, El Progreso, Baja Verapaz, parte sur de Alta Verapaz, Zacapa, Chiquimula, Jalapa y parte de Jutiapa. Están compuestos por coníferas, pero muchas veces entremezclados con latifoliadas.
3. Bosques húmedos de la costa pacífica, en los departamentos de Retalhuleu, Suchitepéquez, Escuintla y parte de Jutiapa, compuestos por latifoliadas y manglares. Estos bosques van desapareciendo paulatinamente por el avance de la frontera agrícola (14).

El proceso de deforestación

Las cifras disponibles permiten ver que el proceso de desaparición de los bosques naturales en Guatemala es de grandes proporciones. Mientras que en 1950 se estimaba una cobertura forestal de casi 65 por ciento de territorio (12), en 1980 sólo el 40 por ciento del territorio estaba cubierto de bosques (6), lo que representa una disminución aproximada de 27 334 km² de bosques.

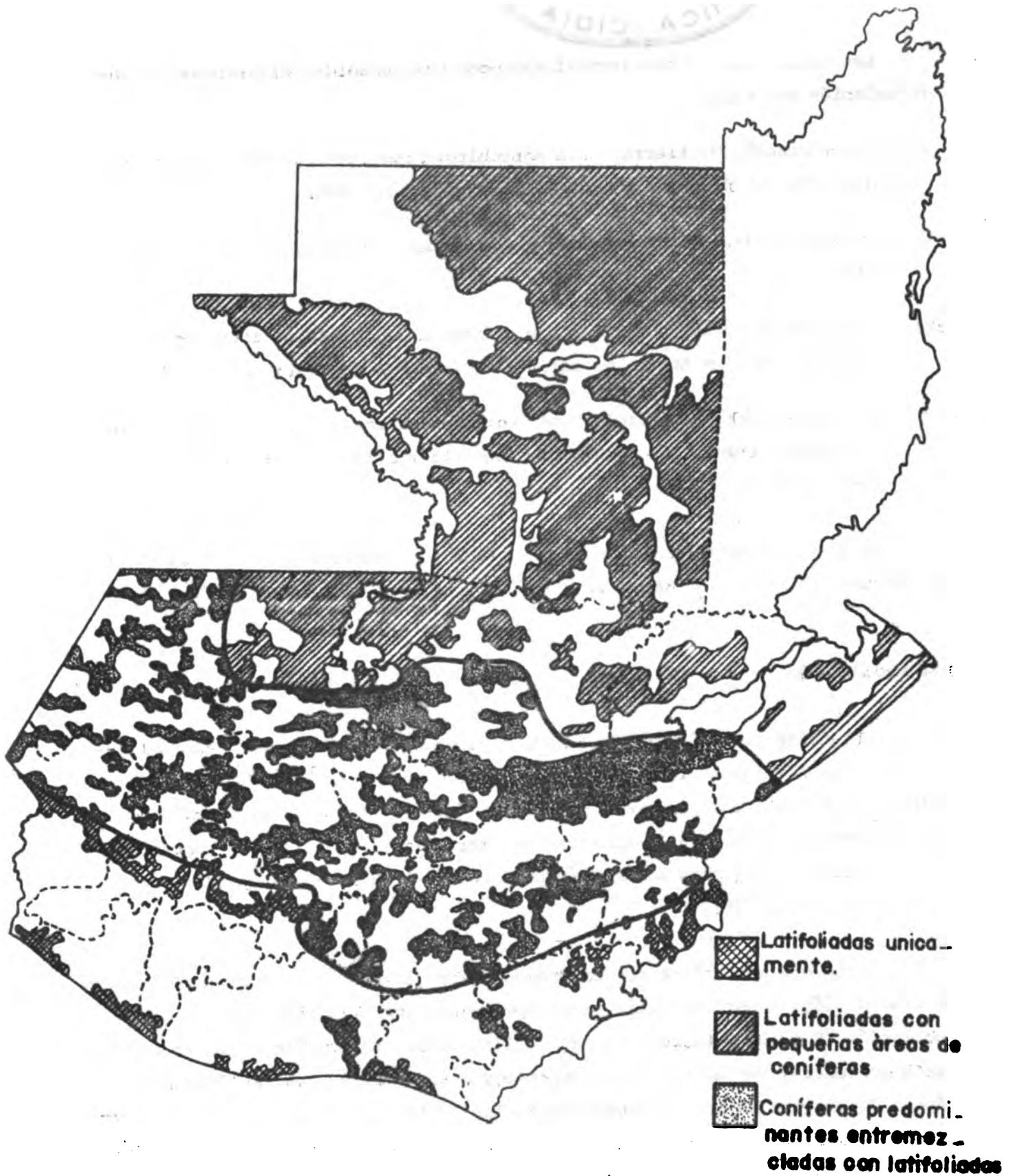


Fig. 1 Cobertura forestal y tipos de bosque de Guatemala.
Según : BOGACH S., 1981. A fuelwood policy for Guatemala. (2)

Las causas que se han identificado como responsables del proceso de deforestación han sido:

- a) Incorporación de tierras a la agricultura como consecuencia de la colonización (6) dirigida y espontánea en áreas boscosas.
- b) Extracción de productos valiosos del bosque (maderas, resinas, latex) (12).
- c) Crecimiento de la población, que obliga a ampliar la frontera agrícola y produce un aumento en el uso de la leña como combustible.
- d) Uso tradicional de la leña como combustible en gran parte de los hogares y pequeñas industrias tales como panaderías, caleras, ladrilleras, salineras y otras (6, 9).

Es lógico esperar que este proceso tienda a acentuarse si no se toma medidas para disminuir su impacto.

El uso de leña

La leña ha sido y continúa siendo el combustible tradicional más ampliamente usado por la mayoría de los guatemaltecos tanto en el medio rural como urbano (9,10) así como pequeñas industrias (9,13). Los balances energéticos de Guatemala de 1970 a 1979 muestran una participación de la leña superior al 50 por ciento en el consumo energético total (14) usada en su mayoría para consumo doméstico (9).

Puesto que más del 80 por ciento de los hogares de Guatemala consumen leña (4) es lógico esperar cierta correspondencia entre la distribución de la población (Fig. 2) y el consumo regional de leña. La mayoría de la población está concentrada en el altiplano central y occidental del país, y durante la época de cosecha de los productos agrícolas de la costa sur se produce una migración desde el altiplano hacia esta zona. La concentración de la población y el fenómeno de migración estacional hace que estas áreas tengan los mayores consumos estimados de leña (Fig. 3).

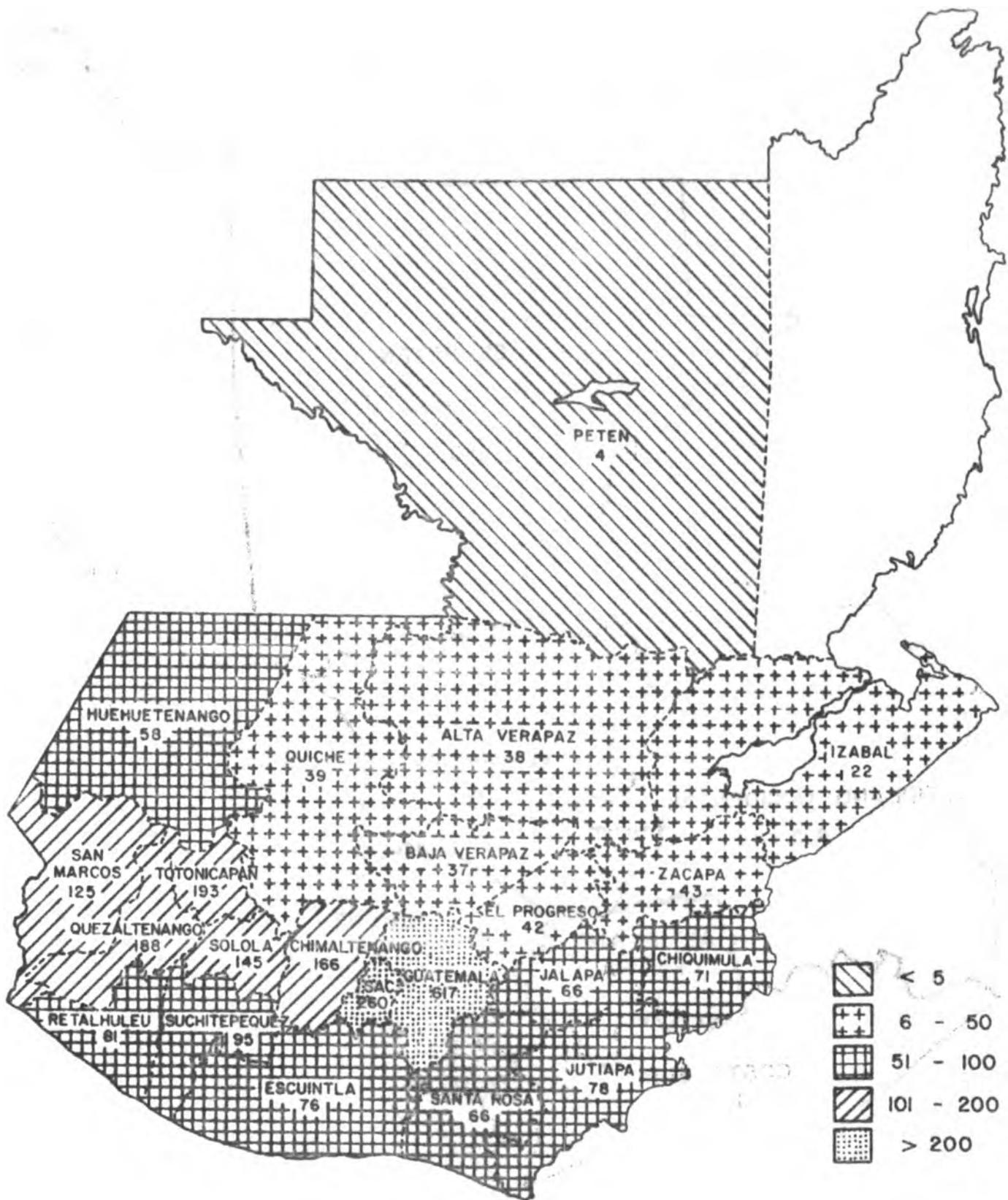


Fig. 2 Densidad de población por Departamentos de Guatemala. (personas/km²)
Fuente: Guatemala. Dirección General de Estadística, 1976.
Censo de habitación 1973, 3o. (4)

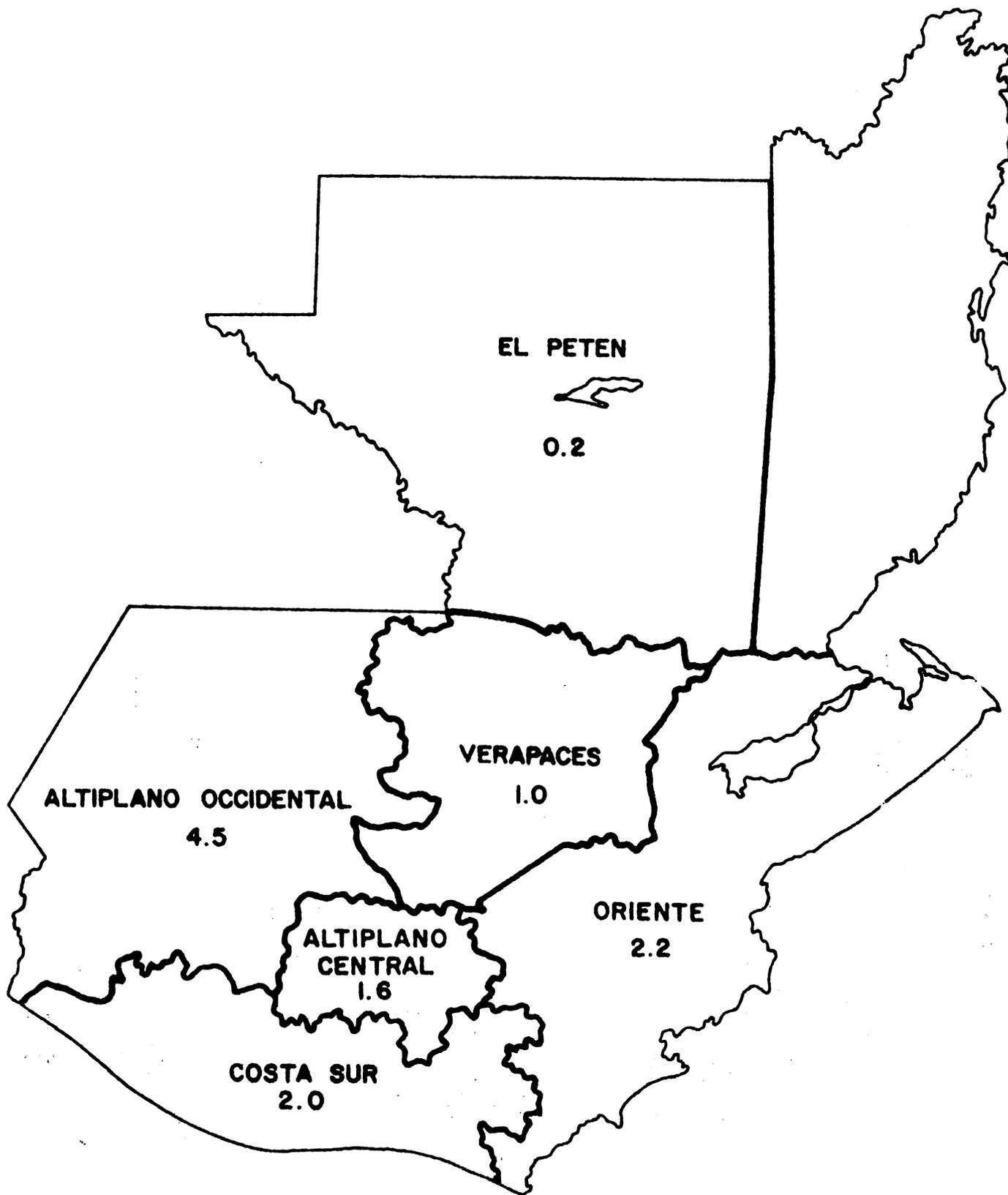


Fig.3. Consumo estimado de leña por regiones en 1979. (Millones m³)
 Fuente: BOGACH S., 1981. A fuelwood policy for Guatemala. (2)

Las causas del uso generalizado de la leña pueden ser el alto costo de los combustibles derivados del petróleo y otras fuentes de energía tal como la electricidad, la escasez de recursos económicos de un gran sector de la población y las formas tradicionales de cocción de los alimentos.

Ante la importancia que tiene la leña en la economía nacional, el Instituto Nacional Forestal dentro del Plan para el Desarrollo Forestal 1976-1986 (5) estableció la necesidad de crear bosques comunales para la producción de leña, como una forma para asegurar en parte su provisión futura; sin embargo problemas de diferente índole han impedido, hasta la fecha, la puesta en marcha de un programa serio en este sentido.

Plantaciones forestales.

A pesar de los esfuerzos y estudios para incrementar el ritmo de reforestación del país, son pocos los logros que en este campo se puede observar; la mayoría de los proyectos privados realizados o en vías, están ubicados en las zonas altas del país y comprenden únicamente plantaciones de coníferas; podría afirmarse que en Guatemala, hasta hace poco tiempo, reforestación era sinónimo de plantaciones de coníferas en la mayoría de los proyectos públicos y privados.

Los informes sobre producción y distribución de plantas de los viveros del INAFOR indican la existencia de una buena cantidad de bosques artificiales; sin embargo no existe un registro cuidadoso de la ubicación de las plantaciones, especies, condiciones de sitio y área plantada; parte de las plantaciones ha desaparecido por falta de mantenimiento y aún por cambios de uso de la tierra.

Hasta el inicio de actividades del Proyecto Leña, no existía un plan o programa de investigación forestal que abarcara la investigación sobre especies, procedencias o mejoramiento de especies arbóreas.

PLANTACIONES EVALUADAS

Localización de sitios evaluados

La falta de un sistema de registro de las plantaciones realizadas por el INAFOR, así como mapas o reportes sobre la ubicación de las mismas y la situación socio-política del país impidieron la realización de un censo de las plantaciones existentes.

El presente trabajo registra algunas de las plantaciones más accesibles realizadas por el INAFOR, o por la iniciativa privada, de especies que se han reportado son usadas como leña por la población guatemalteca (9).

El Cuadro 1 registra los sitios y número de parcelas evaluadas por sitios y la Fig. 4 presenta la localización de los sitios.

Quadro 1. Sitios y número de parcelas evaluadas en Guatemala en plantaciones existentes en 1981

Sitio	Departamento	Número de parcelas *
Amatitlán	Guatemala	25
Chiquimulilla	Santa Rosa	1
Huité	Zacapa	1
La Democracia	Escuintla	1
Palestina	Quezaltenango	1
Palín	Escuintla	1
Patulul	Suchitepéquez	1
Patzicía	Chimaltenango	7
San Miguel Dueñas	Sacatepéquez	3
T. O. T. A. L.		41

No se incluyó dentro de la muestra las plantaciones dedicadas a la producción de madera para desarrollo en el área de Izabal, ni las plantaciones de hule (*Hevea brasiliensis*) de Suchitepéquez.

* De 0,1 ha



Fig. 4 Localización de sitios en Guatemala con plantaciones evaluadas en 1981

Características de las áreas de estudio

La falta de una red densa de estaciones meteorológicas dificulta la caracterización de las condiciones climáticas de los sitios evaluados; el anexo A.1 presenta la información disponible. Para los sitios donde no se tuvo el dato de temperatura, se calculó con base en la temperatura promedio y la diferencia en altitud con la estación meteorológica más cercana, utilizando una gradiente de temperatura de $0,6^{\circ}\text{C}$ por cada 100 m. Se adiciona la distribución de la precipitación anual según la fórmula propuesta por Aubreville (1), compuesta de tres cifras indicando el número de meses al año con precipitaciones superiores a 100 mm (meses muy lluviosos), los meses con precipitaciones entre 30 y 100 mm (meses intermedios) y los meses con precipitaciones menores a 30 mm (meses ecosecos) respectivamente. Además, se presenta la clasificación ecológica según el mapa de zonas de vida de Guatemala (3), basado en el sistema de Holdridge (8), e información sobre textura y pH de los suelos según Simmons et al (16).

Variables evaluadas

Se utilizó, en lo posible, un tamaño estándar de 0,1 ha (25 m x 40 m) por parcela de medición; cuando esto no fue posible se usó un número mínimo de 150 árboles (plantaciones lineales).

Las variables medidas fueron de carácter cuantitativo:

- 1) Diámetro (d) a la altura del pecho (1,3 m aproximadamente), a partir de 3,0 cm, medido con cinta diamétrica al milímetro más cercano.
- 2) Altura total promedio (\bar{h}): se midió la altura total de 30 árboles distribuidos en forma uniforme dentro de cada parcela (15), al decímetro más cercano, con hipsómetro Blume Leiss (Suunto en algunos casos).
- 3) Altura dominante (h_{dom}): para la determinación de este parámetro se eligió y midió los 10 árboles más altos, distribuidos uniformemente, dentro de cada parcela (15).

- 4) Crecimiento: debido a la carencia de registros anteriores de las plantaciones bajo estudio, solo se calculó el incremento medio anual en diámetro y altura para la edad total del rodal.
- 5) Sobrevivencia (Sv): número de árboles residuales, expresada como porcentaje de los árboles plantados por parcela.

El procesamiento de los datos se hizo en forma manual, utilizando los formularios estandarizados del Proyecto Leña.

RESULTADOS Y DISCUSION

Se visitó nueve sitios en ocho departamentos del país y se midió 41 parcelas. El Cuadro A2 del anexo presenta información sobre las especies, espaciamiento, propietario y objetivo de cada plantación.

El Cuadro 2 presenta las especies según sus incrementos medios anuales en diámetro y altura; el Cuadro A3 del anexo presenta los resultados de las parcelas individuales.

Cuadro 2. Principales especies evaluadas en nueve localidades de Guatemala en 1981

Especies	Número de sitios (parcelas) evaluados	Incremento medio anual	
		dap (dm)	h (m)
<i>Eucalyptus saligna</i>	1 (1)	4,7	6,5
<i>Leucaena leucocephala</i>	1 (1)	5,0	6,3
<i>Grevillea robusta</i>	3 (3)	1,7 (1,1-2,0)	1,4 (1,0-1,6)
<i>Tabebuia pentaphylla</i>	1 (1)	1,6	1,6
<i>Alnus acuminata</i>	1 (1)	1,5	1,6
<i>Eucalyptus</i> spp	1 (3)	1,3 (1,1-1,6)	1,4 (1,1-1,7)
<i>Caesalpinia velutina</i>	1 (1)	1,4	1,2
<i>Casuarina equisetifolia</i>	2 (8)	1,2 (0,9-1,6)	1,2 (0,8-1,8)
<i>Cupressus lusitanica</i>	2 (17)	1,2 (0,9-1,4)	1,0 (0,8-1,4)

En general las especies evaluadas crecieron entre 1,0 y 2,0 cm/año en diámetro, sobresaliendo las plantaciones de uno y dos años de *Eucalyptus saligna* y *Leucaena leucocephala* var. K8 respectivamente.

Grevillea robusta es una especie tradicionalmente utilizada para sombrero de cafetales en la zona central del país; de acuerdo con información suministrada por los propietarios de las fincas donde se encontró la especie, ésta cumple una triple función: sombra, producción de leña (producto de los descombres anuales) y madera de pequeñas dimensiones para aserrío (parket y paneles ensamblados) y maderas para aserrío cuando los árboles llegan a edades de 20-30 años. Su crecimiento en asocio con el café la muestra como una especie de rápido crecimiento haciendo deseable su cultivo en la zona cafetalera del país.

Tabebuia pentaphylla en una parcela con suelo de textura arcillosa presentó un rápido crecimiento que podría indicar potencialidad para este tipo de suelos.

La única plantación de *Alnus acuminata* a la edad de 15 años presenta un incremento, tanto en diámetro como en altura, relativamente rápido, lo que hace pensar en su potencialidad para plantaciones en áreas similares al sitio evaluado.

A pesar de encontrarse en una zona semiárida, donde naturalmente no existe un gran número de especies de rápido crecimiento, el que *Caesalpinia velutina* mostró permite clasificarla como especie de rápido crecimiento y por tanto incluirla en futuros trabajos en zonas similares.

El incremento medio anual de *Casuarina equisetifolia* la muestra como una especie de rápido crecimiento, aunque lento en altura en las parcelas de 20 años.

Cupressus lusitanica es una especie que ha sido ampliamente utilizada en proyectos de reforestación en Guatemala. En este estudio se encontró que aun que hubo algunas diferencias en la sobrevivencia y el número de árboles/ha en los dos sitios muestreados, los incrementos presentados la ubican dentro del grupo de especies de crecimiento rápido.

La mezcla de eucaliptos no permitió apreciar su comportamiento en forma individual, aunque tomados en conjunto se clasifican como de rápido crecimiento dentro del área donde fueron plantados.

Los pinos en general presentaron tasas variables de crecimiento, sobresaliendo *Pinus oocarpa*.

CONCLUSIONES

1. El proceso de deforestación en Guatemala presenta un ritmo acelerado y aunque el consumo de leña no es la causa principal, es necesario realizar acciones inmediatas para incrementar la plantación de bosques energéticos para asegurar la provisión futura de este combustible.
2. Las especies *Eucalyptus saligna*, *Leucaena leucocephala*, *Grevillea robusta*, *Alnus acuminata*, *Caesalpinia velutina*, *Casuarina equisetifolia* y *Tabebuia pentaphylla* parecen tener un gran potencial para la formación de bosques energéticos cuando se elige cuidadosamente la zona ecológica y los tipos de suelo donde plantarlas.
3. Es necesario ampliar la experimentación con especies latifoliadas promisorias en la producción de leña, campo base para la producción de bosques energéticos.

BIBLIOGRAFIA

1. AUBREVILLE, A.M. Conferencias sobre ecología forestal tropical. Turrialba, Costa Rica, Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas, 1965. 74 p.
2. BOGACH, S. A fuelwood policy for Guatemala; a report to the United Nations Development Program: Project GUA/74/014. Van Meurs and W.G. Matthews eds., Ottawa, 1981. 242 p.
3. DE LA CRUZ, J.R. Mapa de zonas de vida de Guatemala. Guatemala, Instituto Nacional Forestal, 1976. Esc. 1:500000.4
4. GUATEMALA. DIRECCION GENERAL DE ESTADISTICA. Censo de habitación 1973, 3., república: hogares y viviendas colectivas V.2. Guatemala, Dirección General de Estadística, 1976. pp. 630-632.
5. GUATEMALA. INSTITUTO NACIONAL FORESTAL. Plan para el desarrollo del recurso forestal 1976-1986. Guatemala, Instituto Nacional Forestal, 1978. pp. 126-128.
6. GUATEMALA. SECRETARIA GENERAL DEL CONSEJO DE PLANIFICACION ECONOMICA, INSTITUTO NACIONAL FORESTAL, INSTITUTO GEOGRAFICO NACIONAL. Mapa de cobertura y uso actual de la tierra; memoria explicativa. Guatemala, SGCNPE-INAFOR-IGN, 1980. 48 p.
7. GUATEMALA. INSTITUTO NACIONAL DE SISMOLOGIA, VULCANOLOGIA, METEOROLOGIA E HIDROLOGIA. Registros climáticos. Guatemala, INSIVUMEH, 1979. 296 p.
8. HOLDRIDGE, L.R. Ecología basada en zona de vida. Trad. del inglés por Humberto Jiménez Saa. San José, Costa Rica, Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas. Libros y materiales educativos No.34, 1978. 216 p.
9. MARTINEZ H., H.A. Encuesta a hogares, pequeña industria y distribuidores de leña en Guatemala; informe final. Guatemala, CATIE-INAFOR, 1981. 80 p.

10. MENDEZ D., A. Fuelwood use and attitudes in Guatemala, El Salvador, Honduras and Costa Rica. Guatemala, Regional Office for Central American Programs, 1979. 41 p.
11. MITTAK, W.L. Estudios para la reforestación nacional; informe preparado para el gobierno de Guatemala por la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Guatemala, Programa de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Proyecto UNDP/FAO/GUA/72/006. Documento de trabajo No.25, 1977. 64 p.
12. MITTAK, W.L. Estimación de la deforestación y la reforestación necesaria. Guatemala, Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Proyecto UNDP/FAO/GUA/72/006., Documento de trabajo No.10, 1975. 20 p. + anexos.
13. MORALES C., J.V. Importancia nacional de uso y manejo racional para la conservación del mangle (*Rhizophora mangle*) en el litoral del pacífico. Tesis Ing. Agrónomo. Guatemala, Universidad de San Carlos, 1979. 92 p. + anexos.
14. ORGANIZACION LATINOAMERICANA DE ENERGIA. Balances energéticos de América Latina. Quito, OLADE, 1981. 381 p.
15. SILVA S., R. Metodología para la investigación en parcelas permanentes de clareo y rendimiento en plantaciones forestales. Mérida, Venezuela, Instituto Forestal Latinoamericano de Investigación y Capacitación, 1971. 23 p.
16. SIMMONS CH., S., TARANO T., J.M. y PINTO Z., J.H. Clasificación de reconocimiento de suelos de la república de Guatemala. Guatemala, Instituto Agropecuario Nacional, 1959. 1000 p.

A N E X O S

Anexo A1. Información de los lugares con plantaciones evaluados en Guatemala

Ubicación		Altitud msnm	Distancia km (1)	Temperatura media anual* °C (2)	Precipitación media anual* mm (3)	Distribución anual de lluvias (3)	Zona de vida (Holdridge) (4)	Suelos	
Latitud	Longitud							pH	Textura (5)
Amatitlán	14°31'	90°37'	1450	4,0	21,4	1129	050106	bh - S(t)	6,0 FARA
Chiquimulilla	14°05'	90°23'	140	3,0	26,8	2631	060105	bmh - S(c)	6,9 F
Huité	14°59'	89°43'	184	10,0	28,0	512	040206	me - S	5,9 FA
La Democracia Esc.	14°15'	90°57'	225	6,0	28,5	3968	070203	bmh - S(c)	6,5 Fa-Fl
Palestina	14°50'	91°31'	2780	10,0	13,1**	2065	060303	bmh - M	6,1 F
Palín	14°23'	90°41'	1130	1,0	23,0	1632	060105	bh - S(c)	5,8 FA
Patulul	14°29'	91°18'	433	5,0	24,9**	4556	080301	bmh - S(c)	6,4 FA
Patzicía	14°38'	90°56'	2131	5,5	15,5	1185	060006	bh - MB	6,1 FA
San Miguel Dueñas	14°30'	90°49'	1400	10,0	20,7**	1203	060006	bh - MB	6,4 FA

* Datos climatológicos según INSIVUMEH (7)

- (1) Distancia a la estación meteorológica más cercana
- (2) Calculada para aquellos sitios en que no estaba disponible y había diferencia en altitud con la estación meteorológica más cercana (**)
- (3) Según la fórmula de Aubreville (1)
- (4) Según CRUZ, J.R., De la. Mapa de zonas de vida de Guatemala (3)
- (5) F: franco; FA: franco arenoso; FL: franco limoso; FARA: franco arcillos arenoso

Anexo A2. Distribución de las especies según sitio, propietario, distancia y objetivo de la plantación

Sitio	Especie	Propietario	Espaciamiento (m)	Número de parcelas	Objetivo
Amatitlán	<i>Casuarina equisetifolia</i>	INAFOR	2,0 x 2,0 2,5 x 2,5 3,0 x 3,0 4,0 x 4,0	8(dif. rodales)	Protección
	<i>Cupressus lusitanica</i>	INAFOR	2,0 x 2,0 2,0 x 4,0 3,0 x 3,0	10(dif. rodales)	Protección
	<i>Eucalyptus</i> spp.	INAFOR	2,0 x 4,0 2,5 x 2,5	3(dif. rodales)	Protección
	<i>Pinus montezumae</i>	INAFOR	2,0 x 2,0	1	Protección
	<i>Pinus oocarpa</i>	INAFOR	2,0 x 2,0	1	Protección
Chiquimulilla	<i>Pinus</i> spp	INAFOR	3,0 x 3,0	2(dif. rodales)	Protección
	<i>Leucaena leucocephala</i>	Particular	3,0 x 3,0	1	Producción leña y semillas
Huité	<i>Caesalpinia velutina</i>	Particular	irregular	1	Producción postes y leña
La Democracia Esc.	<i>Grevillea robusta</i>	Particular	3,0 x 5,0	1	Sombra café
	<i>Tabebuia pentaphylla</i>	Particular	3,0(línea)	1	Cerco vivo
Palestina	<i>Alnus acuminata</i>	Particular	irregular	1	Producción leña
	<i>Grevillea robusta</i>	Particu'ar	9,5 x 9,5	1	Sombra café
Palfn	<i>Eucalyptus saligna</i>	Particular	3,5 x 2,0	1	Producción leña
Patzicía	<i>Cupressus lusitanica</i>	Municipalidad	2,0 x 2,0	7(en dos rodales)	Producción madera Protección
	<i>Grevillea robusta</i>	Particular	5,0 x 5,0	1	Sombra café, Producción leña y madera aserrío
San Miguel Dueñas	<i>Juglans</i> sp	Particular	6,0 x 6,0	1	Sombra café

Anexo A3. Resultado de las mediciones efectuadas en parcelas individuales

ESPECIE	SITIO	ESPACIA- MIENTO (m)	DENSIDAD (Arb/ha)	EDAD (años)	Sv (%)	DAP cm	H (m)	h dom **	IMA dap (cm)	IMA h (m)
<i>Alnus acuminata</i> <i>Caesalpinia velutina</i> <i>Casuarina equisetifolia</i>	Palestina	Irregular	530	15	100	22,8	23,7	28,1	1,5	1,5
	Huite	Irregular	710	6	100	8,4	7,4	9,0	1,4	1,2
	Amatitlán	2,0 x 2,0	2500	10	56	15,7	14,9	16,5	1,6	1,5
	Amatitlán	3,0 x 3,0	1110	5	76	7,6	9,0	9,5	1,5	1,8
	Amatitlán	3,0 x 3,0	1110	8	93	10,8	9,8	10,8	1,3	1,4
	Amatitlán	2,5 x 2,5	1600	10	65	10,2	10,3	11,4	1,0	1,0
	Amatitlán	3,0 x 3,0	1110	15	64	17,6	17,5	19,8	1,2	1,2
	Amatitlán	4,0 x 4,0	625	20	80	26,3	17,0	18,3	1,3	0,9
	Amatitlán	2,0 x 2,0	2500	20	42	18,2	15,9	17,3	0,9	0,8
	Amatitlán	2,0 x 2,0	2500	20	30	19,7	17,5	18,9	1,0	0,9
	Amatitlán	2,0 x 2,0	2500	13	66	16,2	11,5	13,5	1,2	0,9
	Patzicifa	2,0 x 2,0	2500	13	68	16,8	12,2	14,3	1,3	0,9
	Patzicifa	2,0 x 2,0	2500	13	69	13,8	12,1	13,3	1,1	0,9
	Patzicifa	2,0 x 2,0	2500	13	40	16,4	8,8	10,9	1,3	0,7
	Patzicifa	2,0 x 2,0	2500	13	55	15,4	11,8	14,0	1,2	0,9
<i>Cupressus lusitanica</i>	Patzicifa	2,0 x 2,0	2500	13	51	16,0	10,2	11,8	1,2	0,8
	Patzicifa	2,0 x 2,0	2500	13	52	18,5	13,2	15,1	1,4	1,0
	Patzicifa	2,0 x 2,0	2500	13	39	15,1	10,5	12,2	1,1	0,8
	Amatitlán	2,0 x 2,0	2500	13	34	18,7	18,9	21,8	1,4	1,4
	Amatitlán	2,0 x 2,0	2500	13	34	17,8	10,2	12,8	1,4	0,8
	Amatitlán	2,0 x 4,0	1200	12	71	15,8	15,2	17,3	1,3	1,3
	Amatitlán	2,0 x 4,0	1250	14	54	17,6	17,2	19,9	1,3	1,2
	Amatitlán	2,0 x 2,0	2500	14	54	13,6	11,4	13,9	1,0	0,8
	Amatitlán	2,0 x 4,0	1250	15	72	18,7	15,3	16,6	1,2	1,0
	Amatitlán	2,0 x 2,0	2500	15	60	13,3	14,6	15,5	0,9	1,0
	Amatitlán	2,0 x 2,0	2500	12	64	15,2	12,0	13,0	1,3	1,0
	Amatitlán	3,0 x 3,0	1110	14	74	17,5	15,0	16,0	1,2	1,1
	Patulul	3,5 x 2,0	1430	1	91	4,7	6,5	8,6	4,7	6,5
	Amatitlán	2,5 x 2,5	1600	17	45	18,4	27,0	29,7	1,1	1,6
	Amatitlán	2,0 x 4,0	1250	15	63	17,8	15,8	21,7	1,2	1,1
<i>Eucalyptus saligna</i> <i>Eucalyptus</i> spp. <i>Grevillea robusta</i> <i>Juglans</i> sp. <i>Leucaena leucocephala</i> , K8 <i>Pinus montezumae</i> <i>Pinus oocarpa</i> <i>Pinus</i> sp. <i>Tabelua pentaphylla</i>	Amatitlán	2,0 x 4,0	1250	12	98	19,6	19,1	20,1	1,6	1,7
	Palín	9,5 x 9,5	110	4	100	7,7	6,6	7,1	1,9	1,7
	La Democracia	5,0 x 5,0	400	7	58	7,9	7,1	10,1	1,1	1,0
	San Miguel D.	5,0 x 5,0	400	7	95	14,2	11,1	11,9	2,0	1,6
	San Miguel D.	6,0 x 6,0	280	7	100	8,9	4,5	5,2	1,5	0,8
	Chiquimulilla	3,0 x 3,0	1110	2	100	9,9	12,5	12,8	5,0	6,3
	Amatitlán	3,0 x 3,0	1110	10	59	17,7	8,6	9,7	1,8	0,9
	Amatitlán	2,0 x 4,0	1250	3	64	6,8	5,0	5,3	2,3	1,7
	Amatitlán	3,0 x 3,0	1110	15	47	20,9	13,6	15,7	1,4	0,9
	Amatitlán	3,0 x 3,0	1110	15	60	18,5	9,7	10,5	1,2	0,7
	La Democracia	3,0	cercos vivo	9	74	14,3	14,8	16,3	1,6	1,6

* Sobrevivencia con relación al número inicial de árboles en la parcela

** Altura dominante (de los 10 árboles más altos en la parcela en metros)