

**Comportamiento y manejo de *Tectona grandis*
L. f. y *Cordia alliodora* (Ruiz & Pav.) Oken en
Zamorano, Honduras**

**Ariel Bailarín Mecha
Javier Manuel Solís**

Zamorano, Honduras

Noviembre, 2011

ZAMORANO
CARRERA DE DESARROLLO SOCIOECONÓMICO Y AMBIENTE

**Comportamiento y manejo de *Tectona grandis*
L. f. y *Cordia alliodora* (Ruiz & Pav.) Oken en
Zamorano, Honduras**

Proyecto especial de graduación presentado como requisito parcial para optar
al título de Ingenieros en Desarrollo Socioeconómico y Ambiente en el
Grado Académico de Licenciatura

Presentado por

**Ariel Bailarín Mecha
Javier Manuel Solís**

Zamorano, Honduras
Noviembre, 2011

Comportamiento y manejo de *Tectona grandis* L. f. y *Cordia alliodora* (Ruiz & Pav.) Oken en Zamorano, Honduras

Presentado por:

Ariel Bailarín Mecha
Javier Manuel Solís

Aprobado:

Nelson Agudelo, M.Sc.
Asesor principal

Arie Sanders, M.Sc.
Director
Carrera de Desarrollo
Socioeconómico y ambiente

Wilmer Figueroa, Ing.
Asesor

Raúl Espinal, Ph.D.
Decano Académico

RESUMEN

Bailarín, A.; Solís, J. 2011. Comportamiento y manejo de *Tectona grandis* L. f. y *Cordia alliodora* (Ruiz & Pav.) Oken en Zamorano, Honduras. Proyecto especial de graduación del programa de Ingeniería en Desarrollo Socioeconómico y Ambiente, Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano. Honduras. 26 p.

Se evaluaron las plantaciones establecidas de teca y laurel en función de su adaptabilidad, calidad fenotípica, crecimiento y rendimiento. La plantación de teca con 27 años presenta una densidad de 511 árboles/ha, el dap promedio es de 25.6 cm, la altura total varía entre 12 y 16 m y la altura comercial entre 4 y 8 m. Las plantaciones lineales de laurel con 28 años presenta una densidad que varían de 83 a 229 árboles/km, el dap promedio es de 21cm, la altura total promedio es de 12 m y la altura comercial es de 5.5 m. Las variables dasométricas indican que las plantaciones están estancadas en crecimiento de dap y altura. Tal situación presenta bajos rendimientos volumétricos, en el teca 259 m³/ha de volumen total y 105 m³/ha de volumen comercial; para las plantaciones de laurel el volumen total promedio es de 35.5 m³/km lineal y de volumen comercial promedio es de 23 m³/km lineal. En la teca IMA en dap es de 0.95 cm/año y el IMA en altura es de 0.56 m/año, en el laurel el IMA promedio en dap es de 0.74 cm/año y el IMA en altura es de 0.3 m/año. Las plantaciones de ambas especies presentan bajos crecimientos y rendimientos a consecuencia de la ausencia de tratamientos silvícolas oportunos. Se recomienda por lo menos hacer un último raleo a los lotes plantados con ambas especies y ejecutar algunas podas de ramas delgada.

Palabras clave: Dap, incremento medio anual, procedencia, rendimiento, variables dasométricas.

CONTENIDO

| | |
|--|-----------|
| Portadilla..... | i |
| Página de firmas | ii |
| Resumen | iii |
| Contenido | iv |
| Índice de cuadros, figuras y anexos..... | v |
| 1. INTRODUCCIÓN..... | 1 |
| 2. MATERIALES Y MÉTODOS..... | 6 |
| 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN..... | 12 |
| 4. CONCLUSIONES..... | 19 |
| 5. RECOMENDACIONES..... | 20 |
| 6. LITERATURA CITADA..... | 21 |
| 7. ANEXOS | 23 |

ÍNDICE DE CUADROS, FIGURAS Y ANEXOS

| Cuadros | Página |
|---|--------|
| 1. Características morfológicas y físicas de los suelos del lote A, EAP, Zamorano, Honduras, 2011..... | 8 |
| 2. Propiedades químicas del primer y segundo horizonte de los suelos del lote A, EAP, Zamorano, Honduras, 2007..... | 8 |
| 3. Descripción de subclases por aptitud de uso de los suelos de la parte plana de la EAP, Zamorano, Honduras..... | 9 |
| 4. Orígenes del germoplasma utilizado en las plantaciones de teca y laurel..... | 9 |
| 5. Descripción de las variables dasométricas de la teca en el arboreto Maya. | 12 |
| 6. Altura, volumen y factor de forma de la teca en el arboreto Maya. | 13 |
| 7. Descripción de las variables dasométricas de la teca en el arboreto de laurel. Parcela 1, arboreto Báscula. | 15 |
| 8. Descripción Altura, volumen y factor de forma del laurel. Parcela 1, arboreto Báscula. | 16 |
| 9. Altura, volumen y factor de forma de laurel. Parcela 2, arboreto Báscula..... | 17 |
| 10. Altura, volumen y factor de forma de laurel en el arboreto Centro Kellogg..... | 18 |
| | |
| Figuras | Página |
| 1. Ubicación geográfica de las parcelas de estudio de <i>Tectona grandis</i> y <i>Cordia alliodora</i> . Zamorano, Honduras, 2011. | 6 |
| | |
| Anexos | Página |
| 2. Descripción de los diámetros y alturas de la teca. Parcela en el arboreto Maya, Zamorano, Honduras, 2011. | 23 |
| 3. Descripción de los volúmenes por secciones, volumen real (V_r), volumen del cilindro (V_{cil}) y factor de forma (FF) de teca. Parcela en el arboreto Maya. | 24 |
| 4. Descripción de los diámetros y alturas de laurel. Parcela lineal 1 en el arboreto Báscula. | 25 |

5. Descripción de los volúmenes por secciones, volumen real (V_r), volumen del cilindro (V_{cil}) y factor de forma (FF) del laurel. Parcela línea 1 en el arboreto Báscula. 26
6. Descripción de los diámetros del laurel. Parcela lineal 2 en el arboreto Báscula. 26

1. INTRODUCCIÓN

Los bosques naturales cubren aproximadamente 3,952 millones de ha, lo que representa el 30 % de la superficie terrestre del planeta. Los bosques latifoliados de las regiones tropical y subtropical, representan el 47 % de los bosques del mundo. América Latina contiene el 20 % de los bosques, seguido por África y Asia (Honty 2011).

Con raras excepciones, los bosques latifoliados en estado maduro son comunidades altamente diversificadas. A la fecha, la mayor parte de estos bosques se localizan en ecosistemas húmedos, muy húmedos y pluviales de las regiones tropical y subtropical del mundo. Aunque la biomasa de estos bosques es del orden de los 500 m³/ha, el volumen comercial a nivel de especies es considerablemente bajo debido a la elevada complejidad que les caracteriza. Aunque el amplio contenido genético de estos bosques representa un recurso de enorme potencial, su heterogeneidad ha constituido y seguirá siendo uno de los principales problemas para su desarrollo.

Se considera que los bosques latifoliados maduros han sido y continuarán siendo sobreexplotados y subutilizados. Del amplio contenido de especies que caracteriza a estos bosques se estima que sólo el 30 % de las mismas, han llegado a ser comercialmente valiosa. Sobre esta base, la explotación de los bosques latifoliados maduros ha sido extremadamente selectiva en términos de selección de especies y de fustes. Bajo esta óptica, los bosques residuales pierden paulatinamente sus especies valiosas y se erosionan genéticamente al dejar, como árboles semilleros, individuos de fenotipo indeseable.

La explotación maderera se ha enfocado en la extracción de aquellas especies productoras de maderas nobles o de alto valor económico, conocidas internacionalmente como maderas tradicionales. Los ingenieros forestales y los mismos madereros explotaron y explotan aún especies de los estratos medio y superior de los bosques naturales. Con base en este criterio de selección, se buscan especies que de alguna manera sean total o parcialmente tolerantes a la luz. Investigaciones posteriores realizadas por ecólogos y silvicultores permitieron agrupar las especies en gremios ecológicos.

Se define como un gremio ecológico a un grupo de especies que comparten y utilizan de manera similar los mismos recursos del medio. Desde el punto de vista de requerimientos de luz y larga vida, las especies forestales comparten dos grandes gremios: el heliófito y el esciófito. A su vez, estos gremios se subdividen en heliófitas efímeras o nómadas y en heliófitas durables u oportunistas. Las esciófitas, en cambio, pueden ser totales o parciales (Finegan 1997).

Se reconoce hoy día que prácticamente la totalidad de las especies que se extraen de los bosques latifoliados maduros pertenecen a los gremios heliófito durable y esciófito parcial. Bajo condiciones naturales las especies que comparten estos gremios son de crecimiento relativamente rápido a muy lento; a causa de su tasa de crecimiento, estas especies producen madera de muy buena calidad para los mercados internacionales de exportación. A la luz de estos hechos se considera que los gremios ecológicos son la base de silvicultura de plantaciones.

Aunque por un tiempo más se siga dependiendo de los bosques naturales para la producción de maderas valiosas, a futuro las plantaciones forestales establecidas y manejadas adecuadamente deberán tener un fuerte impacto en la producción de maderas finas. Debido a la importancia futura de las plantaciones forestales, se caracterizan dos especies de reconocida popularidad como productoras de madera de alto valor económico: *Tectona grandis* y *Cordia alliodora*.

Tectona grandis L. f. Es una especie latifoliada de la familia Verbenaceae que comúnmente se conoce con el nombre de teca, teca negra o “teak” (en inglés). En el lugar de origen es un árbol de gran tamaño, caducifolio, que puede alcanzar más de 45 m de altura y 1.5 a 2 m de dap. La teca desarrolla un tronco con contrafuertes al llegar a la madurez, con una corteza áspera y delgada (12 mm), fisurada, de color café claro, sin olor ni sabor característico. En América Central la teca puede alcanzar más de 30 m de altura (Chaves y Fonseca 1991, Francis y Lowe 2000).

La distribución natural de la teca negra se da en el Sudeste de Asia, entre los 10 y 25°N y entre 73 y 104°W. Por lo tanto, es originaria de la mayor parte de la India peninsular, gran parte de Myanmar, parte de Laos y oeste de Tailandia. Se encuentra en bosques tipo monzónico, en bosque seco tropical y en bosque húmedo tropical (Chaves y Fonseca 1991 Francis y Lowe 2000).

La teca para su óptimo desarrollo en su área de distribución natural requiere temperatura media de 24 °C, una precipitación entre 760 y 5,080 mm/año, y altitudes desde el nivel del mar a 1,000 msnm. En América Central, la experiencia en plantaciones recomienda considerar dos límites térmicos observados en Honduras; el primero entre 25 y 28 °C y el segundo entre 20 y 25 °C. En cuanto a precipitación la teca en Centroamérica exige un ámbito que varía entre 1,250 y 2,500 mm/año, con estación bien definida de tres a cuatro meses y una elevación desde el nivel del mar hasta los 600 msnm (Chaves y Fonseca 1991).

Las plantaciones de teca se han establecido entre los 28°N y 18°S en el sudeste de Asia, Australia, África y Latinoamérica. La teca se extendió por toda la región tropical y subtropical al final del siglo XIX. Hoy en día se ha naturalizado en Java, algunas islas del archipiélago Indonesio y Filipinas. Se introdujo por primera vez en la región del Caribe en 1880, estableciéndose plantaciones hasta 1913 en Trinidad y Tobago. Posteriormente, se extendió a Honduras, Panamá y Costa Rica entre 1926 y 1929. Luego, el cultivo de la teca se extendió a casi todos los países latinoamericanos. En América Central, se han identificado dos procedencias: Birmania - Trinidad y Tobago, y Sri Lanka - Panamá (Chaves y Fonseca 1991; Francis y Lowe 2000; Alvarado 2006).

La teca se adapta a gran variedad de suelos con preferencia a los de textura franco-arenoso o arcilloso, profundos, fértiles, bien drenados y con pH neutro o poco ácidos. Los mejores sitios son aquellos con una pendiente media (menor de 25 %), al pie de monte o en el fondo de valles, con suelos de textura liviana, con una profundidad efectiva mayor a 80 cm. Los factores limitantes en cuanto a los suelos, para el crecimiento de la teca son: la poca profundidad, las capas duras, las condiciones anegadas, los suelos compactados o arcillas densas con bajo contenido de Ca o Mg (Chaves y Fonseca 1991; Francis y Lowe 2000; Fonseca 2004).

A pesar de estas exigencias, la teca tolera gran variedad de climas y de temperaturas con mejores crecimientos bajo condiciones tropicales moderadamente húmedas y calientes. En Centroamérica se ha plantado en bosque húmedo subtropical, bosque seco subtropical, bosque muy seco subtropical, bosque húmedo tropical, bosque muy húmedo premontano tropical y bosque seco tropical, (Sistema Holdridge) (Chaves y Fonseca 1991; Francis y Lowe 2000).

En la actualidad los turnos comerciales son de 20 a 25 años para la producción de madera, donde puede alcanzar de 15 a 21 m de altura dependiendo de la zona y la calidad del sitio. Modelos de crecimiento recientes en el Norte de Ghana reportan tasas de crecimiento en los mejores sitios de 14 m³/ha/año a los 24 años y con alturas de 20 m, mientras en los sitios de segunda clase, las tasas son de 9 m³/ha/año a los 24 años con alturas de 15 m. En Centroamérica el incremento medio anual (IMA) varía entre 10 y 25 m³/ha/año y se da por la calidad del sitio. Se espera rendimiento de 300 y 320 m³/ha de teca a los 20 años (Marlen Bernal 2010; William Ladrach 2009).

En plantaciones el precio por metro cúbico de la teca en el mercado internacional fluctúa entre US\$ 300 y US\$ 350, se toma en cuenta la calidad de la madera. Por su calidad la producción de madera es usada en la construcción naviera, muebles y carpintería en general (Francis y Lowe 2000; Fonseca 2004).

Cordia alliodora es una especie latifoliada de la familia Boraginaceae. Especie conocida por diferentes nombres comunes como laurel o laurel blanco en América Central, Colombia, Ecuador y Panamá; lapochillo en Argentina; capa prieto en República Dominicana y, súchil sabanero en México. Esto por mencionar algunos países a lo largo de su distribución natural (Boshier y Lamb 1997).

En regiones húmedas tropicales, el laurel es generalmente un árbol alto, delgado, de copa angosta, rala y abierta, con mínima bifurcación, un fuste de 15 a 20 m, con 40 m de altura y diámetro de 1 m. Sin embargo, en bosques secos el laurel es más pequeño, alcanzando raramente una altura de 20 m y diámetro de 30 cm. La corteza es de color gris/café claro y lisa, aunque en regiones más secas tiende a ser más fisurada. Los árboles adultos son caducifolios, incluso en climas no estacionales, pierde sus hojas durante un período de uno o dos meses después de la producción de semillas (Boshier y Lamb 1997; Cordero *et al.* 2003).

El laurel blanco se distribuye desde el Norte de México, a través de Centroamérica y algunas islas del Caribe, hasta el Sur de Brasil, Paraguay y Norte de Argentina, entre los 25 °N y 25 °S. Su distribución ecológica se extiende desde tierras bajas planas, costeras, hasta tierras montañosas, bajo diferentes condiciones ecológicas desde muy húmedas hasta estacionales secas. Esta especie desde México a Panamá es abundante en zonas bajas del Pacífico. Sin embargo, los mejores especímenes, tanto por su altura como por su forma se han encontrado en la zona Atlántica de Centroamérica (Cordero *et al.* 2003; Cantos y Víctores 2010).

El laurel crece en gran variedad de climas, con mejor crecimiento en zona húmeda tropical y muy húmeda tropical, en donde la precipitación anual promedio varía entre 2,000 y 2,500 mm y la temperatura anual promedio es de 24 °C. En América Central crece mucho más lento en zonas de vida forestal tropical o subtropical seca, en donde la precipitación anual promedio varía entre 750 y 2,000 mm y la temperatura anual promedio es de 25 a 27 °C, y con período seco de cero a siete meses. La distribución altitudinal del laurel se da cerca del nivel del mar hasta los 2,000 msnm, con crecimiento frecuente debajo de los 500 msnm. En Centroamérica la especie se distribuye desde el nivel del mar hasta 1,400 msnm en la vertiente del Pacífico y desde el nivel del mar a 700 msnm en la vertiente del Atlántico (Francis y Lowe 2000; Cordero *et al.* 2003).

El laurel blanco requiere condiciones nutritivas de suelos fértiles, bien drenados y de textura media para crecer vigorosamente. No obstante, también se adapta a suelo de arenas profundas infértiles y poca materia orgánica como Entisoles u Oxisoles y a suelos volcánicos fértiles, profundos y ricos en materia orgánica como Andosoles. Además, el laurel presenta factores limitante como no tolerar drenaje interno pobre, el encharcamiento, ni suelos compactados, con pH bajo (<4.5). Por lo tanto, hay que considerar para una plantación efectiva y económicamente viable estos factores limitantes, de igual forma la fertilidad del sitio y la susceptibilidad de esta especie a la plena exposición (Cordero *et al.* 2003).

En plantaciones puras los espaciamientos varían de 3 × 3 m a 4 × 4 m, en densidades menores hay que realizar raleo oportuno para que la plantación no se estanque. En linderos lo normal es 2.5 m entre árboles, aunque se requiera raleo para dejar un espaciamiento de 5 m. En manejo silvicultural se requieren espaciamientos amplios y control efectivo de malezas, para lograr un aumento consistente en diámetro con un manejo preciso de raleo oportuno (Cordero *et al.* 2003).

Los rendimientos en plantaciones son variables de 5 a 20 m³/ha/año con turno entre 20 a 30 años, dependiendo del sitio. En sitios aptos, con un adecuado manejo, se puede obtener un crecimiento anual de 2 m en altura y 2 cm en diámetro durante los primeros 10 años. En linderos a la edad de seis años se reporta un incremento medio anual de 2.8 m en altura y 4.5 cm en diámetro (Cordero *et al.* 2003).

La importancia económica y popularidad del laurel, en Centroamérica, radica en el alto valor de su madera para el uso local. La madera tiene textura fina a medio de alto lustre, con buena fortaleza. La mayoría de las propiedades de resistencia mejoran un poco al secarse (Cordero *et al.* 2003).

Ante la importancia económica de estas dos especies Zamorano estableció pequeños lotes con carácter demostrativo enfocados a evaluar su comportamiento. Sobre esta base, este estudio presenta los siguientes objetivos:

- Evaluar el comportamiento de *Tectona grandis* y *Cordia alliodora* en el valle del Zamorano, en términos de adaptabilidad, crecimiento y rendimiento.
- Comparar la tasa de crecimiento para *Tectona grandis* y *Cordia alliodora* bajo diferentes condiciones de plantación.
- Seleccionar y marcar dentro de los diferentes lotes plantados, árboles selectos como base para un futuro programa de mejoramiento genético.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en las plantaciones de *Tectona grandis* y *Cordia alliodora* establecidas en terrenos de la Escuela agrícola Panamericana. Los bloques plantados están ubicados entre los 13°41' y 14°02'N y entre los 87°01' y 87°05'W, municipio de San Antonio de Oriente, Departamento de Francisco Morazán, Honduras (Figura 1).

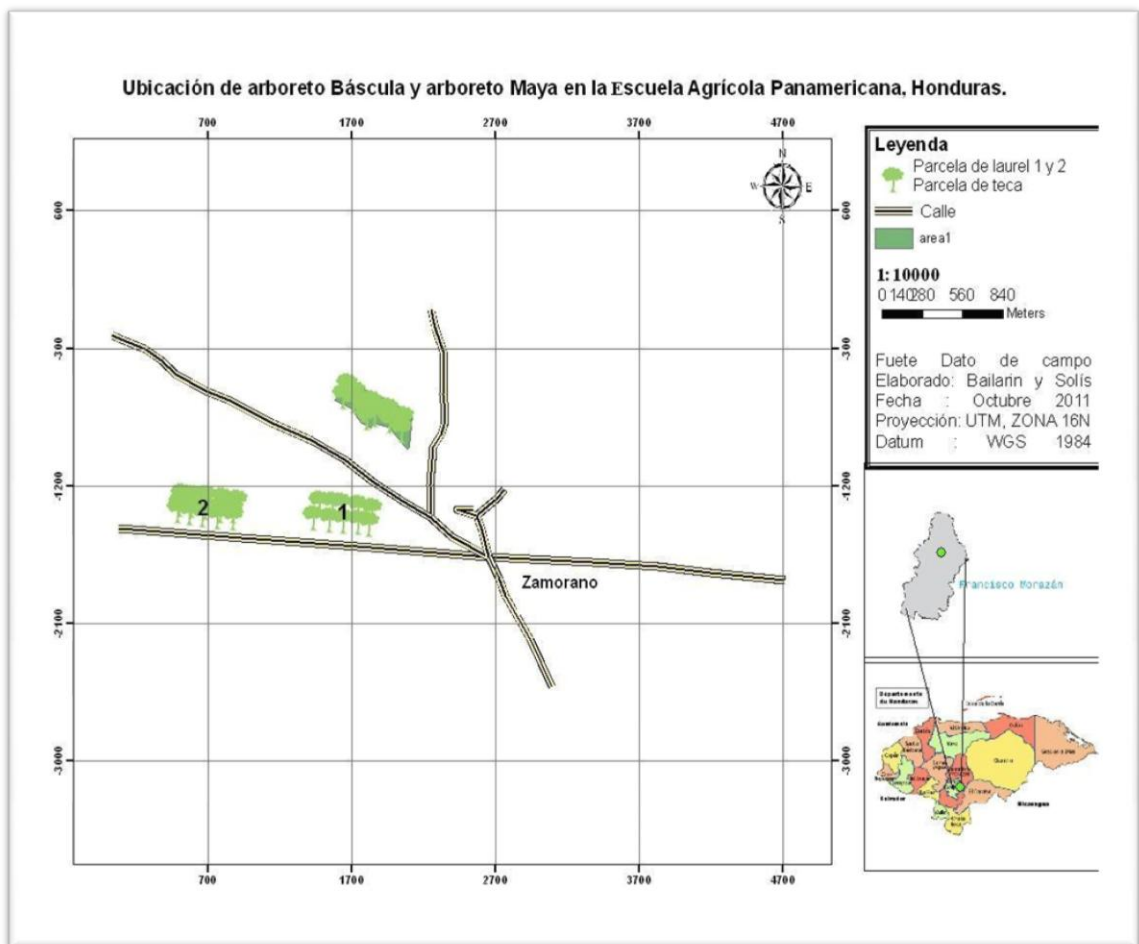


Figura 1. Ubicación geográfica de las parcelas de estudio de *Tectona grandis* y *Cordia alliodora*. Zamorano, Honduras, 2011.

Los aspectos físicos y climáticos de Zamorano se presentan a continuación:

- En términos de clima y ecología, los sitios de las plantaciones de teca y laurel están ubicados entre los 760 y 780 msnm, con una temperatura media anual de 23.5 °C y una precipitación promedio total anual de 1,091 mm para 67 años de registros (1942-2009), con período de sequía que abarca de seis a siete meses. Con base en el Sistema de clasificación de Zonas de Vida de Holdridge, el área corresponde a bosque seco tropical en transición a subtropical.
- En término de geología y suelos, los sitios bajo las especies estudiadas, son clasificados taxonómicamente en la posición geomorfológica de ápice de abanico, con un epipedón Ótrico y un endopedón Cábico. Suelos que pertenecen al subgrupo Lithic Haplustept, a la familia franco grueso y grueso, y tienen una clase por aptitud IV (Velásquez, 2007). Las características geomorfológicas y las propiedades físicas y químicas de los sitios bajo plantaciones se presentan en el Cuadro 1 y 2. Mientras la descripción de las subclases por aptitud de uso se detalla en el Cuadro 3.

Cuadro 1. Características morfológicas y físicas de los suelos del lote A, EAP, Zamorano, Honduras, 2011.

| Calicata | Ho | Prof | Color | Moteos | | Textura | Pedreg | | Estructura | | | Consistencia | | RP (Kg/cm ²) | Porosidad | | | Raíces | | Límite | | |
|----------|-----|--------|-----------|-----------|----|---------|---------|---|------------|-------|-------|--------------|-----|-----------------------------|-----------|-------|--------|--------|-------|--------|------|---------|
| | | | | Color | % | | Tam | % | tipo | clase | grado | hum | moj | | Tipo | clase | contin | frec | tam | cant | topo | nitidez |
| 21 | Ap | 0-20 | 5YR 3/1 | | | FA | mg, g | m | ba | m | M | f | np | 3.10 | p | f | c | p | f, mf | m | p | g |
| | Bw1 | 20-44 | 7.5YR 6/6 | | | F | g, m, f | p | ba | m, f | d | s | p | 1.35 | t | f | c | p | mf | p | o | c |
| | Bw2 | 44-89 | 2.5YR 7/1 | 2.5YR 4/8 | 50 | F | mf | p | bs | m, f | m | f | p | 1.40 | t | f | c | p | mf | p | p | g |
| | C | 89-110 | 2.5YR 7/1 | 2.5YR 4/8 | 25 | FA r | | | a | m | | mfr | p | 1.00 | v | f | nc | f | | a | | |

Símbolos: **Ho**: horizonte. **Prof**: profundidad. **Textura**: A: arenoso, AF: arena franca, FA: franco arenosa, F: franco, FArA: franco arcillosa arenosa, FL: Franco limoso, FArL: franco arcilloso limoso, ArA: arcillo arenoso, FAr: Franco arcilloso, Ar: arcilloso. **Pedreg**: pedregosidad, tam: tamaño, tt: todos los tamaños, mg: muy gruesas, g: gruesa, m: mediana, f: fina, mf: muy fina. **Estructura**: tipo: bs: bloques subangulares, ba: bloques angulares, g: granular, m: masiva, l: laminar; clase: tt: todos los tamaños, mg: muy gruesas, g: gruesa, m: mediana, f: fina, mf: muy fina; grado: f: fuerte, m: moderado, d: débil. **Consistencia**: hum: húmedo, s: suelto, mfr: muy friable, fr: friable, f: firme, mf: muy firme, mj: mojado, np: no pegajoso, lp: ligeramente pegajoso, p: pegajoso, mp: muy pegajoso. **RP**: Resistencia a la penetración. **Porosidad**: tipo: t: tubular, v: vesicular, p: planar, c: caótico; clase: tt: todos los tamaños, mg: muy gruesos, g: grueso, m: mediana, f: fino, mf: muy finos; contin: continuidad, c: conectado, nc: no conectado; frec: frecuente, p: pocos, f: frecuentes, m: muchos. **Raíces**: tam: tamaño, tt: todos los tamaños, mg: muy gruesas, g: gruesa, m: mediana, f: fina, mf: muy fina. **Límite**: topo: topografía, o: ondulado, p: plano, i: irregular; nitidez: a: abrupto, c: claro, g: gradual, d: difuso.

Fuente: Velásquez 2007.

Cuadro 2. Propiedades químicas del primer y segundo horizonte de los suelos del lote A, EAP, Zamorano, Honduras, 2007.

| Calicata | Ho | Ph | % | | | | mg/kg (extractable) | | | | | cmol/kg | | | cmol/kg | | % | | | | | | |
|----------|----|------|------|-------|------|---------|---------------------|------|------|-----|-----|---------|------|------|---------|------|-------|-------|--------|-----|----|-----|-----|
| | | | MO | Arena | Limo | Arcilla | P | K | Ca | Mg | Na | H | Al | K | Ca | Mg | Na | CICe | CIC Ar | SB | SK | Sca | SMg |
| 21 | 1 | 5.50 | 4.14 | 56 | 22 | 22 | 14.6 | 436 | 2120 | 320 | 173 | 1.50 | 1.12 | 10.6 | 2.67 | 0.75 | 16.63 | 75.61 | 91 | 6.7 | 64 | 16 | 4.5 |
| | 2 | 6.81 | 1.31 | 50 | 30 | 20 | 1.14 | 76.0 | 2180 | 310 | 200 | | 0.19 | 10.9 | 2.58 | 0.87 | 14.55 | 72.74 | 100 | 1.3 | 75 | 18 | 6.0 |

Símbolos: **CICe**: capacidad de intercambio catiónico efectiva, **CIC Ar**: capacidad de intercambio catiónico de la arcilla. **SB**: saturación de base. **SK**: saturación de potasio. **SCA**: saturación de calcio. **SMg**: Saturación de magnesio. **PSI**: saturación de sodio.

Fuente: Velásquez 2007.

Cuadro 3. Descripción de subclases por aptitud de uso de los suelos de la parte plana de la EAP, Zamorano, Honduras.

| Clase | Subclase | Descripción | Área | |
|-------|----------|--|-------|------|
| | | | ha | % |
| VII | VIIp | Suelos limitados por un alto porcentaje de pedregosidad que oscila entre 75 al 100 %, profundidades menores a 30 cm y textura medias superficiales y subsuperficiales. | 220.0 | 16.8 |

Fuente: Velásquez 2007.

Cuadro 4. Orígenes del germoplasma utilizado en las plantaciones de teca y laurel.

| Especies | Arboreto | Superficie | | Edad (años) | Procedencia de la semilla | Fuente de semilla |
|----------|------------|------------|------|-------------|-----------------------------|-------------------|
| | | (ha) | (km) | | | |
| Teca | Maya | 0.67 | | 27.0 | | Zamorano |
| Laurel | Báscula 1 | | 0.10 | 28.3 | La Venta, Francisco Morazán | |
| | Báscula 2 | | 0.38 | 28.3 | La Venta, Francisco Morazán | |
| | C. Kellogg | 0.01 | | 28.3 | La Venta, Francisco Morazán | |

En este estudio se utilizó el siguiente material:

- Clinómetro: aparato óptico que se utilizó para medir ángulos de elevación o inclinación.
- Cintra métrica es una herramienta que se utilizó para medir la distancia y longitud.
- Escalera de aluminio fue utilizada para medir diámetro de los árboles a varias alturas.
- Computadora equipo utilizado para crear las bases de datos y redactar informe final.
- GPS (sistema de posición global) instrumento utilizado para fijar a escala mundial la posición de las parcelas establecidas en los diferentes arboretos.
- Forcípula se utilizó para medir el diámetro del fuste en los diferentes en los árboles.
- Vara telescópica, este instrumento calibrado se utilizó, para la medición directa de altura de árboles, de 15 metros de longitud.
- Cámara digital que se utilizó para grabar las actividades realizadas durante la práctica.

Para el desarrollo de este estudio se diseñaron dos fases: en la primera se utilizó la metodología de levantamiento:

- Levantamiento de mapas planimétrico de los diferentes arboretos plantados en Zamorano, con el uso de aparato receptor de GPS.
- Establecimiento de parcelas temporales dentro de cada arboreto para medir variables de crecimiento. En cada bloque plantado se estableció una o más parcelas temporales, cuya distribución espacial en el lote se determinó con ayuda de GPS. Las parcelas temporales fueron de forma lineal, rectangular o cuadrada dependiendo del tamaño y forma de cada bloque. Se utilizó para el levantamiento de cada parcela planchetas, teodolito y cintas métricas.
- Para medición de variables de crecimiento se utilizaron aparatos ópticos, vara telescópica, cintas métricas y forcípulas.
- Se ubicó los diferentes arboretos plantados en los mapas correspondientes al estudio semidetallado de suelos de la parte plana de la Escuela agrícola Panamericana.

Para segunda fase se implementó la metodología de evaluación, la misma consistió en:

- Las variables que se midieron y se evaluaron en cada árbol dentro de las parcelas temporales fueron:
- Diámetro a la altura del pecho (dap) y diámetro comercial (dc). Para medir estos diámetros se utilizaron cintas diamétricas, forcípulas y se aplicó para las mediciones las normas de la FAO.
- Alturas total y comercial. Para la medición de las alturas de los árboles se emplearon aparatos ópticos (clinómetros) para árboles de gran tamaño, para individuos menores de 15 m se utilizó la vara telescópica. Con base en la altura total y comercial se estimaron los volúmenes reales de los árboles. Para ello se midió el diámetro con corteza a distancia de un 1 m para una muestra de individuos dentro de cada parcela temporal. La población muestreada estuvo constituida por árboles dominantes y codominantes y de mejor fenotipo. La muestra mínima extraída de cada arboreto fue de 10 % de la totalidad de individuos. Esta medición se realizó por medio de clases diamétricas, eliminando individuos suprimidos.
- Con las mediciones obtenidas se determinó el volumen del fuste de cada árbol, aplicando el modelo matemático de Smalian, cuya fórmula es:

$$V = \frac{(A1+A2)}{2} \times L \quad [1]$$

Donde:

V = volumen del trozo de 1 m de longitud, en m³.

A1 = área de la sección transversal mayor del trozo, en m².

A2 = área de la sección transversal menor del trozo, en m².

L = longitud del trozo en metros.

- Para calcular el área de las secciones transversales se utilizó la fórmula del círculo, cuyo modelo es:

$$A = \pi r^2 \quad [2]$$

- Con base en el dap se calculó el área basimétrica de cada árbol y el área basal promedio para cada parcela temporal. El área basimétrica obedece a la fórmula:

$$g=0.7854 \times \text{dap}^2 \quad [3]$$

Donde:

g = área basimétrica en $\text{m}^2 \text{ árbol}^{-1}$.

0.7854 se obtiene dividiendo $\pi/4$.

- El área basal se determinó aplicando el siguiente modelo matemático:

$$G=\sum g \text{ (en 1 ha)} \frac{\text{m}^2}{\text{ha}} \quad [4]$$

- Con fundamento en el dap y en el volumen real del árbol se determinó el factor de forma del fuste, usando la siguiente fórmula:

$$FF=\frac{V_r}{V_c} \quad [5]$$

Donde:

FF = Factor de forma del fuste o factor de conicidad.

V_r = Volumen real del árbol obtenido por la suma de los volúmenes comerciales y del cono.

V_c = Volumen del cilindro, calculado mediante la fórmula:

$$V_c=A \times L \quad [6]$$

Donde:

A = Área de la sección transversal del tronco a la altura del dap (1.3 m), obtenida por medio de la fórmula en el círculo, en metros cuadrado.

L = Longitud del fuste, en metros.

- Se determinó también el incremento medio anual-IMA de los árboles de cada parcela con fundamento en el dap y en la altura total. El IMA obedece a la siguiente fórmula:

$$\text{IMA} = \frac{\text{Tamaño promedio alcanzado en el dap o altura a una edad determinada}}{\text{Edad correspondiente}} \quad [7]$$

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los valores de las variables dasométricas de los árboles plantados en los diferentes bloques se presentan por arboretos donde se establecieron parcelas temporales. En el arboreto Maya se estableció una parcela temporal de 30×30 m. En el arboreto Báscula se estableció dos parcelas lineales las cuales son de la misma edad. En la parcela lineal 1 de la Báscula se censó toda la población ya que son pocos individuos. Para la parcela lineal 2 se realizó un muestreo del 33 % de la población. En el arboreto Centro Kellogg-CPA la población y el área es relativamente pequeña por esta razón se dará a conocer las variables dasométricas con la población total.

Cuadro 5. Descripción de las variables dasométricas de la teca en el arboreto Maya.

| N° Árbol | dap (cm) | dbasal (cm) | g (m ² /árbol) | G (m ² /ha) |
|----------|----------|-------------|---------------------------|------------------------|
| 1 | 33.25 | 44.50 | 0.087 | 11.977 |
| 2 | 26.50 | 35.50 | 0.055 | |
| 3 | 23.00 | 27.50 | 0.042 | |
| 4 | 22.80 | 24.50 | 0.041 | |
| 5 | 32.25 | 35.00 | 0.082 | |
| 6 | 15.00 | 19.25 | 0.018 | |
| 7 | 32.50 | 41.00 | 0.083 | |
| 8 | 25.00 | 29.75 | 0.049 | |
| 9 | 24.65 | 31.33 | 0.048 | |
| 10 | 22.75 | 26.50 | 0.041 | |
| 11 | 15.50 | 19.25 | 0.019 | |
| 12 | 24.50 | 33.75 | 0.047 | |
| 13 | 30.25 | 36.50 | 0.072 | |
| 14 | 23.75 | 28.00 | 0.044 | |
| 15 | 27.00 | 34.00 | 0.057 | |
| 16 | 21.75 | 28.50 | 0.037 | |
| 17 | 25.50 | 31.50 | 0.051 | |
| 18 | 35.50 | 46.50 | 0.099 | |
| 19 | 23.50 | 30.00 | 0.043 | |
| 20 | 28.50 | 30.00 | 0.064 | |
| Promedio | 25.67 | | 1.078 | |

Número de árboles/ha (N): 511 árboles/ha

Vol. total: 259.28 m³/ha

Vol. Comercial: 105 m³/ha

Plantaciones de teca en Zamorano. A la fecha hay un pequeño lote plantado con teca, localizado en el arboreto Maya. La superficie de la parcela temporal de teca fue de 0.67 m^2 , donde se evaluó 46 árboles y 20 árboles dominantes y codominantes distribuidos en todo el lote plantado de teca. Variables Dasométricas correspondiente a la parcela de teca, arboreto Maya. El dap promedio fue de 25.67 cm , el área basimétrica promedio es de $1.08 \text{ m}^2/\text{árbol}$ y el área basal de $11.98 \text{ m}^2/\text{ha}$ (Cuadro 5).

En esta parcela al 10 % de los árboles dominantes y codominantes, se le determinó el volumen real. Los diámetros a la altura del pecho (el mínimo medido fue de 15 cm y el máximo de 35.50 cm) y basal (mínimo 19 cm y máximo 46.50 cm); la altura comercial (mínima 4.39 m y máxima 8.31 m) y altura total (mínimo 12.19 m y máximo 16.75 m). El volumen real mínimo medido fue de 0.10 m^3 y el máximo de 0.48 m^3 , mientras que el volumen del cilindro mínimo fue de 0.11 m^3 y el máximo de 0.54 m^3 . El volumen total mínimo fue de 0.50 m^3 y el máximo fue de 0.82 m^3 . El factor de forma promedio de 0.86 (Cuadro 6).

Cuadro 6. Altura, volumen y factor de forma de la teca en el arboreto Maya.

| Árbol | dap (cm) | dbasal (cm) | hc (m) | ht (m) | Vr/árbol (m^3) | Vcil/árbol (m^3) | Vtotal/árbol (m^3) | FF |
|----------|-------------|----------------|-----------|-----------|------------------------------|--------------------------------|----------------------------------|------|
| 1 | 33.25 | 44.50 | 6.20 | 16.50 | 0.48 | 0.54 | 0.73 | 0.89 |
| 2 | 26.50 | 35.50 | 5.45 | 14.92 | 0.28 | 0.30 | 0.60 | 0.93 |
| 3 | 23.00 | 27.50 | 9.37 | 14.91 | 0.27 | 0.39 | 0.50 | 0.69 |
| 4 | 22.80 | 24.50 | 5.00 | 15.24 | 0.19 | 0.20 | 0.61 | 0.95 |
| 5 | 32.25 | 35.00 | 4.39 | 15.34 | 0.31 | 0.36 | 0.71 | 0.86 |
| 6 | 15.00 | 19.25 | 8.31 | 13.60 | 0.10 | 0.15 | 0.50 | 0.70 |
| 7 | 32.50 | 41.00 | 6.48 | 16.75 | 0.46 | 0.54 | 0.63 | 0.86 |
| 8 | 25.00 | 29.75 | 5.24 | 15.00 | 0.24 | 0.26 | 0.57 | 0.94 |
| 9 | 24.65 | 31.33 | 6.52 | 15.00 | 0.26 | 0.31 | 0.56 | 0.85 |
| 10 | 22.75 | 26.50 | 6.00 | 13.44 | 0.21 | 0.24 | 0.55 | 0.87 |
| 11 | 15.50 | 19.25 | 6.00 | 14.90 | 0.11 | 0.11 | 0.52 | 0.97 |
| 12 | 24.50 | 33.75 | 6.00 | 15.13 | 0.28 | 0.28 | 0.58 | 0.98 |
| 13 | 30.25 | 36.50 | 6.53 | 16.00 | 0.38 | 0.47 | 0.60 | 0.80 |
| 14 | 23.75 | 28.00 | 7.00 | 15.24 | 0.23 | 0.31 | 0.52 | 0.74 |
| 15 | 27.00 | 34.00 | 5.00 | 15.24 | 0.25 | 0.29 | 0.55 | 0.87 |
| 16 | 21.75 | 28.50 | 6.00 | 15.20 | 0.21 | 0.22 | 0.56 | 0.93 |
| 17 | 25.50 | 31.50 | 6.25 | 15.00 | 0.27 | 0.32 | 0.58 | 0.84 |
| 18 | 35.50 | 46.50 | 4.48 | 15.50 | 0.43 | 0.44 | 0.82 | 0.96 |
| 19 | 23.50 | 30.00 | 6.40 | 15.20 | 0.23 | 0.28 | 0.55 | 0.84 |
| 20 | 28.50 | 30.00 | 7.50 | 16.35 | 0.36 | 0.48 | 0.56 | 0.75 |
| Promedio | 25.67 | 31.64 | 6.21 | 15.22 | 0.28 | 0.32 | 0.59 | 0.86 |

La parcela temporal de la plantación de teca ubicada en arboreto Maya, Zamorano, tiene una densidad de 215 árboles. Con base a esta información generada por el estudio, se estima que la densidad de la plantación es de 511 árbol/ha. Al momento de iniciar la plantación en 1984 la densidad fue de 1,111 árbol/ha, a un espaciamiento de 3×3 m. Tomando en consideración la edad actual de 27 años de la plantación, se puede afirmar que la densidad es altamente excesiva, generándose un estancamiento del crecimiento diametral de los árboles y del rendimiento de árboles por hectárea. El valor del área basal es 11.97 m²/ha, en esta plantación obedece más bien a la alta densidad y no a el incremento en diámetro por lo que se puede observar la falta de manejo de la plantación, lo cual proyecta un volumen total por hectárea de 284 m³/ha. Se observa un volumen excesivo. El volumen real demuestra que el rendimiento esperado es de 105 m³/ha. Estos rendimientos podría ser mejorados si la plantación fuese manipulada acorde a un plan de manejo y de esta manera se podría tener mejor calidad de la madera y evitar difusiones.

El incremento medio anual de la teca negra en Zamorano presenta crecimiento más bajos a las plantaciones que se exhibe en Santa Ana, Cortés, Honduras; que se sitúan según el sistema de clasificación de Zona de vida Holdridge en Bosque seco tropical de transición a tropical (bs-TΔ), el incremento en el IMA del dap es de 1.3 cm/año y de la altura 1.2m/año en esta zona (Chaves y Fonseca 1991), mientras que Zamorano se encuentra en la misma zona de vida y tiene un IMA en el dap de 0.85 cm/año y en la altura de 0.54m/año.

El terreno de Zamorano en donde se encuentra establecida la plantación de la teca reúne en términos climáticos los requerimientos de la especie. Estos requisitos se refieren a la latitud, elevación, temperatura, precipitación y su distribución a lo largo del año. Es posible que la calidad del sitio se vea afectada por el tipo de suelo, ya que cuenta con las siguientes características: con una profundidad de 30 a 60 cm, con presencia de textura medias gruesas a gruesas. En cuanto a las propiedades químicas del suelo son bajos contenidos de fósforos y potasio y contiene un nivel adecuado de calcio (Velásquez 2007). El pH de este sitio se encuentra entre 5.92 y 6.9, lo que indica que estos suelos son un poco ácidos con características neutras. La plantación de teca negra se encuentra en un sitio adecuado, pero no con las condiciones ideales de suelo.

El factor edáfico no tiene influencia en el rendimiento de la plantación sino el tratamiento a la masa de los árboles, que tiene un fuerte impacto en calidad fenotípica de los mismos. Al observar el comportamiento de estos árboles en Zamorano se deduce que el manejo no ha sido apropiado y es el causante de que esta especie tenga copas muy desarrolladas debido a falta de poda y un fuste pequeño.

La calidad de la semilla fue buena, esto quiere decir, que la fuente de semilla era adecuada para esta área. En este contexto, se confirma el por qué esta especie es la única domesticada en el mundo, ya que se adaptó bien a las condiciones en Zamorano. Debido a que no se aplicó un manejo adecuado son pocos los individuos que cuentan con características fenotípicas deseables como progenitores para seguir reforestando otras zonas.

Para realizar plantaciones a gran escala se debe considerar ubicaciones estratégicas que facilite el aprovechamiento y cumplir con las normas de leyes regulatorias del país. Se debe consultar a las instituciones encargadas del manejo forestal en Honduras sobre las normas forestales para evitar mala selección del sitio, ya que por leyes actuales en Honduras no se permiten aprovechar plantaciones a menos de 150 m de la red hídrica, porque se determina bosques ribereños para la conservación del efluente.

Plantaciones de laurel en Zamorano. La Escuela Agrícola Panamericana tiene a la fecha dos parcelas lineales de laurel, estas parcelas situadas en el arboreto Báscula y una pequeña parcela en el arboreto Centro Kellogg-CPA. La superficie de las parcelas lineales del laurel varía de 0.09 a 0.36 km.

Variables dasométricas correspondientes a la Parcela lineal 1 en el arboreto Báscula. Con un tamaño 96 m se evaluó un total de 22 árboles. El dap promedio fue de 21.49 cm, el área basimétrica promedio fue de 0.39 m²/árbol para los árboles dominantes y codominantes (Cuadro 7).

Cuadro 7. Descripción de las variables dasométricas de la teca en el arboreto de laurel. Parcela 1, arboreto Báscula.

| Árbol | dap (cm) | dbasal (cm) | g (m ² /árbol) |
|----------|----------|-------------|---------------------------|
| 1 | 25.00 | 30.25 | 0.05 |
| 2 | 33.41 | 41.50 | 0.09 |
| 3 | 16.50 | 17.50 | 0.02 |
| 4 | 16.00 | 18.50 | 0.02 |
| 5 | 23.00 | 31.50 | 0.04 |
| 6 | 20.00 | 27.50 | 0.03 |
| 7 | 18.00 | 23.50 | 0.03 |
| 8 | 15.50 | 22.00 | 0.02 |
| 9 | 26.50 | 33.00 | 0.06 |
| 10 | 21.00 | 26.50 | 0.03 |
| Promedio | 21.49 | - | 0.39 |

Tamaño Parcela lineal 1: 0.096 km

Número de árboles/km (N): 229

Vol. total: 54.9 m³/ km

Vol. comercial: 38.9 m³/km

En la parcela lineal 1 se seleccionó diez árboles dominantes y codominantes y se le determinó, el diámetros a la altura del pecho (el mínimo fue de 15.5 cm y el máximo de 33.4 cm) y diámetro basal (mínimo 22 cm y máximo 41.5 cm); la altura comercial (mínima 4.80 m y máxima 7.58 m) y altura total (mínimo 10.8 m y máximo 15 m).

El volumen real mínimo fue de 0.09 m^3 y el máximo de 0.28 m^3 , mientras que el volumen cilíndrico mínimo fue de 0.10 m^3 y el máximo de 0.53 m^3 y el volumen total mínimo fue de 0.12 m^3 y el máximo de 0.55 m^3 . El factor de forma promedio de 0.84 (Cuadro 8).

Cuadro 8. Descripción Altura, volumen y factor de forma del laurel. Parcela 1, arboreto Báscula.

| Árbol | dap (cm) | dbasal (cm) | Ht (m) | hc (m) | Vr/árbol (m^3) | Vcil/árbol (m^3) | Vt/árbol (m^3) | FF |
|----------|-------------|----------------|-----------|-----------|------------------------------|--------------------------------|------------------------------|------|
| 1 | 25.00 | 30.25 | 14.44 | 4.80 | 0.21 | 0.24 | 0.31 | 0.91 |
| 2 | 33.41 | 41.50 | 13.50 | 6.05 | 0.28 | 0.53 | 0.55 | 0.53 |
| 3 | 16.50 | 17.50 | 14.55 | 7.58 | 0.12 | 0.16 | 0.15 | 0.73 |
| 4 | 16.00 | 18.50 | 13.00 | 5.20 | 0.09 | 0.10 | 0.12 | 0.88 |
| 5 | 23.00 | 31.50 | 15.00 | 6.30 | 0.25 | 0.26 | 0.36 | 0.97 |
| 6 | 20.00 | 27.50 | 12.60 | 5.97 | 0.15 | 0.19 | 0.18 | 0.81 |
| 7 | 18.00 | 23.50 | 11.20 | 5.50 | 0.12 | 0.14 | 0.14 | 0.87 |
| 8 | 15.50 | 22.00 | 11.50 | 6.00 | 0.11 | 0.11 | 0.13 | 0.94 |
| 9 | 26.50 | 33.00 | 13.00 | 4.80 | 0.25 | 0.26 | 0.28 | 0.95 |
| 10 | 21.00 | 26.50 | 10.80 | 4.80 | 0.14 | 0.17 | 0.19 | 0.85 |
| Promedio | 21.49 | 27.18 | 12.96 | 5.70 | 0.17 | 0.22 | 0.24 | 0.84 |

Tamaño Parcela lineal 1: 0.096 km

Número de árboles/km (N): 229

Vol. total: $54.9 \text{ m}^3/\text{km}$

Vol. comercial: $38.9 \text{ m}^3/\text{km}$

Variables dasométricas correspondientes a la Parcela 2 en el arboreto Báscula. Donde se instaló una segunda parcela lineal de 360 m, la parcela cuenta con una población 30 árboles donde se seleccionó el 33 % como árboles dominaste y codominantes. Por tanto, el número de árboles por kilómetro es de 83. Las variables dasométricas de dap, mínimo medido fue de 10.50 cm y el máximo de 23.25 cm; el diámetro basal promedio fue de 25.70 cm, la altura total mínima fue de 6.35 m y la máxima de 13.8 m; la altura comercial mínima fue de 2.30m y la máxima de 7.94 m (Anexo 5).

En la parcela lineal 2 los árboles dominantes y codominantes tienen un dap promedio de 20.1 cm, un diámetro basal promedio de 25.7 cm, una altura total promedio de 11.45 m y una altura comercial promedio de 5.46 m, volumen real promedio de 0.15 m^3 , el volumen cilíndrico es de 0.17 m^3 , y el factor de forma es de 0.89 (Cuadro 9).

Cuadro 9. Altura, volumen y factor de forma de laurel. Parcela 2, arboreto Báscula.

| Árbol | dap (cm) | dbasal (cm) | Hc (m) | ht (m) | Vr/árbol (m ³) | Vcil/árbol (m ³) | Vt/árbol (m ³) | FF |
|----------|-------------|----------------|-----------|-----------|-------------------------------|---------------------------------|-------------------------------|------|
| 1 | 23.5 | 27.0 | 7.94 | 13.80 | 0.22 | 0.32 | 0.30 | 0.77 |
| 2 | 18.0 | 24.0 | 3.60 | 12.70 | 0.08 | 0.09 | 0.14 | 0.91 |
| 3 | 20.5 | 26.5 | 6.21 | 10.50 | 0.18 | 0.20 | 0.21 | 0.90 |
| 4 | 17.3 | 25.0 | 6.42 | 12.50 | 0.13 | 0.15 | 0.17 | 0.98 |
| 5 | 19.5 | 23.0 | 5.52 | 10.58 | 0.16 | 0.16 | 0.19 | 0.94 |
| 6 | 21.0 | 25.5 | 4.32 | 11.34 | 0.13 | 0.15 | 0.20 | 0.89 |
| 7 | 22.5 | 29.0 | 4.33 | 9.75 | 0.15 | 0.17 | 0.18 | 0.87 |
| 8 | 18.5 | 24.0 | 5.50 | 11.10 | 0.11 | 0.15 | 0.15 | 0.76 |
| 9 | 18.5 | 25.0 | 5.43 | 11.70 | 0.13 | 0.15 | 0.16 | 0.91 |
| 10 | 22.0 | 28.0 | 5.30 | 10.50 | 0.19 | 0.20 | 0.22 | 0.93 |
| Promedio | 20.1 | 25.7 | 5.46 | 11.45 | 0.15 | 0.17 | 0.19 | 0.89 |

Tamaño Parcela lineal 2: 0.36 km

Número de árboles/km (N): 83

Vol. total 17.43 m³/km

Vol. comercial: 8.30 m³/km

En el arboreto Báscula 2 plantado con laurel en Zamorano, el número de árboles/km varían de 83 a 229 actualmente. Al momento de establecer la plantación, en 1983, la densidad de siembra lineal fue de 166 árboles/km, a un espaciamiento de 3×3 m. En la parcela 1 y 2 establecida en la Báscula, la densidad actual es relativamente baja, lo cual debería favorecer al crecimiento diametral y no se refleja en la evaluación dasométricas de estas parcelas.

Debido al bajo crecimiento en diámetro y del fuste, el volumen real y total, son relativamente bajos. En la Báscula 1 se estima un rendimiento del volumen total de 54.9 m³/km y del volumen real de 38.9 m³/km. Para la Báscula 2 se estima un rendimiento del volumen total de 17.43 m³/km y del volumen real de 8.3 m³/km. Esta baja densidad en árboles se debe a los siguientes factores: muerte de individuos que no fueron sustituidos, eliminación de individuos por parte de campesinos y servidumbre que transitaban dentro del arboreto y finalmente por daños mecánicos provocados por el ganado criado en esta área.

Los incrementos medio anual del laurel presentes en Zamorano son bajos comparados con las plantaciones de Tres Piedras, Honduras, que presentó un IMA promedio en dap de 2.25 cm/año y en altura total de 0.42 m/año, en un turno de 20 años (Boshier y Lambier 1997). El IMA promedio en dap, en Zamorano, fue de 0.67 cm/año y de la altura total fue de 0.32 m/año los datos se detallan en (Anexo 5).

Variabes dasométricas correspondientes al Arboreto Kellogg-CPA. Donde se muestreó todo el área al cual corresponde (100m²), encontrándose en ella 5 árboles de (laurel). Por tanto, el número de árboles/ha es de 500. Las variables dasométricas de dap promedio es de 24.7 cm y, diámetro basal promedio 33.4 cm, el área basimétrica de 0.25 m²/ha y área basal 25.3 m²/ha, la altura comercial promedio es de 5.08 m, el volumen real promedio 0.21 m³ y el máximo; el volumen cilíndrico promedio fue de 0.25 m³ y el volumen total 0.30 m³ el factor de forma promedio fue de 0.82se presentan en el (Cuadro 10).

Cuadro 10. Altura, volumen y factor de forma de laurel en el arboreto Centro Kellogg.

| Árbol | dap (cm) | dbasal (cm) | Ht (m) | hc (m) | Vr/árbol (m ³) | Vcil/árbol (m ³) | Vt/árbol (m ³) | FF |
|----------|-------------|----------------|-----------|-----------|-------------------------------|---------------------------------|-------------------------------|------|
| 1 | 26.75 | 44.50 | 12.92 | 6.39 | 0.30 | 0.36 | 0.37 | 0.83 |
| 2 | 25.00 | 35.50 | 12.92 | 4.91 | 0.22 | 0.24 | 0.29 | 0.89 |
| 3 | 32.25 | 27.50 | 13.72 | 3.44 | 0.27 | 0.28 | 0.54 | 0.96 |
| 4 | 14.00 | 24.50 | 9.34 | 4.75 | 0.06 | 0.07 | 0.07 | 0.79 |
| 5 | 25.50 | 35.00 | 10.83 | 5.92 | 0.19 | 0.29 | 0.23 | 0.65 |
| Promedio | 24.70 | 33.40 | 11.95 | 5.08 | 0.21 | 0.25 | 0.30 | 0.82 |

La parcela de arboreto C. Kellogg-CPA no cuenta con sufrientes árboles de laurel para realizar un estudio detallado del comportamiento y rendimiento, ya que su fin es de carácter ornamental, por lo que no demanda de un manejo y control de paracitos como el muérdago, que es un alimento para las aves siendo este en punto positivo para la belleza escénica del lugar por la interacción de la biodiversidad.

4. CONCLUSIONES

- El crecimiento y rendimiento de las plantaciones de la teca establecidas en Zamorano son bajos, esto ha permitido concluir que la adaptación de esta especie es limitada por las condiciones climáticas, edáficas y posiblemente por la fuente de la semilla.
- El crecimiento y rendimiento de los lotes plantados con laurel blanco en Zamorano aunque son bajos, se consideran normales para las condiciones de clima y suelo que caracterizan al valle Zamorano.
- Tanto las plantaciones de teca como las de laurel blanco presentan bajos parámetros de crecimiento y rendimiento, por la ausencia de tratamientos silvícolas oportunos. Esta ausencia se debe a que la inversión de implementar estos tratamientos genera escasos beneficios económicos. Además las leyes forestales hondureñas no permiten el aprovechamiento de plantaciones forestales ubicadas a menos de 150 m de acuíferos.

5. RECOMENDACIONES

- Para las plantaciones futuras de teca se debe disponer de mapas planimétrico de suelos caracterizados por actitud, para establecer áreas de intervención potencial (AIP) en los terrenos de Zamorano y subsidiar la plantación con riego si se quiere tener plantaciones de éxitos y utilizar otras fuentes de semilla con selección de sitios en término de clima y suelo.
- La adaptabilidad y comportamiento del laurel es aceptable, ya que es una especie nativa de América y sus requerimientos climáticos y edáficos no son tan exigentes como las especies exóticas, por esta razón se debe utilizar germoplasmas nativos de la zona para esperar un rendimiento óptimo.
- Se recomienda no intervenir la plantación de teca de Zamorano y que esta se desarrolle como bosque secundario por medio de los procesos de sucesión ecológica.

6. LITERATURA CITADA

Alvarado, A. 2006. Nutrición y fertilización de la teca (en línea). Costa Rica, Centro de Investigaciones Agronómicas, Universidad de Costa Rica. Consultado 20 mayo 2011. Disponible en [http://www.ipni.net/ppiweb/ltamn.nsf/87cb8a98bf72572b8525693e0053-
ea70/415f7d1d384c7a2685256e1b0014553c/\\$FILE/Nutrici%C3%B3n%20y%20fertilizaci%C3%B3n%20de%20la%20teca.pdf](http://www.ipni.net/ppiweb/ltamn.nsf/87cb8a98bf72572b8525693e0053-
ea70/415f7d1d384c7a2685256e1b0014553c/$FILE/Nutrici%C3%B3n%20y%20fertilizaci%C3%B3n%20de%20la%20teca.pdf).

Arguedas, M. 2003. Problemas fitosanitarios en Teca (*Tectona grandis* L.f.) en América Central (en línea). Costa Rica, Centro de Investigación en Integración Bosque Industria, ITCR, Costa Rica. Consultados 21 mayo 2011. Pdf. Disponible en <http://www.una.ac.cr/inis/docs/teca/temas/M.pdf>.

Boshier, D.H. y Lamb, A.T. 1997. *Cordia Alliodora*: Genética y Mejoramiento de Árboles. Oxford forestry Institute. Department of Plant Sciences. University Of Oxford. Tropical Forestry Papers no. 36. 100 p.

Calero B., W.A. 2008. Producción e incrementos de madera y carbono de laurel (*Cordia alliodora*) y cedro amargo (*Cedrela odorata* L.) de regeneración natural en cacaotales y bananales indígenas de Talamanca, Costa Rica. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 4 p.

Cantos C., G. y Vítores P., M. 2010. Proyecto de Mejoramiento Genético de *Ochroma pyramidale* (cav. ex lamb.) Urban, *Cordia alliodora* (Ruiz & Pav.) Oken para el Fomento de Plantaciones en la Zona Sur de Manabí – Ecuador. VI Simposio Internacional Sobre Manejo Sostenible de Recursos Forestales (SIMFOR).

Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). 1994. Laurel *Cordia alliodora* (Ruiz y Pavón) Oken, especies de árbol de uso múltiple en América central. Serie Técnica, Informe Técnico n° 239. CATIE, Turrialba, Costa Rica. 3 p.

Chaves, E. y Fonseca, W. 1991. Teca (*Tectona grandis* L.f.) árbol de uso múltiple en América Central / Eladio. Turrialba, Costa Rica. 60 p. (Serie técnica. Informe técnico/CATIE; no. 179).

Cordero, J; Mesén, F; Montero, M; Stewart, J; Boshier, D; Chamberlain, J; Pennington, T; Hands, M; Hughes, C; Defletsen, G. 2003. Descripciones de especies de árboles nativos de América Central. En Árboles de Centroamérica: un manual para extensionistas. Eds. Cordero, J; Boshier DH. OFI-CATIE, Turrialba, Costa Rica. p4.

Fonseca, W. 2004. Manual para productores de teca (*Tectona grandis* L. f) en Costa Rica (en línea). Consultado 20 mayo 2011. Disponible en http://www.fonafifo.com/text_files/proyectos/ManualProductoresTeca.pdf.

Francis, J.K. y Lowe, C.A. 2000. Bioecología de Arbóreas Nativas y Exóticas de Puerto Rico y las Indias Occidentales. Trabanino, S., traductor. Gen. Tech. Rep. IITF-15.

Piedras, Puerto Rico: Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, Servicios Forestales, Instituto Internacional de Dasonomía Tropical. 582

Fredericksen, T.; Contreras, F. y Parion, W. 2001. Guía de Silvicultura para Bosques Tropicales de Bolivia. Consultado ago. 2011. Disponible en <https://www.unah.edu.hn/-uploaded/content/category/2052944357.pdf>

Honty, G. 2011. Cambio climático: negociaciones y consecuencias para América Latina (en línea). Uruguay. Centro Latino Americano de Ecología Social Consultado (CLAES). Consultado sep. 2011. Disponible en <http://www.energiasur.com/publicaciones-/HontyCambioClimatico2011.pdf>.

Anexo 2. Descripción de los volúmenes por secciones, volumen real (Vr), volumen del cilindro (Vcil) y factor de forma (FF) de teca. Parcela en el arboreto Maya.

| Árbol | vol. 1 (m ³) | vol. 2 (m ³) | vol. 3 (m ³) | vol. 4 (m ³) | vol. 5 (m ³) | vol. 6 (m ³) | vol. 7 (m ³) | vol. 8 (m ³) | vol. 9 (m ³) | Vr/árbol (m ³) | Vcil/árbol (m ³) | FF |
|----------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|-------------------------------|---------------------------------|------|
| 1 | 0.12 | 0.09 | 0.08 | 0.07 | 0.06 | 0.07 | | | | 0.48 | 0.54 | 0.89 |
| 2 | 0.08 | 0.06 | 0.05 | 0.05 | 0.04 | | | | | 0.28 | 0.3 | 0.93 |
| 3 | 0.05 | 0.04 | 0.04 | 0.03 | 0.03 | 0.03 | 0.02 | 0.01 | 0.01 | 0.27 | 0.39 | 0.69 |
| 4 | 0.04 | 0.04 | 0.04 | 0.04 | 0.04 | | | | | 0.19 | 0.2 | 0.95 |
| 5 | 0.09 | 0.08 | 0.07 | 0.07 | | | | | | 0.31 | 0.36 | 0.86 |
| 6 | 0.02 | 0.02 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | | 0.1 | 0.15 | 0.7 |
| 7 | 0.11 | 0.08 | 0.07 | 0.08 | 0.07 | 0.05 | | | | 0.46 | 0.54 | 0.86 |
| 8 | 0.06 | 0.05 | 0.04 | 0.03 | 0.03 | 0.03 | | | | 0.24 | 0.26 | 0.94 |
| 9 | 0.07 | 0.06 | 0.04 | 0.04 | 0.03 | 0.03 | | | | 0.26 | 0.31 | 0.85 |
| 10 | 0.05 | 0.04 | 0.04 | 0.03 | 0.03 | 0.03 | | | | 0.21 | 0.24 | 0.87 |
| 11 | 0.02 | 0.02 | 0.02 | 0.02 | 0.02 | 0.01 | | | | 0.11 | 0.11 | 0.97 |
| 12 | 0.07 | 0.05 | 0.04 | 0.04 | 0.04 | 0.03 | | | | 0.28 | 0.28 | 0.98 |
| 13 | 0.09 | 0.07 | 0.07 | 0.06 | 0.05 | 0.04 | | | | 0.38 | 0.47 | 0.8 |
| 14 | 0.05 | 0.04 | 0.04 | 0.03 | 0.03 | 0.02 | 0.02 | | | 0.23 | 0.31 | 0.74 |
| 15 | 0.08 | 0.06 | 0.05 | 0.04 | 0.03 | | | | | 0.25 | 0.29 | 0.87 |
| 16 | 0.05 | 0.04 | 0.03 | 0.03 | 0.03 | 0.03 | | | | 0.21 | 0.22 | 0.93 |
| 17 | 0.07 | 0.05 | 0.04 | 0.04 | 0.03 | 0.03 | | | | 0.27 | 0.32 | 0.84 |
| 18 | 0.14 | 0.1 | 0.09 | 0.09 | | | | | | 0.43 | 0.44 | 0.96 |
| 19 | 0.06 | 0.04 | 0.04 | 0.04 | 0.03 | 0.03 | | | | 0.23 | 0.28 | 0.84 |
| 20 | 0.07 | 0.07 | 0.07 | 0.05 | 0.04 | 0.04 | 0.03 | | | 0.36 | 0.48 | 0.75 |
| Promedio | | | | | | | | | | 0.277 | | 0.86 |

Anexo 3. Descripción de los diámetros y alturas de laurel. Parcela lineal 1 en el arboreto Báscula.

| Árbol | dap (cm) | dbasal (cm) | hc (m) | ht (m) | d1 (cm) | d2 (cm) | d3 (cm) | d4 (cm) | d5 (cm) | d6 (cm) |
|----------|-------------|----------------|-----------|-----------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| 1 | 14.00 | 18.50 | 3.32 | 10.30 | 14.00 | 13.00 | 12.00 | | | |
| 2 | 25.00 | 30.25 | 4.80 | 14.44 | 26.50 | 23.50 | 21.00 | 20.00 | 19.00 | |
| 3 | 33.41 | 41.50 | 6.05 | 13.50 | 32.50 | 31.75 | 37.00 | | | |
| 4 | 13.25 | 15.00 | 4.30 | 13.50 | 12.50 | 13.00 | 11.50 | 10.50 | 10.25 | |
| 5 | 16.50 | 17.50 | 7.58 | 14.55 | 17.00 | 16.50 | 16.25 | 15.00 | 14.75 | 13.50 |
| 6 | 13.50 | 20.50 | 6.50 | 11.70 | 13.50 | 13.25 | 13.00 | 12.00 | 5.00 | 14.00 |
| 7 | 12.50 | 15.50 | 3.50 | 13.40 | 12.50 | 11.50 | 11.50 | | | |
| 8 | 15.75 | 18.75 | 4.78 | 13.54 | 15.50 | 14.75 | 13.00 | 12.00 | 13.00 | |
| 9 | 12.75 | 16.75 | 3.94 | 10.25 | 12.50 | 11.50 | 11.00 | 11.25 | | |
| 10 | 16.00 | 5.00 | 5.20 | 13.00 | 18.50 | 15.50 | 14.50 | 12.50 | 11.50 | 12.50 |
| 11 | 23.00 | 31.50 | 6.30 | 15.00 | 25.30 | 23.50 | 21.50 | 20.50 | 20.50 | 22.00 |
| 12 | 17.50 | 23.50 | 4.90 | 14.90 | 17.00 | 16.50 | 16.00 | 14.50 | 14.00 | |
| 13 | 13.50 | 16.00 | 3.50 | 13.75 | 14.00 | 12.00 | 12.50 | | | |
| 14 | 24.50 | 31.00 | 4.09 | 13.40 | 25.00 | 23.00 | 23.00 | 19.00 | | |
| 15 | 20.00 | 27.50 | 5.97 | 12.60 | 25.00 | 16.50 | 14.00 | 14.50 | 13.00 | 12.00 |
| 16 | 13.00 | 16.00 | 5.00 | 10.50 | 13.50 | 12.00 | 11.50 | 11.00 | 10.00 | |
| 17 | 18.00 | 23.50 | 5.50 | 11.20 | 20.00 | 17.50 | 17.50 | 13.50 | 12.00 | |
| 18 | 15.50 | 22.00 | 6.00 | 11.50 | 16.00 | 14.50 | 14.50 | 14.50 | 12.25 | 12.00 |
| 19 | 20.00 | 27.00 | 4.50 | 13.30 | 21.00 | 19.00 | 19.50 | 18.50 | | |
| 20 | 26.50 | 33.00 | 4.80 | 13.00 | 28.00 | 25.00 | 23.50 | 22.00 | 21.00 | |
| 21 | 14.50 | 18.00 | 5.25 | 10.00 | 16.00 | 14.25 | 13.00 | 12.25 | 12.00 | |
| 22 | 21.00 | 26.50 | 4.80 | 10.80 | 20.50 | 18.00 | 17.00 | 16.00 | 17.50 | |
| 23 | 17.00 | 19.00 | 3.18 | 10.75 | 17.00 | 17.00 | 15.50 | | | |
| Promedio | 18.12 | 22.34 | 4.95 | 12.56 | | | | | | |

Anexo 4. Descripción de los volúmenes por secciones, volumen real (Vr), volumen del cilindro (Vcil) y factor de forma (FF) del laurel. Parcela línea 1 en el arboreto Báscula.

| N° Árbol | V. 1 m | V. 2 m | V. 3 m | V. 4 m | V. 5 m | V. 6 m | Vr | Vcil | FF |
|-----------|-----------|-----------|-----------|--------|--------|--------|-------|-------|-------|
| 1 | 0.064 | 0.049 | 0.039 | 0.033 | 0.030 | | 0.215 | 0.236 | 0.911 |
| 2 | 0.109 | 0.081 | 0.093 | | | | 0.284 | 0.530 | 0.535 |
| 3 | 0.023 | 0.022 | 0.021 | 0.019 | 0.017 | 0.016 | 0.119 | 0.162 | 0.733 |
| 4 | 0.014 | 0.023 | 0.018 | 0.014 | 0.011 | 0.011 | 0.092 | 0.105 | 0.880 |
| 5 | 0.064 | 0.047 | 0.040 | 0.035 | 0.033 | 0.036 | 0.254 | 0.262 | 0.970 |
| 6 | 0.054 | 0.035 | 0.018 | 0.016 | 0.015 | 0.012 | 0.151 | 0.188 | 0.805 |
| 7 | 0.037 | 0.028 | 0.024 | 0.019 | 0.013 | | 0.121 | 0.140 | 0.866 |
| 8 | 0.029 | 0.018 | 0.017 | 0.017 | 0.014 | 0.012 | 0.106 | 0.113 | 0.937 |
| 9 | 0.074 | 0.055 | 0.046 | 0.041 | 0.036 | | 0.252 | 0.265 | 0.952 |
| 10 | 0.044 | 0.029 | 0.024 | 0.021 | 0.022 | | 0.141 | 0.166 | 0.847 |
| Promedios | | | | | | | 0.170 | 0.220 | 0.840 |

Anexo 5. Descripción de los diámetros del laurel. Parcela lineal 2 en el arboreto Báscula.

| Árbol | dap (cm) | dbasal (cm) | hc (m) | ht (m) | d1 (cm) | d2 (cm) | d3 (cm) | d4 (cm) | d5 (cm) | d6 (cm) | d7 (cm) |
|----------|-------------|----------------|-----------|-----------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| 1 | 23.50 | 27.00 | 7.94 | 13.80 | 24.5 | 22.00 | 21.00 | 20.00 | 18.50 | 19.50 | 18.00 |
| 2 | 18.00 | 24.00 | 3.60 | 12.70 | 18.50 | 17.50 | 16.00 | | | | |
| 3 | 20.50 | 26.50 | 6.21 | 10.50 | 21.50 | 20.50 | 21.30 | 16.50 | 16.00 | 16.00 | |
| 4 | 17.25 | 25.00 | 6.42 | 12.50 | 18.50 | 17.25 | 16.00 | 14.50 | 14.00 | 13.50 | 12.50 |
| 5 | 19.50 | 23.00 | 5.52 | 10.58 | 20.00 | 18.00 | 16.50 | 17.50 | 17.00 | 15.50 | |
| 6 | 21.00 | 25.50 | 4.32 | 11.34 | 22.50 | 18.50 | 18.50 | 18.50 | | | |
| 7 | 22.50 | 29.00 | 4.33 | 9.75 | 23.00 | 21.50 | 19.50 | 15.00 | | | |
| 8 | 18.50 | 24.00 | 5.50 | 11.10 | 20.00 | 18.50 | 16.25 | 16.25 | | | |
| 9 | 18.50 | 25.00 | 5.43 | 11.70 | 18.50 | 16.50 | 15.55 | 15.00 | 14.00 | 14.00 | |
| 10 | 22.00 | 28.00 | 5.30 | 10.50 | 24.50 | 20.00 | 18.50 | 16.50 | 16.00 | 16.00 | |
| Promedio | 20.13 | 25.70 | 5.46 | 11.45 | | | | | | | |