

Comportamiento y manejo de *Khaya senegalensis* Juss. en Zamorano, Honduras

Doris Sarai Alvarado Herrera

Zamorano, Honduras

Diciembre, 2010

ZAMORANO
CARRERA DE DESARROLLO SOCIOECONÓMICO Y AMBIENTE

Comportamiento y manejo de *Khaya senegalensis* Juss. en Zamorano, Honduras

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

Presentado por:

Doris Sarai Alvarado Herrera

Zamorano, Honduras
Diciembre, 2010

Comportamiento y manejo de *Khaya senegalensis* Juss. En Zamorano, Honduras

Presentado por:

Doris Sarai Alvarado Herrera

Aprobado:

Nelson Agudelo, M.Sc.
Asesor principal

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

Ramón Hernández, Ing.
Asesor

Raúl Espinal, Ph.D.
Decano Académico

Eydi Guerrero, M.Sc.
Asesora

Kenneth L. Hoadley, D.B.A.
Rector

RESUMEN

Alvarado, D. 2010. Comportamiento y manejo de *khaya senegalensis* Juss. en Zamorano, Honduras. Proyecto especial de graduación del programa de Ingeniería en Desarrollo Socioeconómico y Ambiente, Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano. Honduras. 57p.

Las plantaciones de *Khaya senegalensis* establecidas en Zamorano fueron evaluadas en función de su adaptabilidad, calidad fenotípica, crecimiento y rendimiento. Las condiciones climáticas de los sitios son ideales para el establecimiento exitoso de plantaciones con esta especie. Para estas plantaciones se utilizaron las procedencias africanas de Bambey y Burkina Faso. A la fecha, los lotes tienen edades de 13 y 14 años. La densidad actual de los lotes es excesivamente alta (entre 838 y 1,719 árboles/ha), el dap de los árboles dominantes y codominantes fluctúa entre 20 y 26 cm, la altura total varía entre 9.3 y 9.7 m y la altura comercial entre 4.8 y 5.3 m. Las variables dasométricas indican que las masas plantadas están estancadas en crecimiento diametral y muestran individuos de porte pequeño y fuste corto. Tal situación se traduce en bajos rendimientos volumétricos a nivel de individuos y de superficie (máximo 75 m³/ha de volumen total y 34.4 m³/ha de volumen comercial). El incremento medio anual en diámetro a la altura del pecho para los individuos dominantes y codominantes (promedio 1.32 cm/año) y en altura total (promedio 0.60 m/año) está, con excepción de plantaciones en Sudáfrica, por debajo del reportado en la literatura. El estudio demuestra que los sitios de plantación no son los mejores para la especie en términos de suelos y que ha existido una carencia casi total de tratamientos silvícolas. A futuro, mejores plantaciones de *Khaya senegalensis* en Zamorano dependerán de: adecuada selección de sitios, empleo de mejores procedencias y adecuada manipulación de las masas.

Palabras claves: dap, fenotipo, incremento medio anual, procedencia, rendimiento, variable dasométrica.

CONTENIDO

Portadilla.....	i
Página de firmas.....	ii
Resumen.....	iii
Contenido.....	iv
Índice de cuadros y figuras.....	v
1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. REVISIÓN DE LITERATURA	3
3. MATERIALES Y MÉTODOS.....	8
4. RESULTADOS	16
5. DISCUSIÓN.....	31
6. CONCLUSIONES	33
7. RECOMENDACIONES	34
8. BIBLIOGRAFIA	35
9. ANEXOS	36

ÍNDICE DE CUADROS, FIGURAS Y ANEXOS

Cuadro	Página
1. Características morfológicas y físicas de los suelos de Florencia, Zamorano, Honduras, 2010.....	10
2. Propiedades químicas del primer y segundo horizonte de los suelos de.....	11
3. Subclases por aptitud de uso de los suelos de Florencia, Zamorano, Honduras, 2010.	12
4. Lotes plantados con <i>k.senegalensis</i> en terrenos de la Escuela Agrícola Panamericana, por sitio, superficie, y procedencia de la semilla, Honduras,2010.....	16
5. Diámetro a la altura del pecho (dap), diámetro basal (dbasal), área basimétrica (g) área basal (G) para <i>khaya senegalensis</i> . Parcela 1. Sitio Florencia, Zamorano, Honduras, 2010.....	18
6. Diámetro a la altura del pecho (dap), diámetro basal (dbasal), altura comercial (hc), altura total (ht) y diámetros a longitud estándar de 2m. Parcela 1, Sitio Florencia, Zamorano, Honduras, 2010.	20
7. Volumen por secciones (Vn), volumen real (Vr), volumen del cilindro (Vcil) y factor de forma (FF), para árboles dominantes y codominantes de <i>k.senegalensis</i> . Parcela 1. Sitio Florencia, Zamorano, Honduras, 2010.....	20
8. Altura total (ht), altura comercial (hc), volumen total (Vt) y volumen comercial (Vc) para <i>k.senegalensis</i> . Parcela1, Sitio Florencia, Zamorano, Honduras, 2010	21
9. Diámetro a la altura del pecho, (dap), altura total (ht) y altura comercial (hc), por tamaños para <i>k.senegalensis</i> en terrenos de Zamorano. Parcela 2, Sitio Florencia, Zamorano, Honduras, 2010	23
10. Diámetro a la altura del pecho (dap), diámetro basal (dbasal), altura comercial (hc), altura total (ht) y diámetros a longitud estándar de 2m Parcela 2, Sitio Florencia, Zamorano, Honduras, 2010.	24
11. Volumen por secciones (Vn), volumen real (Vr), volumen del cilindro (Vcil) y factor de forma (FF), para árboles dominantes y codominantes de <i>k.senegalensis</i> . Parcela 2. Sitio Florencia, Zamorano, Honduras, 2010.....	24
12. Altura total promedio (ht), altura comercial promedio (hc), volumen total Promedio (Vt) y volumen comercial promedio (Vc) para <i>k.senegalensis</i> . Parcela 2. Sitio Florencia, Zamorano, Honduras, 2010.....	25
13. Diámetro a la altura del pecho (dap), altura total (ht) y altura comercial (hc) para <i>k.senegalensis</i> en terrenos de Zamorano. Sitio El Ciruelo, Zamorano, Honduras, 2010	26
14. Diámetro a la altura del pecho (dap), diámetro basal (dbasal), altura comercial (hc), altura total (ht) y diámetros a longitud estándar de 2m. Sitio El Ciruelo, Zamorano, Honduras, 2010.	27

15. Volumen por secciones (Vn), volumen real (Vr), volumen del cilindro (Vcil) y factor de forma (FF), para árboles dominantes y codominantes de <i>K. senegalensis</i> . Sitio. El Ciruelo, Zamorano, Honduras, 2010	28
16. Altura total promedio (ht), altura comercial promedio (hc),volumen total Promedio (Vt) y volumen comercial promedio (Vc) para <i>k.senegalensis</i> . Sitio El Ciruelo, Zamorano, Honduras, 2010.....	28
17. Incrementos medios anuales _ IMA en dap y altura, por sitio y por parcela para <i>K. senegalensis</i> en Zamorano, Honduras, 2010	29
18. Diámetro a la altura del pecho promedio (dap), altura total promedio (ht), altura comercial promedio (hc) de dominantes y codominantes de <i>K. senegalensis</i> . Compañía azucarera Tres Valles, Francisco Morazán, Honduras,2010.....	30
19. Incremento medio anual- IMA en dap y altura total para las plantaciones de <i>K.senegalensis</i> establecidas en la compañía Azucarera Tres Valles, Francisco Morazán, Honduras,2010.	30

Figura	Página
1. Ubicación geográfica de las parcelas de estudio de <i>Khaya senegalensis</i> , Zamorano, Honduras, 2010.....	8
2. Mapa planimétrico y parcela temporal 1, Sitio Florencia. Plantación <i>Khaya senegalensis</i> , en Zamorano, Honduras, 2010.....	17
3. Mapa planimétrico y parcela temporal 2, Sitio Florencia. Plantación <i>Khaya senegalensis</i> , Zamorano, Honduras, 2010.	23
4. Mapa planimétrico y parcela temporal, Sitio El Ciruelo. Plantación <i>Khaya senegalensis</i> , Zamorano, Honduras, 2010.....	26

Anexo	Página
1. Diámetro a la altura del pecho (dap), diámetro basal (dbasal), área basimétrica (g), Área basal (G). Para <i>k.senegalensis</i> . Parcela 2. Sitio, Florencia	36
2. Altura total (ht), altura comercial (hc), volumen total (Vt) y volumen comercial	40
3. Diámetro a la altura del pecho (dap), diámetro basal (dbasal), área basimétrica	44
4. Altura total (ht), altura comercial (hc), volumen total (Vt) y volumen comercial	51

1. INTRODUCCIÓN

Desde el punto de vista económico-comercial las caobas americanas tienen mayor aceptación y mejor precio en los mercados internacionales de maderas nobles o de alto valor económico. Actualmente se sabe que más del 90% de la madera de caoba americana que se comercializa en el mundo procede de bosques naturales maduros de tierras bajas de la América tropical y subtropical no manejados en forma sostenible (CITES, citado por Blundell y Rodan, 2002). Se estima que este comercio internacional es del orden de los 500,000 m³ anuales, siendo Perú y Brasil los países con mayor cuota de exportación (Agudelo, 2010). Sin embargo, se considera hoy día que la mayor parte de la madera de caoba en el comercio internacional procede del Perú y la mayoría es importada por los Estados Unidos (Snook *et al.*, 2003).

A la fecha, prácticamente toda la madera de caoba de las Américas procede de la caoba de hoja grande o caoba del atlántico (*Swietenia macrophylla*). No se dispone todavía de información en las Américas sobre la existencia de plantaciones extensas con esta especie, aunque se tiene conocimiento de pequeños bloques plantados bajo diferentes modalidades. Las mayores plantaciones de (*Swietenia macrophylla*) de unas 200,000 ha, se encuentran hoy día en el continente asiático. La poca presencia de plantaciones masivas de (*Swietenia macrophylla*) en el continente americano posiblemente obedezca al ataque, a veces virulento, del barrenador de las meliaceae (*Hypsipyla grandella*). (Agudelo 2010).

Aunque el barrenador de las meliaceae constituye un serio problema en el manejo de plantaciones de caoba americana, no parece ser un factor limitante para el establecimiento y manejo de plantaciones de caoba africana. Esta situación evidencia una tendencia actual en algunas partes de las Américas de establecer a escala experimental plantaciones de caoba africana. Zamorano no es la excepción de esta tendencia. En la década del 90, N. Agudelo introdujo a Zamorano la caoba del trópico seco de África, conocida como caoba del Senegal (*Khaya Senegalensis*). La especie se ha adaptado bastante bien a las condiciones climático-edáficas del valle de Zamorano. Sobre esta base, el presente estudio pretende alcanzar los siguientes objetivos:

1.1 OBJETIVO GENERAL

Contribuir a la silvicultura de plantaciones mediante la evaluación del comportamiento de *Khaya senegalensis* en Zamorano.

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Evaluar el comportamiento de *Khaya senegalensis* en el valle del Zamorano, en términos de adaptabilidad, crecimiento y rendimiento.

Comparar tasas de crecimiento para esta especie bajo diferentes condiciones de plantación.

1.3 JUSTIFICACIÓN

Para la América tropical y subtropical Meliaceae constituye la familia más importante desde el punto de vista de producción de maderas de alto valor económico para los mercados internacionales de calidad. Dentro de esta familia la caoba del atlántico (*Swietenia macrophylla*) es, a la fecha, la especie comercial más apetecida en las tierras bajas y de altitud media de estas dos regiones. Ante el elevado valor de su madera y alta demanda local e internacional, la especie es sobreexplotada y subutilizada. Tal situación conducirá en un futuro próximo a un agotamiento casi inminente de las reservas naturales y a una fuerte erosión genética de la especie. A nivel de América Central, la caoba del pacífico (*Swietenia humilis*) lo fue en el pasado y lo es en la actualidad otra fuente de madera de alto valor económico y mercado internacional garantizado. A la fecha, las reservas naturales están prácticamente liquidadas y la especie se enfrenta a una erosión genética sin precedentes.

Para las condiciones de Zamorano la introducción y plantación de *Swietenia macrophylla* a gran escala podría constituir un alto riesgo en términos económicos, dadas las difíciles condiciones climáticas y edáficas. Sobre esta base, *Swietenia humilis*, se convierte en una posible alternativa para el establecimiento de plantaciones operativas o comerciales. Sin embargo, esfuerzos en este sentido realizados por la Escuela en la década del 90, en los sitios Florencia y San Nicolás, fueron bastante desalentadores.

Zamorano ha pretendido desde hace varias décadas conformar un fondo dotal verde a base de plantaciones forestales. En esta línea y ante la experiencia obtenida con *Swietenia humilis*, Zamorano se enfoca a la búsqueda de otras especies productoras de madera de calidad aceptable y reconocida reputación en los mercados internacionales. Con base en estos precedentes se seleccionó la caoba africana de zonas secas (*Khaya senegalensis*) como especie potencial para el establecimiento de plantaciones a escala comercial. Después de 14 años de experimentación con la especie, el presente estudio pretende evaluar el estado de los lotes plantados en función de su adaptabilidad, crecimiento y rendimiento y calidad fenotípica de los árboles.

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 LA FAMILIA MELIACEAE, SU DISTRIBUCIÓN E IMPORTANCIA

Meliaceae es una familia de distribución principalmente pantropical, aunque unas pocas especies se encuentran en las regiones templadas. La familia consta de unos 50 géneros y 550 especies de árboles, en ocasiones gigantescos, arbustos y en menor proporción herbáceas (Maas y Westra, 1998).

En las Américas, las meliáceas se localizan especialmente en las tierras bajas neotropicales. Algunas especies de *Cedrela*, ascienden en el neotrópico, hasta los pisos térmicos fríos montano bajo y montano. La importancia de la familia radica de manera particular en la excelente madera que producen algunas de sus especies. Los géneros madereros más importantes, a escala mundial, son: *Swietenia*, *Cedrela*, *Carapa*, *Guarea*, *Khaya*, *Entandrophragma* y *Toona*. En la América tropical y subtropical los géneros madereros son: *Swietenia* y *Cedrela*, siendo *Swietenia macrophylla* la especie maderera más cotizada en los mercados internacionales de calidad (Agudelo, 2010).

Es del conocimiento general que las caobas americanas pertenecen todas al género *Swietenia*. En la banda neotropical las especies de mayor valor económico son: *Swietenia macrophylla*, *Swietenia humilis*, *Swietenia belizensis* y *Swietenia mahagoni*. Las caobas africanas pertenecen al género *Khaya*. Cuyas especies arbóreas productoras de madera comercial son: *Khaya ivorensis*, *Khaya grandifolia*, *Khaya anthoteca* y *Khaya senegalensis* (Lamprecht, 1990).

2.2 *Khaya senegalensis* Juss.

2.2.1 Aspectos fisionómicos de la especie

La caoba de zonas secas (*Khaya senegalensis*) es una especie decidua que alcanza tamaños de mediano a grande. Cuando las condiciones medioambientales les son favorables los árboles de esta especie alcanzan alturas hasta de 35 m y dap de 100 cm. En sitios secos los individuos no superan los 15 ó 20 m de altura.

El fenotipo del árbol, en especial la forma del fuste, está influenciado en gran medida por la calidad del sitio. En general los fustes son cortos, retorcidos en algunos casos, las ramas son gruesas y comienzan a baja altura. La corteza es gris, agrietada y con presencia de manchas más claras a manera de salpicaduras. Las hojas son paripinadas, alternas, con tres a seis pares de folíolos. El haz es de color verde brillante y el envés es gris (Lamprecht, 1990). Las flores son blancas, pequeñas dispuestas en panículas axilares. Los frutos son cápsulas dehiscentes y de forma aproximadamente redondeada. Las cápsulas cuando maduran son de color casi negro y se abren por sus cuatro válvulas para liberar unas 15 semillas planas, aladas de color marrón brillante (Lamprecht, 1990; Bokketijn, 2000).

2.2.2 Distribución natural

Khaya senegalensis se distribuye en África desde el Océano Atlántico hasta el Océano Índico, esta distribución natural comprende países tales como: Malí, Senegal, Norte de Camerún y Uganda (Lamprecht, 1990; Bokketijn, 2000). Latitudinalmente a la especie se le encuentra entre los 14°N y 14°S (Wadsworth, 2000). En términos altitudinales se distribuye desde cerca del nivel del mar hasta aproximadamente los 1,800 m (Bokketijn, 2000).

2.3 ECOLOGÍA DE LA ESPECIE

2.3.1 Clima

La caoba del Senegal es la especie de *Khaya* más resistente a las sequías. Su distribución en tierras bajas en el continente africano implica que tolera temperaturas medias anuales entre 24.5°C y 31.5°C. En su hábitat natural *K. senegalensis* soporta precipitaciones promedio totales anuales que varían entre 400 y 1,750 mm, con una temporada de sequía que comprende de cuatro a cinco meses. Esta especie en particular está sujeta a las lluvias monzónicas que impactan el centro de África durante el verano y la expone a sequías de manera periódica (Bokketijn y Francis, 2000; Lamprecht, 1990; Wadsworth, 2000).

2.3.2 Zonas de vida

Con base en la información climática se puede deducir que *K. senegalensis* se adapta bien a las zonas de vida de bosque muy seco tropical, bosque seco tropical, bosque seco subtropical y bosque seco premontano tropical, correspondientes a las provincias de humedad semiárido y subhúmedo (Agudelo, 2010).

2.3.3 Topografía y suelos

La especie se desarrolla bien en terrenos con topografía plana y ondulada. Debido a su distribución en zonas secas, *Khaya senegalensis* tiene predilección por sitios húmedos tales como los suelos aluviales y los bosques ribereños. Por tanto, se desarrolla mejor en suelos franco arenosos neutrales, profundos, fértiles y bien drenados. Crece también de manera satisfactoria en suelos lateríticos o relativamente profundos (Bokkestijn y Francis, 2000; Lamprecht, 1990). Se indica además que *Khaya senegalensis* tolera suelos ácidos pobremente drenados (Wadsworth, 2000).

2.4 SILVICULTURA DE LA ESPECIE

2.4.1 Regeneración natural

Khaya senegalensis pertenece al gremio ecológico heliófita y al igual que *Swietenia macrophylla* tolera levemente la sombra en sus estadios juveniles. Sin embargo, reacciona de manera negativa a la competencia de otras especies y de la maleza (Lamprecht, 1990).

En la porción meridional de su hábitat natural, caracterizada por dos periodos lluviosos, la especie fructifica dos veces al año. En el resto de su área de distribución lo hace anualmente. Por lo general, la regeneración natural es abundante pero la sobrevivencia de las plántulas se ve afectada por la sequía o por competencia severa con vegetación herbácea (Lamprecht, 1990; Bokkestijn y Francis, 2000). Bajo condiciones naturales las semillas pueden dispersarse por acción del viento hasta una distancia aproximada de 100m, dependiendo de la dirección predominante de éste.

Debido al temperamento heliófita de la especie, la regeneración natural se puede inducir por medio de aperturas del dosel o mediante el uso de incendios controlados. Estas actividades deben realizarse antes de la caída de las semillas. Una vez establecida la regeneración natural es menester garantizar el ingreso de la luz al piso forestal (Bokkestijn y Francis, 2000).

2.4.2 Comportamiento en plantaciones

Los frutos de *Khaya senegalensis* contienen entre 4,500 y 7,000 semillas/kg con un porcentaje de germinación en estado fresco que varía entre el 80 y 90%. La viabilidad de la semilla decrece rápidamente con el tiempo. La especie se utiliza para el establecimiento de plantaciones puras o para el enriquecimiento de bosques de sabana. No parece ser recomendable la plantación en bloques puros por la posibilidad de ataques del barrenador de las Melaceae (*Hypsipyla*) spp. (Lamprecht, 1990).

La producción de plántulas de caoba del Senegal es una empresa relativamente sencilla. La mejor forma de obtener plántulas es mediante el uso de contenedores (Bokkestijn y Francis, 2000). A nivel de plantaciones el control de malezas es necesario durante los dos primeros

años de establecimiento, debido a que las plantaciones jóvenes son susceptibles al efecto del fuego y al ramoneo (Lamprecht, 1990).

La reproducción vegetativa mediante manejo de rebrotes es una buena opción en el manejo de plantaciones, ya que la especie rebrota bien de cepa. La propagación de la especie por medio de estacas o cultivo de tejidos podrían ser opciones viables a corto plazo (Agudelo, 2010).

2.4.3 Plagas y enfermedades

En su área de distribución natural *Khaya.senegalensis* puede ser atacada de manera severa por *Hypsipyla robusta* a nivel de los vástagos o yemas terminales. Sobre esta base, plantaciones densas podrían ser un fracaso. En África la especie parece ser más resistente al ataque del barrenador de las Meliaceae si se le compara con otras especies de *Khaya*. Fuera de su ambiente natural la especie no presenta problema alguno con respecto al barrenador y se reporta como resistente a *Hypsipyla grandella*, el barrenador de las caobas y cedros americanos (Bokkestijn y Francis, 2000).

Khaya senegalensis es ya resistente o por lo menos parece ser un poco más resistente que las otras especies de *Khaya* a las termitas. En Sudán una bacteria (*Xanthomonas khayae*), produce en los árboles manchas foliares ásperas y costrosas y úlceras nudosas en el tronco. Los árboles viejos son resistentes a los incendios, pero las plántulas son altamente susceptibles a los mismos.

2.4.4 Crecimiento y rendimiento

En estado maduro *Khaya.senegalensis* puede alcanzar alturas entre 15 y 40 m, pero no excede por lo general los 24 m. El dap en este estado puede ser del orden de 1.5m. Como a medida que envejece la especie desarrolla una copa pesada y ramosa, los fustes limpios de 6m son poco comunes. En su ambiente natural y a nivel de bosques ribereños se pueden encontrar fustes de 12 a 15 m (Bokkestijn y Francis, 2000).

Plantaciones de caoba del Senegal establecidas en Sudáfrica en sitios con 1,300mm de precipitación anual reportan a la edad de 22 años, incrementos medios anuales en alturas (IMA) del orden de 0.37 m/año y en dap de 0.53 cm/año. En estaciones bajo riego en Mali, Níger y Senegal, *Khaya.senegalensis* ha mostrado crecimientos de 1.5 m en altura/año (Bokkestijn y Francis, 2000). Wadsworth (2,000) indica que esta especie a la edad de tres años presenta IMA en altura de 1.7 m/año y a la edad de 25 años de 1m en altura/año.

Lamprecht (1990) manifiesta que la especie crece durante los primeros 10 años entre 1.2 y 1.5 m en altura/año y que a partir de esta edad se reduce rápidamente el crecimiento. Este mismo autor expresa que en Java, Asia a los 20 años la caoba alcanzó 21 m de altura y a los 90 años 100 cm de dap. Pequeños lotes plantados con caoba del Senegal en seis ecosistemas de la región centroamericana muestran que entre los dos y cuatro años de edad el IMA en altura varía entre 1.2 m/año en la Masica, Honduras 2.4 m/año en Nicaragua. El IMA en dap oscila entre 1.47 cm/año en la Masica y 3.25 cm/año en Nicaragua (Cartagena,

et al, a.f). Desafortunadamente se desconoce la información climática de los sitios de plantación.

2.4.5 Propiedades y usos de la madera

La densidad de la madera de *Khaya senegalensis* varia entre 0.60 y 0.85 g/cm³. La albura es de color moreno claro rosáceo y el duramen de un rojo marrón oscuro bastante atractivo. Con respecto a otras especies de *Khaya*, la madera de esta especie es de textura fina y es mucho más dura y pesada. Es también de alta durabilidad natural, fácil de trabajar con vetado hermoso (Lamprecht, 1990; Bokkestijn, 2000). En su ambiente natural se utiliza para la construcción de muebles, acabados de interiores decorativos, traviesas de ferrocarril, pisos, artículos torneados, pulpa y combustible (valor calorífico= 19.998 kJ/kg) (Lamprecht, 1990; Bokkestijn, 2000; Wadsworth, 2000).

En épocas secas y ante la escasez de alimento las hojas se utilizan como forraje para el ganado. En el oeste de África es una importante especie de ornato. La corteza, hojas, semillas y raíces son empleadas para diferentes fines medicinales, tales como tratamiento de la fiebre y lepra, entre otros. Las raíces se usan además en artes mágicas (Lamprecht, 1990; Bokkestijn, 2000).

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 DESCRIPCIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO

3.1.1 Ubicación geográfica y política

El estudio se realizó en las plantaciones de *Khaya senegalensis* 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.

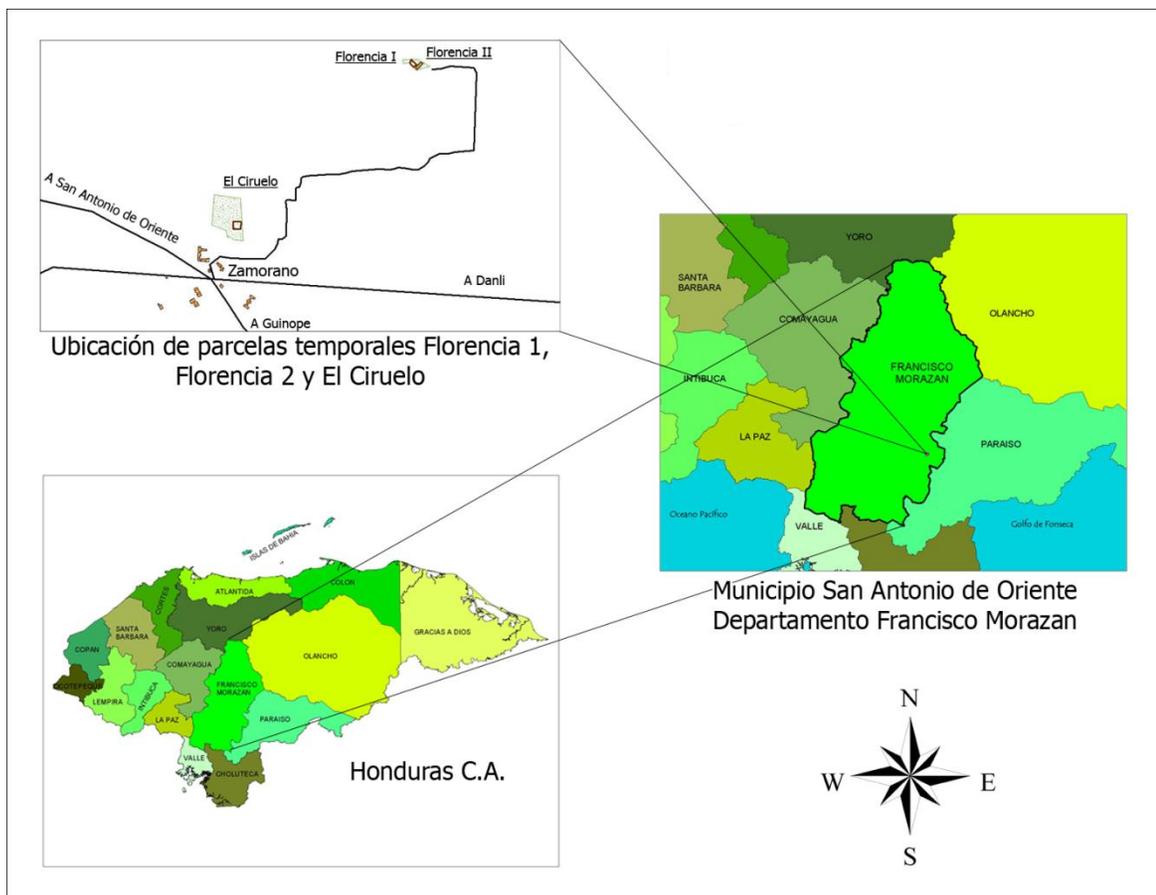


Figura 1. Ubicación geográfica de las parcelas de estudio de *Khaya senegalensis* Zamorano, Honduras, 2010.

Fuente: Elaboración propia.

3.1.2 Aspectos físicos

- **Geología y suelos**

Geomorfológicamente los suelos ocupados con caoba del Senegal corresponden a terrazas medias, tienen un epipedón ocrico y un endopedón argílico (Cuadro1) Pertenecen al subgrupo Lithic Haplustalf, a la familia franco grueso y tienen una clase por aptitud III Velásquez, 2007.

Cuadro 1. Características morfológicas y físicas de los suelos de Florencia, Zamorano, Honduras, 2010.

Calicata	Ho	Prof	Color	Moteos		Textura	Pedreg			Estructura		Consistencia		RP (Kg/c m ²)	Porosidad			Raíces		Límit e				
				Color	%		tam	%	tipo	clas e	grad o	hum	moj		tipo	clase	contin	Frec	tam	Cant	tipo	nitidez		
	AP	0-33	5 YR 2,5/2			FA								0,85	t	m	c	f	tt		P		o	c
	Bw	33- 64	7,5YR 5/6			FA	m,f	p	g					0,4	t	m	c	f			A		p	a
10															v	f	n c	f						
	Bw	64- 2 80x	5YR5/ 4			FA																		

Observaciones: profundidad efectiva limitada por piedra. Alto contenido de gravilla en ambos horizontes

Símbolos: **Ho:** horizonte. **Prof:** profundidad. **Textura:** A: arenoso, AF: arena franca, FA: franco arenoso, F: franco, FArA: franco arcillo arenoso, FL: franco limoso, FArL: franco arcillo limoso, ArA: arcillo arenoso, FAr: franco arcilloso, Ar: arcilloso. **Pedreg:** pedregosidad, tam: tamaño, tt: todos los tamaños, mg: muy gruesa, 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 gruesa, 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; moj: 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: caóticos; clase: tt: todo tamaño, mg: muy gruesos, g: gruesos, m: mediano, f: finos, mf: muy finos; contin: continuidad, c: conectados, nc: no conectados; frec: frecuencia, p: pocos, f: frecuentes, m: muchos. **Raíces:** tam: tamaño, tt: todos los tamaños, mg: muy gruesa, 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

Las propiedades químicas de los dos primeros horizontes de estos suelos se ilustran en el Cuadro 2

Cuadro 2. Propiedades químicas del primer y segundo horizonte de los suelos de Florencia, Zamorano, Honduras, 2010.

Calicata	Ho	Ph	%				mg/kg (extractable)					cmol/Kg				cmol/Kg				PSI			
			MO	Arena	Limo	Arcilla	P	K	Ca	Mg	Na	H	Al	K	Ca	Mg	Na	CICe	CIC Ar		SB	SK	Sca
10	Ap	5,69	2,47	58	24	18	2,34	168	740	140	165	1,5	0,43	3,7	1,17	0,72	7,515	41,75	80	5,7	49	16	10
	Bw	6,11	0,39	64	20	16	1,24	104	560	120	175	1	0,27	2,8	1	0,76	5,828	36,42	82,8	4,6	48	17	13

Símbolos: **CICe**: capacidad de intercambio catiónica efectiva, **CIC Ar**: capacidad de intercambio catiónica de la arcilla. **SB**: saturación de bases, **SK**: saturación de potasio. **SCa**: saturación de calcio. **SMg**: saturación de magnesio. **PSI**: saturación de sodio.

Fuente: Velásquez, 2007.

Los sitios con *Khaya senegalensis* pertenecen a la clase de Florencia suelo por aptitud de uso III. A partir de las clases se definieron subclases con base en los siguientes criterios limitantes: profundidad efectiva (pe), textura del suelo y subsuelo (t) y pedregosidad (p). (Cuadro 3).

Cuadro 3. Subclases por aptitud de uso de los suelos de Florencia, en Zamorano.

Clase	Subclase	Descripción
III	III _t	Suelos limitados por la presencia de texturas finas superficial y subsuperficialmente. Estos suelos se encuentran en pendientes planas (0-3%), profundidad entre 60 y 90 cm y pueden presentar pedregosidad de 5-10%.
	III _{pe,p}	La principal limitante de estos suelos es la presencia de horizontes continuos de roca entre 60-90 cm, lo cual limita la profundidad efectiva. Estos suelos se encuentran en pendientes entre 0-7% y predominan las texturas francas y franco arenosas.

Fuente: Velásquez, 2007.

- **Clima y ecología**

La elevación de los sitios de plantación oscila entre los 760 y los 780 msnm, tienen una temperatura media anual de 23.5°C y una precipitación promedio total anual de 1,091 mm para 67 años de registro (1942-2009), con un periodo de sequía que abarca de seis a siete meses. Con base en el Sistema de Clasificación de Zonas de Vida de Holdridge, los sitios de plantación están en el bosque seco tropical, transición a subtropical (Agudelo, 2010)

3.2 METODOLOGÍA DE LEVANTAMIENTO

Levantamiento de mapas planimétricos de los diferentes sitios plantados en Zamorano, con el uso de aparato receptor de GPS. Para sitios con plantaciones de esta especie fuera de Zamorano no se levantaron mapas pero sí se evaluaron variables de crecimiento por medio de parcelas temporales.

Establecimiento de parcelas temporales dentro de cada sitio 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 la ayuda de un GPS. Las parcelas temporales fueron de forma rectangular o cuadrada dependiendo del tamaño y forma de cada bloque. Para el levantamiento de cada parcela se utilizó una brújula, marca Suunto, o plancheta y cintas métricas o teodolito y cinta.

Medición de variables de crecimiento. Para ello se utilizaron aparatos ópticos, varas telescópicas, cintas métricas y diamétricas.

Ubicación de los diferentes lotes plantados en los mapas correspondientes al estudio semidetallado de los suelos de la parte plana de la Escuela agrícola Panamericana.

3.3 METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN

Las variables que se midieron y calcularon en cada árbol dentro de cada parcela temporal fueron:

Diámetro a la altura del pecho (dap) y diámetro comercial

Para medir estos diámetros se utilizaron cintas diamétricas ó forcípulas y se aplicó para las mediciones las normas de la FAO.

Altura total y comercial

Para la medición de las alturas de los árboles de gran tamaño se emplearon aparatos ópticos (clinómetros) y para individuos pequeños se utilizó la vara telescópica. Con base en la altura total y comercial se estimaron los volúmenes reales de los árboles a estas alturas. Para ello se midió el diámetro con corteza a distancias de 2m 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 a nivel de cada parcela osciló entre el cuatro y el 10% de la totalidad de individuos. Con las mediciones obtenidas se determinó el volumen de cada árbol muestreado, con base en los siguientes criterios:

Para el fuste o volumen comercial se empleó la formula de Smalian, cuyo modelo es:

$$V1: (A1+A2)/2 \times L \quad [1]$$

Donde:

V1= volumen del trozo de 2m 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 la porción restante del árbol o punta se aplica la fórmula del cono, la que obedece a la forma:

$$V2= 1/3 \text{ An} \times \text{Lc} \quad [2]$$

Donde:

V2= volumen del cono, en m³

An= Área de la sección transversal en la base del cono, en m²

Lc= Longitud o altura del cono en metro

Por tanto el volumen total de un árbol es igual a la suma de los dos volúmenes:

$$V_t = V_1 + V_2 \quad [3]$$

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 forma:

$$g = 0.7854 \times \text{dap}^2 \quad [4]$$

Donde:

g= área basimétrica en m²/árbol

0.7854 se obtiene de dividir $\pi/4$

El área basal se determinó aplicando el siguiente modelo matemático:

$$G = \sum g \text{ en } 1.0 \text{ ha, en m}^2/\text{ha.} \quad [5]$$

Con fundamento en el dap y en el volumen real del árbol se determinó el factor de forma d, usando el siguiente modelo:

$$FF = V_r / V_c \quad [6]$$

Donde:

FF= factor de forma del árbol 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:

$$V_c = A * L \quad [7]$$

Donde:

A= área de la sección transversal del tronco a la altura del dap, obtenida por medio de la fórmula del círculo, en m²

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 forma:

$$\text{IMA} = \frac{\text{Tamaño promedio alcanzado en el dap o altura a una edad determinada}}{\text{Edad correspondiente}} \quad [8]$$

Edad correspondiente

Con base en el estudio semidetallado de suelos se procedió a la clasificación taxonómica de los mismos, de cada lote plantado. Se clasificaron también los suelos por aptitud de uso.

4. RESULTADOS

4.1 PLANTACIONES EN ZAMORANO DE *K. SENEGALENSIS*

La Escuela Agrícola Panamericana tiene a la fecha tres pequeños lotes plantados con *Khaya senegalensis*, dos en el Sitio Florencia y uno en El Ciruelo. La superficie de estos bloques varía de 0.23 a 4.20 ha (Cuadro 4).

Cuadro 4. Lotes plantados con *khaya.senegalensis* en terrenos de la Escuela Agrícola Panamericana, por sitio, superficie, y procedencia de la semilla, Honduras, 2010.

Sitio	Superficie (ha)	Edad de la plantación (años)	Procedencia de la semilla
Florencia 1	0.23	14	Bambey , Senegal África
Florencia 2	0.30	13	Burkina Faso y Senegal África
El Ciruelo	4.20	12	Burkina Faso y Senegal África
Total	4.73		

Fuente: Coronado, 2000.
Agudelo, 2010.

4.2 VARIABLES DASOMÉTRICAS DE LOS LOTES PLANTADOS

Los valores de las variables dasométricas de los árboles plantados en los diferentes bloques se presentan por parcela y por sitio. En el sitio Florencia existen dos parcelas adyacentes pero de diferentes edades. En este caso la parcela 1 del sitio Florencia corresponde a la plantación de mayor edad y la parcela 2 a la más joven. En el sitio conocido como El Ciruelo hay únicamente un lote plantado y por lo tanto sólo contiene una parcela temporal. Para la Parcela 1 del Sitio Florencia se muestra la información dasométrica completa, debido a que el lote es pequeño y la parcela de evaluación sólo contiene 67 árboles. Para la Parcela 2 del Sitio Florencia y para la parcela instalada en El Ciruelo, se dan a conocer cifras promedio de las variables dasométricas. La información detallada de las variables para estas parcelas se ilustra a nivel de anexos.

4.2.1 Variables dasométricas correspondientes a la Parcela 1. Sitio Florencia.

En la parcela 1 del Sitio Florencia (Figura 2), con un tamaño de 16x50 m (800 m²) se evaluó un total de 67 árboles. El dap promedio fue de 13.74cm, el área basimétrica promedio fue de 1.051m³/árbol y el área basal de 12.9375 m³/ha (Cuadro 5).

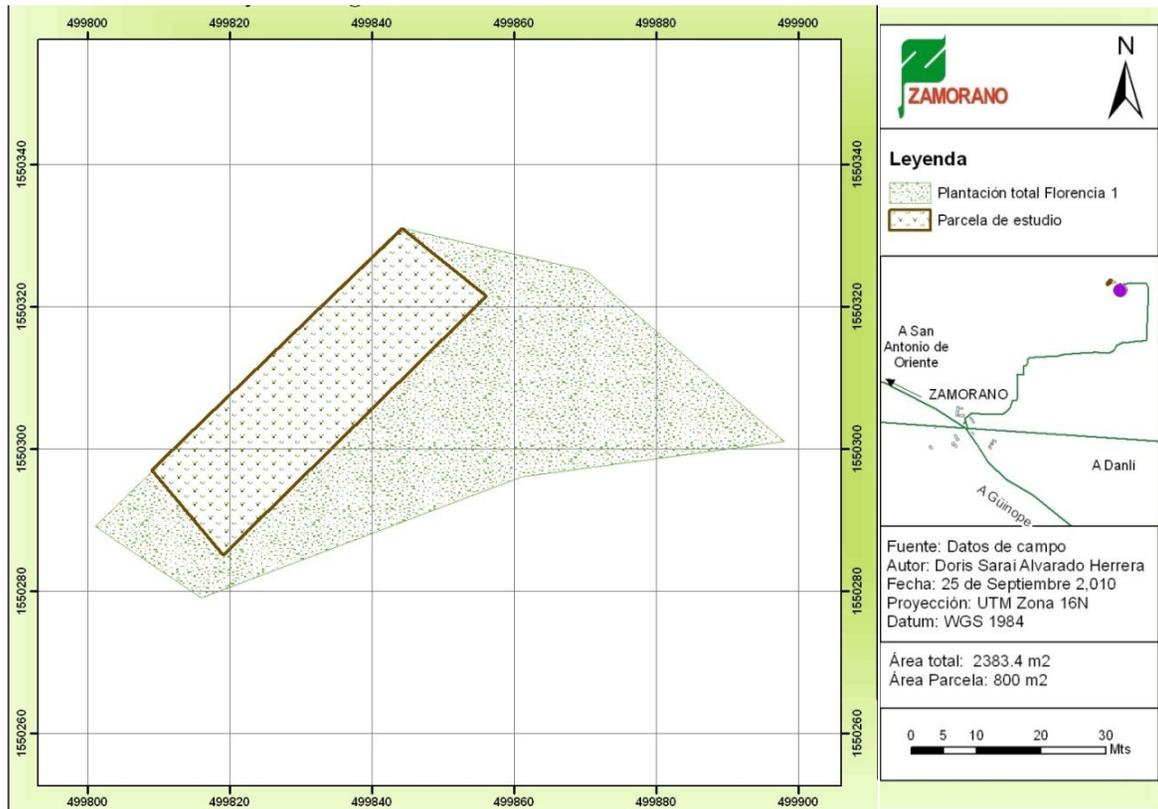


Figura 2. Mapa planimétrico y parcela temporal 1, Sitio Florencia. Plantación *Khaya senegalensis*. En Zamorano, Honduras, 2010.

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 5 Diámetro a la altura del pecho (dap), diámetro basal (dbasal), área basimétrica (g) área basal (G) para *khaya senegalensis*. Parcela 1. Sitio Florencia,Zamorano, Honduras, 2010.

árbol	Dap (cm)	dbasal (cm)	g (m ² /árbol)	G(m ² /ha)
1	14.7	22.0	0.017	12.9375
2	16.3	26.7	0.021	
3	13.5	18.5	0.014	
4	10.7	17.8	0.009	
5	13.0	18.2	0.013	
6	15.9	23.0	0.020	
7	12.0	16.0	0.011	
8	19.2	23.8	0.029	
9	20.0	28.0	0.031	
10	20.2	32.5	0.032	
11	17.0	25.0	0.023	
12	13.0	16.3	0.013	
13	14.2	27.0	0.016	
14	13.9	20.2	0.015	
15	15.0	21.5	0.018	
16	13.1	20.5	0.013	
17	16.0	23.9	0.020	
18	15.0	22.5	0.018	
19	17.0	27.9	0.023	
20	17.0	22.8	0.023	
21	15.5	22.3	0.019	
22	15.5	22.0	0.019	
23	13.2	15.9	0.014	
24	13.6	21.7	0.015	
25	14.8	22.0	0.017	
26	17.9	26.5	0.025	
27	16.3	24.0	0.021	
28	15.6	25.2	0.019	
29	13.0	19.2	0.013	
30	20.0	29.0	0.031	
31	16.6	23.0	0.022	
32	19.5	24.0	0.030	
33	16.2	21.5	0.021	
34	19.0	28.0	0.028	
35	11.2	15.0	0.010	
36	7.00	10.0	0.004	
37	12.0	18.0	0.011	
38	18.2	20.0	0.026	
39	7.90	11.8	0.005	
40	7.50	13.0	0.004	
41	13.6	19.5	0.015	

Cuadro 5 Continuación

42	14.0	19.0	0.015
43	10.8	15.5	0.009
44	11.5	17.0	0.010
45	9.00	12.5	0.006
46	16.0	26.0	0.020
47	14.0	19.0	0.015
48	12.0	18.5	0.011
49	12.0	18.5	0.011
50	15.0	19.0	0.018
51	8.00	13.5	0.005
52	11.5	18.0	0.010
53	14.3	19.5	0.016
54	15.8	21.8	0.020
55	11.0	17.0	0.010
56	14.2	22.0	0.016
57	14.8	19.0	0.017
58	11.0	16.0	0.010
59	11.7	16.7	0.011
60	14.3	19.0	0.016
61	11.0	17.0	0.010
62	11.5	16.0	0.010
63	9.80	15.0	0.008
64	8.00	15.0	0.005
65	14.4	18.0	0.016
66	5.50	12.0	0.002
67	8.50	14.0	0.006
Promedio	13.74		1.051

Fuente: Elaboración propia

Tamaño parcela: 16 x 50 m (800 m²)

Número de árboles /ha (N): 838 árboles/ha

Vol. total /ha: 74.97 m³/ha

Vol. comer/ha: 34.40 m³/ha

En esta parcela al 8% de los árboles dominantes y codominantes, se le determinó el volumen real. Los diámetros a la altura del pecho (el mínimo medido fue de 14.7 cm y el máximo de 20.2 cm) y basal (mínimo 22cm y máximo 32.5cm); la altura comercial (mínima 3.37m y máxima 5m) y total (mínimo 7.64m y máximo 9.73m) y los diámetros a distancias estándar de 2m (Cuadro 6). El volumen real mínimo medido fue de 0.097m³ y el máximo de 0.219m³, mientras que el volumen mínimo del cilindro fue de 0.146m³ y el máximo de 0.282m³. El factor de forma promedio de 0.73 (Cuadro 7).

Cuadro 6 . Diámetro a la altura del pecho (dap), diámetro basal (dbasal), altura comercial (hc), altura total (ht) y diámetros a longitud estándar de 2m. Parcela 1, Sitio Florencia, Zamorano, Honduras, 2010.

árbol	Dap (cm)	dbasal (cm)	hc (m)	ht (m)	d1 (cm)	d2 (cm)	d3 (cm)
1	14.7	22.0	4.30	8.93	22.0	14.2	12.0
2	16.3	26.7	3.54	7.64	26.7	17.0	15.5
3	19.2	23.8	5.00	9.73	23.8	18.5	16.0
4	20.2	32.5	3.71	7.85	32.5	22.0	18.5
5	15.5	22.3	3.37	7.76	22.3	15.0	13.8
Promedio	17.18	25.46	3.98	8.38			

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 7 Volumen por secciones (Vn), volumen real (Vr), volumen del cilindro (Vcil) y factor de forma (FF), para árboles dominantes y codominantes de *k.senegalensis*. Parcela 1. Sitio Florencia, Zamorano, Honduras, 2010.

árbol	vol. 1 (m ³)	vol.2 (m ³)	vol. 3 (m ³)	vol. real/árbol (m ³)	Vol. cilindro (m ³)	FF
1	0.054	0.027	0.016	0.097	0.152	0.64
2	0.079	0.042	0.023	0.143	0.159	0.90
3	0.071	0.047	0.029	0.147	0.282	0.52
4	0.121	0.065	0.033	0.219	0.252	0.87
5	0.057	0.033	0.020	0.109	0.146	0.74
Promedio				0.143		0.73

Fuente: Elaboración propia

Los árboles dominantes y codominantes de mejor forma de esta parcela tuvieron un volumen real promedio de 0.143 m³ y un factor de forma promedio de 0.73 (Cuadro 7).

El volumen total de los árboles de *Khaya senegalensis* del bloque 1 de Florencia fue de 74.97 m³/ha. Así mismo, el volumen comercial para la especie en este sitio fue de 34.40 m³/ha (Cuadro 8).

Cuadro 8 Altura total (ht), altura comercial (hc), volumen total (Vt) y volumen comercial (Vc) para *k.senegalensis*. Parcela1, Sitio Florencia, Zamorano, Honduras, 2010.

Árbol	ht (m)	Hc (m)	Vt (m ³)	Vc (m ³)
1	8.93	4.30	0.112	0.054
2	7.64	3.54	0.118	0.055
3	7.06	3.91	0.075	0.041
4	4.52	4.21	0.030	0.028
5	7.53	2.98	0.074	0.029
6	8.70	3.43	0.128	0.050
7	10.31	3.28	0.086	0.027
8	9.73	5.00	0.208	0.107
9	10.65	4.42	0.248	0.103
10	7.85	3.71	0.186	0.088
11	6.60	2.46	0.111	0.041
12	7.91	3.73	0.078	0.037
13	8.15	3.32	0.096	0.039
14	8.21	2.55	0.092	0.029
15	6.94	3.59	0.091	0.047
16	10.14	3.57	0.101	0.036
17	7.85	3.17	0.117	0.047
18	7.98	2.07	0.104	0.027
19	6.95	2.36	0.117	0.040
20	7.58	2.42	0.127	0.041
21	7.76	3.37	0.108	0.047
22	6.47	3.65	0.090	0.051
23	8.08	3.52	0.082	0.036
24	9.76	2.75	0.105	0.030
25	8.3	3.05	0.106	0.039
26	9.93	2.46	0.185	0.046
27	8.35	2.93	0.129	0.045
28	9.63	3.72	0.136	0.053
29	8.10	3.54	0.080	0.035
30	8.12	3.80	0.189	0.088
31	4.30	4.81	0.069	0.077
32	6.65	3.99	0.147	0.088
33	10.66	3.29	0.163	0.050
34	9.26	2.23	0.194	0.047
35	8.95	2.75	0.065	0.020
37	8.70	3.55	0.073	0.030
38	8.39	2.47	0.162	0.048
39	3.70	4.54	0.013	0.016
40	10.66	3.77	0.035	0.012
41	6.09	4.12	0.065	0.044
42	9.12	4.85	0.104	0.055

Cuadro 8. Continuación

43	6.69	3.00	0.045	0.020
44	7.94	3.39	0.061	0.026
45	5.01	3.31	0.024	0.016
46	4.85	4.64	0.072	0.069
47	6.69	5.02	0.076	0.057
48	6.77	3.22	0.057	0.027
49	8.00	3.20	0.067	0.027
50	4.95	3.72	0.065	0.049
51	7.26	4.34	0.027	0.016
52	7.92	5.00	0.061	0.038
53	6.64	4.37	0.079	0.052
54	6.09	3.48	0.088	0.050
55	6.40	2.51	0.045	0.018
56	7.40	4.72	0.087	0.055
57	6.20	2.04	0.079	0.026
58	4.12	3.92	0.029	0.028
59	5.48	3.07	0.044	0.024
60	6.63	4.30	0.079	0.051
61	6.86	2.72	0.048	0.019
62	8.42	4.29	0.065	0.033
63	8.48	4.33	0.047	0.024
64	5.60	3.28	0.021	0.012
65	6.45	4.90	0.078	0.059
66	4.47	3.35	0.008	0.006
67	5.90	3.23	0.025	0.014
Promedio	7.53	3.56	0.089	0.041

Fuente: Elaboración propia

4.2.2 Variables dasométricas correspondientes a la Parcela 2. Sitio, Florencia

En el lote 2 del Sitio Florencia (Figura 3) se instaló una parcela de 16x60m (960m²), encontrándose en ella 165 árboles. Por tanto, el número de árboles/ha es de 1,719. Las variables dasométricas de dap, diámetro basal, área basimétrica y área basal se presentan en el Anexo 1. Con base en este anexo el dap mínimo medido fue de 6 cm y el máximo de 20.5 cm; la altura total mínima fue de 4.12 m y la máxima de 9.32 m; la altura comercial mínima fue de 1.5 m y la máxima de 5.63 m (Cuadro 9).

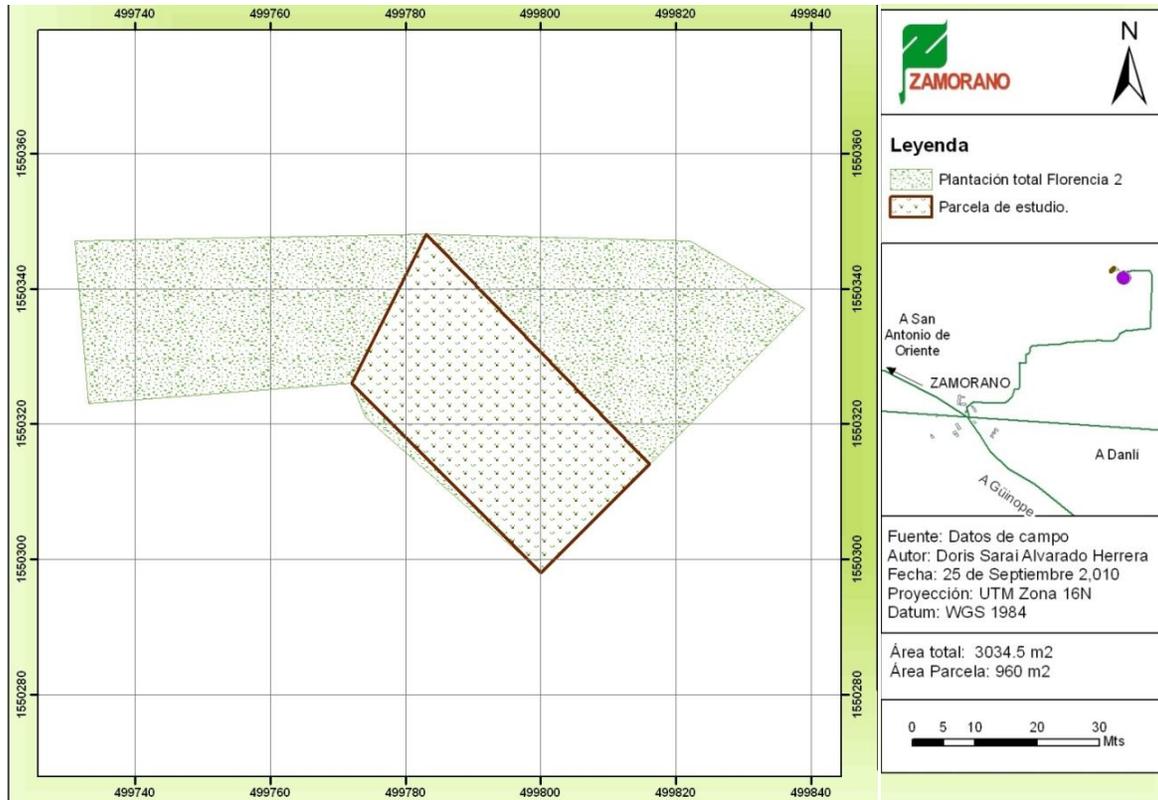


Figura 3. Mapa planimétrico y parcela temporal 2, Sitio Florencia. Plantación *Khaya senegalensis*. Zamorano, Honduras, 2010.

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 9. Diámetro a la altura del pecho, (dap), altura total (ht) y altura comercial (hc), por tamaños para *k.senegalensis* en terrenos de Zamorano. Parcela 2, Sitio Florencia, Zamorano, Honduras, 2010.

Tamaño	dap (cm)	ht (m)	Hc (m)
Mínimo	6.00	4.12	1.5
Máximo	20.5	9.32	5.63
Promedio	13.0	6.83	3.18

Fuente: Elaboración propia

En esta parcela se muestreó el 4% de la población correspondiente a siete árboles dominantes y codominantes de mejor fenotipo. A estos individuos se les determinó el volumen real. El dap mínimo medido fue de 14 cm y el máximo de 22 cm; el diámetro basal mínimo fue de 15 cm y el máximo de 21.5cm; la altura comercial mínima fue de 3.40 m y la máxima de 4.81 m; la altura total mínima fue de 6.20m y la máxima de 9.32 m (Cuadro 10).

Cuadro 10. Diámetro a la altura del pecho (dap), diámetro basal (dbasal), altura comercial (hc), altura total (ht) y diámetros a longitud estándar de 2m Parcela 2, Sitio Florencia.

Árbol	dap (cm)	dbasal (cm)	Hc (m)	ht (m)	d1 (cm)	d2 (cm)	d3 (cm)
1	14.5	18.2	4.81	8.00	14.2	13.0	12.0
2	16.0	18.0	3.94	8.64	16.0	15.3	14.8
3	22.0	16.0	4.33	9.32	22.0	15.0	12.0
4	16.5	20.0	4.67	7.86	20.0	14.1	13.0
5	16.8	21.5	4.32	6.20	21.5	15.2	16.7
6	14.0	15.0	3.74	6.94	15.0	13.0	13.0
7	15.0	17.5	3.40	8.46	17.5	14.2	16.0
Promedio	16.4		4.2	7.92			

Fuente: Elaboración propia

En la parcela 2 del Sitio Florencia los árboles dominantes y codominantes tienen un dap promedio de 16.4 cm, una altura total promedio de 7,92 m y una altura comercial promedio de 4.2 m. (Cuadro 10).

Cuadro 11. Volumen por secciones (Vn), volumen real (Vr), volumen del cilindro (Vcil) y factor de forma (FF), para árboles dominantes y codominantes de *Khaya.senegalensis*. Parcela 2. Sitio Florencia, Zamorano, Honduras, 2010.

Árbol	Vol. 1 (m ³)	Vol. 2 (m ³)	Vol.3 (m ³)	volumen real (m ³)	volumen del cilindro (m ³)	Factor Forma
1	0.039	0.021	0.011	0.071	0.132	0.54
2	0.044	0.028	0.024	0.096	0.174	0.56
3	0.056	0.029	0.017	0.102	0.187	0.54
4	0.047	0.029	0.013	0.089	0.168	0.53
5	0.054	0.040	0.012	0.107	0.137	0.78
6	0.031	0.021	0.013	0.064	0.107	0.60
7	0.040	0.029	0.031	0.099	0.150	0.66
Promedio				0.09		0.60

Fuente: Elaboración propia

Los árboles más altos y de mejor forma de la parcela 2 del Sitio Florencia tuvieron un volumen real promedio por individuo de 0.09 m³ y un factor de forma promedio de 0.6 (Cuadro 11). El volumen total promedio fue de 0.057 m³ y el volumen comercial promedio fue de 0.026 m³(Cuadro 12).

Cuadro 12. Altura total promedio (ht), altura comercial promedio (hc), volumen total Promedio (Vt) y volumen comercial promedio (Vc) para *k.senegalensis*. Parcela 2. Sitio Florencia, Honduras, 2010.

ht (m)	hc (m)	Vt (m^3)	Vc (m^3)
6.83	3.18	0.057	0.026

Fuente: Elaboración propia

En esta parcela se muestreo el 4 % de los individuos correspondientes a siete árboles dominantes y codominantes de mejor fenotipo. La altura total promedio fue de 6.83 m y la altura comercial promedio de 3.18 m, con un volumen total promedio de 0.057 m^3 y con un volumen comercial promedio de 0.026 m^3 .

4.2.3 Variables dasométricas correspondientes a la parcela del sitio El Ciruelo.

En el Sitio El Ciruelo (Figura 4) se instaló una parcela de 50x50 m (2,500 m^2), encontrándose en ella 264 árboles. Por tanto, el número de árboles/ha es de 1,064. Las variables dasométricas de dap, diámetro basal, área basimétrica y área basal se presentan en el Anexo 3. Los datos de este anexo indican que para un total de 1,719 individuos el diámetro mínimo medido fue de 4 cm y el máximo de 26 cm; la altura total mínima fue de 4.23m y la máxima de 12.2 m; la altura comercial mínima fue de 1.97m y la máxima de 5.9m (Cuadro 13).

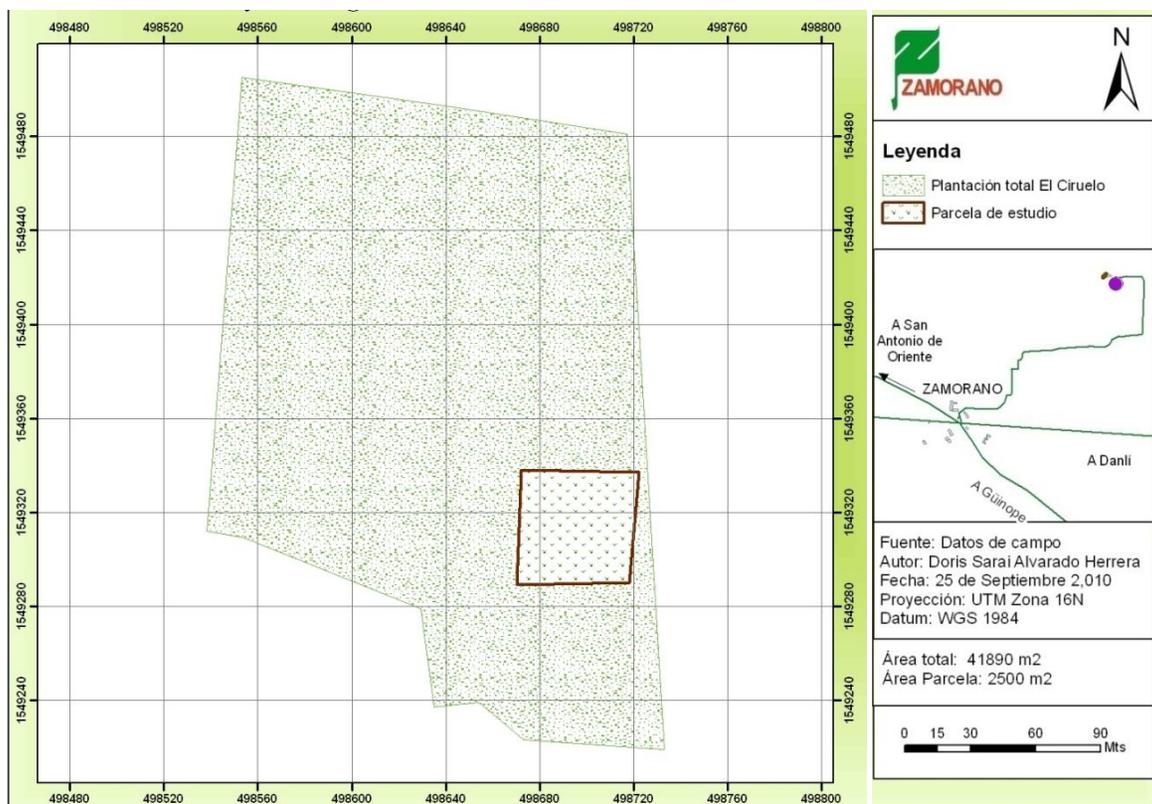


Figura 4. Mapa planimétrico y parcela temporal, Sitio El Ciruelo. Plantación *Khaya senegalensis*. Zamorano, Honduras, 2010.

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 13. Diámetro a la altura del pecho (dap), altura total (ht) y altura comercial (hc) para *Khaya senegalensis* en terrenos de Zamorano. Sitio El Ciruelo, Honduras, 2010.

Tamaño	Dap (cm)	ht (m)	Hc (m)
Mínimo	4.00	4.23	1.97
Maximo	26.00	12.2	5.9
Promedio	13.5	7.5	3.5

Fuente: Elaboración propia

En esta parcela se muestreó el 4% de la población correspondiente a 10 árboles dominantes y codominantes de mejor fenotipo. A estos individuos se les determinó el volumen real. El dap mínimo medido fue de 17cm y el máximo de 26 cm; el diámetro basal mínimo fue de 25.5 cm y el máximo de 40 cm; la altura comercial fue de 2.32 m y la máxima de 3.38 m; la altura total mínima fue de 6.68 m y la máxima de 9.74 m (Cuadro 14).

Cuadro 14. Diámetro a la altura del pecho (dap), diámetro basal (dbasal), altura comercial (hc), altura total (ht) y diámetros a longitud estándar de 2m. Sitio El Ciruelo, Zamorano, Honduras, 2010.

árbol	dap (cm)	dbasal (cm)	Hc (m)	ht (m)	d1 (cm)	d2 (cm)	d3 (cm)
1	17.0	29.0	4.50	7.71	29.0	19.5	16.5
2	26.0	37.5	2.49	9.74	37.5	19.0	16.0
3	22.2	40.0	2.94	8.34	40.0	19.3	17.2
4	19.0	27.0	3.38	6.68	27.0	18.2	15.0
5	18.6	26.0	5.31	9.04	26.0	17.0	18.0
6	19.0	26.5	2.47	9.10	26.5	16.0	16.8
7	18.0	26.5	2.32	6.58	26.5	16.0	13.0
8	24.0	37.5	2.70	8.64	37.5	18.0	13.0
9	19.0	25.5	3.16	8.46	25.5	18.6	13.5
10	22.0	32.0	3.01	7.09	32.0	17.2	15.5
Promedio	20.48		3.23	8.14			

Fuente: Elaboración propia

Tamaño parcela: 2500 metros cuadrados (m²)

Numero de árboles/ha (N) :1,064 árboles/ha

Vol. total /ha: 10.85 m³/ha

Vol. comer/ha: 3.87 m³/ha

En esta parcela los árboles dominantes y codominantes tuvieron un dap promedio de 20.48 cm, una altura total promedio de 8.14m y una altura comercial promedio de 3.23 m (Cuadro 14). El volumen real mínimo fue de 0.13 m³ y el máximo de 0.25 m³; el volumen mínimo fue de 0.17 m³ y el máximo de 0.52 m³; el factor de forma promedio fue de 0.65 (Cuadro 15).

Cuadro 15. Volumen por secciones (Vn), volumen real (Vr), volumen del cilindro (Vcil) y factor De forma (FF), para árboles dominantes y codominantes de *K.senegalensis*. Sitio El Ciruelo, Zamorano, Honduras, 2010.

árbol	vol. 1 (m ³)	Vol. 2 (m ³)	vol. 3 (m ³)	volumen real (m ³)	volumen cilindro (m ³)	del Factor Forma
1	0.10	0.0512	0.0206	0.17	0.18	0.96
2	0.08	0.0485	0.0437	0.17	0.52	0.34
3	0.15	0.0525	0.0376	0.25	0.32	0.76
4	0.08	0.0437	0.0175	0.14	0.19	0.76
5	0.08	0.0443	0.0285	0.15	0.25	0.60
6	0.08	0.0423	0.0441	0.16	0.26	0.63
7	0.08	0.0334	0.0170	0.13	0.17	0.75
8	0.14	0.0387	0.0237	0.20	0.39	0.51
9	0.08	0.0415	0.0228	0.14	0.24	0.59
10	0.10	0.0421	0.0231	0.17	0.27	0.63
Promedio				0.17		0.65

Fuente: Elaboración propia

Los árboles más altos y de mejor forma de la parcela arrojaron un volumen real promedio por individuo de 0.17 m³ y un factor de forma promedio de 0.65 (Cuadro 15). Con este factor se estimaron los volúmenes total y comercial de todos los individuos (anexo 4). En esta parcela se muestreó el 4% de los individuos correspondiente a los arboles dominantes y codominantes de mejor fenotipo. La altura total promedio fue de 7.48 m y la comercial de 3.48 m; el volumen total promedio fue de 0.97 m³ y el comercial de 0.34 m³ (Cuadro 16).

Cuadro 16. Altura total promedio (ht), altura comercial promedio (hc),volumen total Promedio (Vt) y volumen comercial promedio (Vc) para *k.senegalensis*. Sitio El Ciruelo, Zamorano, Honduras, 2010.

ht promedio (m)	hc promedio (m)	Vt promedio (m ³)	Vc promedio (m ³)
7.48	3.48	0.097	0.034

Fuente: Elaboración propia

Con fundamento en los diámetros y alturas de los árboles plantados en los diferentes sitios se determinó que el IMA en dap promedio fue de 0.98 cm para toda la población y de 1.32 cm para dominantes y codominantes; el IMA en altura promedio para la población total fue de 0.53 m y de 0.6 m para dominantes y codominantes (Cuadro 17).

Cuadro 17. Incrementos medios anuales _ IMA en dap y altura, por sitio y por parcela para *Khaya senegalensis*, Francisco Morazán, Honduras, 2010.

Sitio	Parcela	IMA en dap		IMA en altura	
		Población* total cm/año	Dominantes y codominantes cm/año	Población total m/año	Dominantes y Codominantes m/año
Florencia	1	0.98	1.23	0.54	0.6
	2	0.93	1.17	0.49	0.57
El Ciruelo	1	1.04	1.58	0.58	0.63
Promedio		0.98	1.32	0.53	0.6

* Población total referida a todos los individuos de la parcela de muestreo

4.2.4 Variables dasométricas correspondientes a las plantaciones establecidas en la compañía Azucarera Tres Valles.

La compañía azucarera Tres Valles está enclavada en el valle que se extiende desde Morocelí hasta Cantarranas. Concretamente las plantaciones de *K.senegalensis* están ubicadas cerca a Cantarranas, Municipio de San Juan de Flores, departamento de Francisco Morazán. Los sitios de plantación están a una elevación aproximada de 650 msnm, tienen una temperatura media anual de 28.8°C, una humedad relativa del 79.1% y una precipitación media anual del orden de 750 mm. La precipitación anual se caracteriza por un período de sequía que se extiende de noviembre a abril y una época lluviosa que abarca de mayo a octubre (Escalante, 2,009). Desde el punto de vista ecológico las tierras bajo plantación corresponden al bosque seco subtropical, según el Sistema Holdridge (Agudelo, 2010). A la fecha, la compañía tiene establecidas con *Khaya senegalensis* una superficie de 32ha. La mayor parte de las plantaciones son jóvenes, con edades que varían entre los cinco y siete años.

En estas plantaciones la altura total promedio a los siete años fue de 10.3 m y a los 5 años de 6.2 m; la altura comercial promedio a los siete años fue de 6.2 m (Cuadro 18). El IMA en dap varió entre 2.4 cm/año a los cinco años y 3.4 cm/año a los siete años; el IMA en altura fue de 1.5 m/año en ambas edades (Cuadro 19).

Cuadro 18. Diámetro promedio a la altura del pecho (dap), altura total promedio (ht), altura comercial promedio (hc) de árboles dominantes y codominantes de *Khaya senegalensis*. Compañía azucarera Tres Valles, Francisco Morazán, Honduras, 2010.

Sitio	dap (cm)	altura total (m)	hc (m)
* Lote 21	24.0	10.3	6.20
** El Pedregal	12.2	6.20	

Fuente: Elaboración propia

*Edad= siete años

** Edad = cinco años

Cuadro 19. Incremento medio anual- IMA en dap y altura total para las plantaciones de *Khaya senegalensis* establecidas en la compañía Azucarera Tres Valles, Francisco Morazán, Honduras, 2010.

Sitio	IMA en dap (cm/año)	IMA en altura (m/año)
Lote 21	3.4	1.5
El Pedregal	2.4	1.5

Fuente: Elaboración propia

5. DISCUSIÓN

En los lotes plantados con *Khaya senegalensis* en El Zamorano, el número de árboles/ha varía entre 838 en Florencia 1 a 1,719 en Florencia 2. En el momento de plantación la densidad osciló entre 1,111 y 2,500 árboles/ha, a un espaciamiento de 2 x 2m y de 3 x 3 m. (N. Agudelo, com. pers). A la edad actual de 13 y 14 años esta densidad es excesiva, situación que se ha traducido en un estancamiento en el crecimiento diametral de los árboles. Los valores relativamente altos de área basal, entre 12.4 m²/ha en Florencia 1 y 23.9 en Florencia 2 obedecen al elevado número de individuos por unidad de área y no al diámetro de los mismos. Debido al bajo porte de los árboles en diámetro y altura y a la reducida longitud de los fustes el volumen total/ha es extremadamente bajo en Florencia 2 y El Ciruelo, con cifras de 16.9 m³/ha y 10.9 m³/ha, respectivamente. Este volumen es del orden de 75 m³/ha en Florencia 1, a consecuencia de contener mejores individuos en diámetro y altura. El volumen comercial/ha es prácticamente despreciable en Florencia 2 y El Ciruelo con valores de 7.8 m³/ha y 3.9 m³/ha, respectivamente. Al igual que el volumen total. Florencia 1 contiene el mayor volumen comercial de 34.4 m³/ha debido a podas de formación que se hicieron en el pasado.

Los incrementos que *Khaya senegalensis* presenta en Zamorano son ligeramente parecidos a los que exhibe la especie en plantaciones establecidas en Sudáfrica: IMA en dap de 0.53 Cm/año y en altura de 0.37 m/año. En todos los demás sitios de plantación la caoba del Senegal tiene mejores incrementos que los que se han registrado en Zamorano.

Los terrenos de Zamorano en donde se encuentran establecidas las plantaciones de *Khaya senegalensis* reúnen en términos climáticos los requerimientos de la especie. Tales requisitos se refieren a la latitud, elevación, temperatura, precipitación y su distribución a lo largo del año. Posiblemente el impacto más fuerte que la calidad del sitio ha tenido sobre estas plantaciones se deba al factor suelo. Aunque los suelos son relativamente profundos la principal limitante es la presencia de grava en los primeros 30 cm. En cuanto a fertilidad, estos suelos tienen bajo contenido de fósforo y calcio y están al límite en contenido de potasio (Velásquez 2,007). Curiosamente estos suelos tienen sodio y por ello el pH no baja tanto a pesar del bajo contenido de calcio. A nivel de árboles se debió de aplicar fósforo y calcio. En síntesis, estos suelos son más o menos marginales en términos de propiedades físicas y químicas para un desarrollo exitoso de la especie (Velásquez 2007).

Además del factor edáfico los tratamientos a la masa de árboles tienen un fuerte efecto en la calidad fenotípica de los árboles. Al observar el comportamiento de los árboles de esta especie en Zamorano se podría deducir que la procedencia de la semilla y la calidad de los portagranos darían como resultado individuos de fenotipo indeseable. Casi todos los árboles plantados son de porte bajo, de fuste reducido, con copa espesa y ramas gruesas.

Tales fenotipos son de hecho una respuesta a la calidad de la semilla y condiciones del sitio, principalmente suelos.

A la edad actual de estas plantaciones la cantidad de individuos deseables fenotípicamente como progenitores para programas de reforestación o de mejoramiento genético es bastante limitado. En términos de incrementos y rendimientos volumétricos las plantaciones estarían en mejores condiciones si se hubiese aplicado en ellas podas y raleos en el momento oportuno. En todos los lotes plantados la época del último raleo está prácticamente encima (dos a tres años). De igual manera las podas son una necesidad inmediata a sabiendas del elevado grosor de las ramas.

Aunque en términos dasométricos las plantaciones de *Khaya senegalensis* no presentan las mejores condiciones comparativamente con otros sitios, su ubicación estratégica en algunos lugares juega un papel importante en la protección de zonas ribereñas y en el mejoramiento de las propiedades físicas y químicas de los suelos donde están establecidas. De igual manera, el impacto de las mismas a nivel de biodiversidad, como hábitat de especies, es de sin lugar a dudas un elemento importante del paisaje.

6. CONCLUSIONES

- La caoba del Senegal constituye una importante especie maderera para el establecimiento de plantaciones operativas o comerciales en terrenos de Zamorano. Las condiciones climáticas del valle son apropiadas para un desarrollo exitoso de la especie a escala de monocultivo. Por otra parte y hasta la fecha, *Khaya senegalensis* parece ser resistente al ataque del barrenador de las Meliaceae americanas. El factor que podría limitar el éxito de las plantaciones es el suelo, razón por la cual se deben seleccionar sitios apropiadas para tal fin.
- Las plantaciones de *Khaya senegalensis* existentes en Zamorano son relativamente pobres en términos silviculturales para ser tomados en consideración para futuros programas de mejoramiento genético. De igual manera y aunque la especie tuvo su primera fructificación en 2,010, la semilla de esta procedencia derivada debe manipularse con precaución para el desarrollo de plantaciones a gran escala.
- El número de árboles/ha, a la edad actual de las plantaciones es extremadamente alto. Esta cifra complementada con tamaños reducidos de los árboles y fustes cortos conduce a rendimientos volumétricos bajos a escala total y comercial. así mismo, las bajas tasas de incremento medio anual tanto en dap como en altura, aunadas a una carencia casi total de tratamientos silvícolas colocan en entre dicho el futuro comercial de estas plantaciones.
- A la fecha, las plantaciones de *khaya senegalensis* en Zamorano han contribuido a la estabilización de algunas zonas ribereñas y al mejoramiento de las propiedades físicas y químicas de los suelos donde se encuentran establecidas. Igualmente, han mejorado de alguna manera las condiciones de habitat para algunas especies animales y ha enriquecido las colecciones de arboles de la Escuela Agrícola Panamericana.

7. RECOMENDACIONES

- Dada la relativa plasticidad de *Khaya senegalensis* y el comportamiento más o menos aceptable de la especie en ciertas condiciones de sitio de Zamorano, se recomienda continuar con un programa de plantación en terrenos de la escuela. Este esquema de plantación debe fundamentarse en una zonificación de estaciones o sitios utilizando criterios edáficos. Tal zonificación debería permitir la identificación de zonas de inversión potencial, es decir, áreas con elevado potencial de plantación con la especie y superficies marginales susceptibles de cultivo con programas de fertilización.
- Dentro de las plantaciones establecidas con *Khaya senegalensis* por parte de la Compañía azucarera Tres Valles, el lote 21 contiene individuos con buen fenotipo y excelentes tasas de crecimiento. Tanto en este sitio como en los lotes plantados en Zamorano se debería realizar una identificación y marcación de árboles selectos. La semilla de estos individuos debería ser la base para futuros programas de reforestación o de mejoramiento genético.
- En virtud del estado actual de las plantaciones de *Khaya* en Zamorano se recomienda a la Empresa Universitaria Forestal realizar a la mayor brevedad posible, raleos escalonados por lo bajo y de baja intensidad. El objetivo de este tratamiento silvícola es el de llevar las plantaciones a una densidad adecuada antes del turno económico.

8. BIBLIOGRAFIA

- Agudelo, N. 2010. Comercialización internacional de la madera de caoba- *S. macrophylla*. Escuela Agrícola Panamericana, Hond. (Comunicación personal)
- Blundell, A.G; Rodan, B.D. 2002. Rastreado la caoba. *Actualidad Forestal Tropical* (Japón) 10(1):15-17.
- Bokkestih, A.; Francis, J. 2000. *Khaya senegalensis* Juss-caoba de zonas secas. In *Bioecología de arboles Nativos y Exóticos de Puerto Rico y las Indias occidentales*. Ed. por John K. Francis y Carol A. Lowe. Rio Piedras, P.R. P.300-303.
- Cartagena, J. s. f. Adaptación de *khaya senegalensis* Juss. en seis ecosistemas de la región centro americana. Siguatepeque, Hond. Escuela Nacional de Ciencias Forestales. s.p.
- Escalante, F. 2009. Uso potencial para madera de raleo de *khaya senegalensis* en la industria de mueble, procedente de plantaciones establecidas en San Juan de Flores, Francisco Morazán. Tesis Ing. en Ciencias Forestales. Siguatepeque, Hond., Escuela Nacional de Ciencias Forestales. 105p.
- Lamprecht, H. 1990. *Silvicultura en los trópicos*. Trad. por Antonio Carrillo. Eschborn, Republica Federal de Alemania, /GTZ. 335p.
- Maas, P; Westra, L 1998. *Familias de Plantas Neotropicales*. Liechtenstein, Alemania, s.n. 316p.
- Snook, L. K.; Santos Jiménez, V.A.; Carreón Mundo, M.; Chan Rivas, C.; May Ek, F.J.; Mas Kantún, P.; Hernández Hernández, C.; Nolasco Morales, A.; Escobar Ruiz, C. 2003. Ordenación de bosques naturales para la explotación sostenible de la caoba (*Swietenia macrophylla*): experiencias en bosques comunales de México. *UNASYLVA* (Italia) 54(3-4):68-73.
- Velásquez, D. 2007. Estudio semidetallado de suelos de la parte plana de la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras. Tesis. Ing. agrónomo. Hond., Escuela Agrícola Panamericana "El Zamorano". 65p.
- Wadsworth, F. 2,000. *Producción Forestal para América Tropical*. Washington, EE.UU, Departamento de agricultura de los EE.UU. 603p.

9. ANEXOS

Anexo 1. Diámetro a la altura del pecho (dap), diámetro basal (dbasal), área basimétrica (g), Área basal (G). Para *khaya senegalensis*. Parcela 2. Sitio, Florencia, Zamorano, Honduras, 2010.

Árbol	dap (cm)	Dbasal (cm)	g(m ² /árbol)	G(m ² /ha)
1	14.5	18.2	0.017	23.8016
2	12.0	16.0	0.011	
3	16.0	18.0	0.020	
4	16.0	24.0	0.020	
5	17.0	25.0	0.023	
6	13.0	18.0	0.013	
7	14.0	18.5	0.015	
8	17.0	20.0	0.023	
9	13.0	18.0	0.013	
10	10.0	14.2	0.008	
11	9.00	14.2	0.006	
12	10.2	15.8	0.008	
13	12.2	18.0	0.012	
14	6.00	12.0	0.003	
15	16.0	22.0	0.020	
16	7.00	12.0	0.004	
17	10.00	17.0	0.008	
18	14.00	18.5	0.015	
19	10.0	18.0	0.008	
20	16.4	21.0	0.021	
21	14.2	23.0	0.016	
22	17.0	26.4	0.023	
23	16.5	24.0	0.021	
24	13.0	18.5	0.013	
25	8.00	16.0	0.005	
26	16.5	20.0	0.021	
27	11.5	19.0	0.010	
28	13.2	21.0	0.014	
29	12.5	19.0	0.012	
30	12.5	19.0	0.012	
31	12.0	16.3	0.011	
32	16.8	21.5	0.022	
33	15.8	21.5	0.020	

Anexo 1. Continuación

34	12.0	16.0	0.011
35	14.0	15.0	0.015
36	11.0	16.2	0.010
37	15.0	19.2	0.018
38	14.0	21.0	0.015
39	14.0	16.5	0.015
40	9.00	14.0	0.006
41	15.0	17.5	0.018
42	7.50		0.004
43	14.4	20.0	0.016
44	11.0	21.0	0.010
45	15.0	21.0	0.018
46	10.0	15.0	0.008
47	15.0	19.5	0.018
48	13.0	12.5	0.013
49	12.0	25.0	0.011
50	12.0	17.0	0.011
51	13.5	22.0	0.014
52	12.7	15.5	0.013
53	10.5	21.0	0.009
54	17.0	21.0	0.023
55	13.0	19.5	0.013
56	12.0	17.0	0.011
57	11.2	19.0	0.010
58	12.5	18.0	0.012
59	11.5	16.0	0.010
60	15.0	27.0	0.018
61	10.5	19.0	0.009
62	10.5	16.2	0.009
63	12.0	15.8	0.011
64	11.2	17.0	0.010
65	12.5	17.2	0.012
66	11.5	15.0	0.010
67	15	18.5	0.018
68	10.5	15.0	0.009
69	10.5	17.0	0.009
70	12.0	18.5	0.011
71	14.0	16.0	0.015
72	9.00	14.0	0.006
73	10.5	14.0	0.009
74	10.5	15.5	0.009
75	16.0	18.0	0.020
76	16.0	19.0	0.020
77	13.5	17.0	0.014
78	13.0	18.5	0.013
79	11.0	16.0	0.010

Anexo 1. Continuación

80	10.0	15.0	0.008
81	12.5	18.0	0.012
82	9.00	14.0	0.006
83	12.5	18.0	0.012
84	10.0	16.0	0.008
85	13.0	18.2	0.013
86	12.0	15.0	0.011
87	16.2	22.8	0.021
88	6.50	10.0	0.003
89	14.5	18.5	0.017
90	15.0	21.0	0.018
91	13.2	16.0	0.014
92	15.3	18.6	0.018
93	9.80	14.0	0.008
94	14.0	18.5	0.015
95	15.8	19.4	0.020
96	10.9	15.5	0.009
97	12.9	17.3	0.013
98	12.1	16.3	0.011
99	12.2	15.4	0.012
100	11.4	15.1	0.010
101	14.5	17.6	0.017
102	8.90	11.3	0.006
103	13.5	18.0	0.014
104	11.5	15.4	0.010
105	13.4	16.4	0.014
106	17.1	22.7	0.023
107	17.5	24.5	0.024
108	11.0	15.0	0.010
109	17.3	22.6	0.024
110	13.0	18.5	0.013
111	17.0	19.6	0.023
112	10.5	15.5	0.009
113	17.5	22.0	0.024
114	19.0	26.0	0.028
115	12.0	19.5	0.011
116	14.3	21.5	0.016
117	11.0	17.5	0.010
118	13.0	16.0	0.013
119	15.5	18.5	0.019
120	18.3	25.6	0.026
121	16.5	17.9	0.021
122	11.0	20.3	0.010
123	16.3	19.7	0.021
124	14.0	20.0	0.015
125	10.5	14.0	0.009
126	17.0	18.7	0.023

127	14.5	18.5	0.017
128	12.2	16.0	0.012
129	15.0	18.9	0.018
130	10.5	14.6	0.009
131	17.0	19.6	0.023
132	10.5	16.5	0.009
133	17.0	22.0	0.023
134	10.5	14.0	0.009
135	13.0	16.5	0.013
136	20.0	24.0	0.031
137	8.30	14.5	0.005
138	9.20	13.0	0.007
139	13.0	16.7	0.013
140	14.6	17.8	0.017
141	11.7	14.4	0.011
142	17.5	19.0	0.024
143	14.0	17.5	0.015
144	12.0	18.5	0.011
145	10.0	11.0	0.008
146	10.7	13.8	0.009
147	17.5	22.0	0.024
148	20.5	24.5	0.033
149	12.0	16.5	0.011
150	9.00	14.5	0.006
151	18.0	22.5	0.025
152	10.0	14.0	0.008
153	12.5	18.0	0.012
154	12.2	16.5	0.012
155	12.1	17.0	0.011
156	8.20	10.4	0.005
157	11.2	16.4	0.010
158	13.4	16.4	0.014
159	11.7	15.5	0.011
160	14.5	17.5	0.017
161	12.0	15.0	0.011
162	14.5	18.9	0.017
163	10.2	14.0	0.008
164	13.0	16.5	0.013
165	14.5	18.5	0.017
			2.285

Fuente: Elaboración propia

Tamaño parcela: 60 x16 (960m²)

Número de árboles/ha(N): 1719 árboles

Vol. total /ha: 16.90 m³/ha

Vol. comer/ha: 7.79 m³/ha

Anexo 2. Altura total (ht), altura comercial (hc), volumen total (Vt) y volumen comercial para *khaya senegalensis*. Parcela 2. Sitio, Florencia, Zamorano, Honduras, 2010.

árbol	ht (m)	hc (m)	Vt (m ³)	Vc (m ³)
1	8.00	4.81	0.079	0.048
2	6.88	2.97	0.047	0.020
3	8.64	3.94	0.104	0.048
4	8.07	3.40	0.097	0.041
5	6.36	2.07	0.087	0.028
6	6.84	2.35	0.054	0.019
7	8.20	2.96	0.076	0.027
8	5.67	3.03	0.077	0.041
9	6.70	2.84	0.053	0.023
10	6.26	3.20	0.029	0.015
11	6.58	4.38	0.025	0.017
12	8.52	3.59	0.042	0.018
13	7.23	3.06	0.051	0.021
14	6.03	3.37	0.010	0.006
15	9.32	4.33	0.112	0.052
16	6.57	3.20	0.015	0.007
17	5.08	2.70	0.024	0.013
18	6.85	3.20	0.063	0.030
19	4.71	2.70	0.022	0.013
20	4.77	3.20	0.060	0.041
21	7.62	3.10	0.072	0.029
22	8.63	2.40	0.118	0.033
23	8.63	3.40	0.111	0.044
24	7.90	3.87	0.063	0.031
25	8.30	3.80	0.025	0.011
26	7.86	4.67	0.101	0.060
27	8.15	3.77	0.051	0.023
28	8.45	4.95	0.069	0.041
29	6.61	3.68	0.049	0.027
30	7.64	5.55	0.056	0.041
31	6.09	2.50	0.041	0.017
32	6.20	4.32	0.082	0.057
33	5.31	3.50	0.062	0.041
34	6.28	3.30	0.043	0.022
35	6.94	3.74	0.064	0.035
36	7.26	3.65	0.041	0.021
37	7.54	3.80	0.080	0.040
38	5.76	3.84	0.053	0.035
39	7.67	3.80	0.071	0.035
40	7.68	2.63	0.029	0.010
41	8.46	3.40	0.090	0.036
42	6.90	3.52	0.018	0.009

Anexo 2. Continuación

43	7.33	4.34	0.072	0.042
44	8.35	3.2	0.048	0.018
45	8.26	3.83	0.088	0.041
46	6.22	4.55	0.029	0.021
47	6.93	3.28	0.073	0.035
48	5.37	3.31	0.043	0.026
49	5.98	3.20	0.041	0.022
50	7.94	2.67	0.054	0.018
51	7.99	2.84	0.069	0.024
52	7.75	4.02	0.059	0.031
53	4.12	2.57	0.021	0.013
54	7.70	3.49	0.105	0.048
55	6.80	2.11	0.054	0.017
56	7.48	2.56	0.051	0.017
57	6.05	2.91	0.036	0.017
58	6.49	4.74	0.048	0.035
59	6.18	3.04	0.039	0.019
60	7.42	3.44	0.079	0.036
61	6.42	2.86	0.033	0.015
62	6.64	3.47	0.034	0.018
63	7.11	3.02	0.048	0.020
64	8.50	2.98	0.050	0.018
65	5.84	3.72	0.043	0.027
66	6.46	3.96	0.040	0.025
67	7.11	2.22	0.075	0.024
68	8.50	3.02	0.044	0.016
69	5.84	3.06	0.030	0.016
70	6.46	3.25	0.044	0.022
71	6.47	2.61	0.060	0.024
72	6.48	4.25	0.025	0.016
73	6.20	2.36	0.032	0.012
74	6.53	3.24	0.034	0.017
75	6.00	3.40	0.072	0.041
76	6.88	3.19	0.083	0.038
77	6.37	3.26	0.055	0.028
78	6.65	5.63	0.053	0.045
79	7.91	4.22	0.045	0.024
80	9.22	2.92	0.043	0.014
81	7.11	2.37	0.052	0.017
82	6.45	3.98	0.025	0.015
83	6.63	3.04	0.049	0.022
84	5.95	2.66	0.028	0.013
85	6.48	2.94	0.052	0.023
86	5.37	2.73	0.036	0.019
87	7.88	2.56	0.097	0.032
88	5.54	3.77	0.011	0.008
89	6.38	2.54	0.063	0.025

Anexo 2. Continuación

90	7.68	4.89	0.081	0.052
91	7.23	2.46	0.059	0.020
92	7.94	2.67	0.088	0.029
93	7.38	2.39	0.033	0.011
94	5.05	2.68	0.047	0.025
95	6.67	2.82	0.078	0.033
96	7.25	3.36	0.041	0.019
97	7.52	2.70	0.059	0.021
98	6.61	2.45	0.046	0.017
99	7.09	2.44	0.050	0.017
100	6.63	2.98	0.041	0.018
101	7.29	3.00	0.072	0.030
102	6.41	3.95	0.024	0.015
103	6.66	2.44	0.057	0.021
104	7.55	2.90	0.047	0.018
105	6.17	3.43	0.052	0.029
106	6.63	2.60	0.091	0.036
107	6.40	2.26	0.092	0.033
108	7.71	3.74	0.044	0.021
109	6.02	2.27	0.085	0.032
110	8.48	3.40	0.068	0.027
111	7.16	2.97	0.098	0.040
112	6.68	4.20	0.035	0.022
113	6.61	2.92	0.095	0.042
114	6.64	2.65	0.113	0.045
115	6.84	3.40	0.046	0.023
116	7.18	3.06	0.069	0.029
117	9.00	2.54	0.051	0.014
118	6.60	2.96	0.053	0.024
119	6.32	2.43	0.072	0.028
120	6.47	4.10	0.102	0.065
121	6.49	3.46	0.083	0.044
122	7.24	4.18	0.041	0.024
123	7.06	2.87	0.088	0.036
124	7.82	2.91	0.072	0.027
125	7.11	3.53	0.037	0.018
126	6.94	4.30	0.095	0.059
127	7.55	4.10	0.075	0.041
128	8.17	3.71	0.057	0.026
129	7.02	4.15	0.074	0.044
130	6.60	1.51	0.034	0.008
131	7.84	3.90	0.107	0.053
132	5.45	1.87	0.028	0.010
133	6.27	2.40	0.085	0.033
134	6.47	2.54	0.034	0.013
135	6.20	2.89	0.049	0.023
136	7.20	3.62	0.136	0.068

Anexo 2 Continuación

137	5.45	3.74	0.018	0.012
138	9.00	2.93	0.036	0.012
139	5.95	3.17	0.047	0.025
140	5.94	3.26	0.060	0.033
141	5.25	4.01	0.034	0.026
142	7.54	3.20	0.109	0.046
143	6.60	2.38	0.061	0.022
144	7.49	2.12	0.051	0.014
145	6.31	4.15	0.030	0.020
146	5.36	2.90	0.029	0.016
147	7.65	2.40	0.110	0.035
148	6.61	2.15	0.131	0.043
149	5.95	2.94	0.040	0.020
150	5.66	1.90	0.022	0.007
151	6.58	2.68	0.100	0.041
152	5.75	2.08	0.027	0.010
153	6.00	3.86	0.044	0.028
154	6.90	2.65	0.048	0.019
155	6.60	2.58	0.046	0.018
156	6.63	2.84	0.021	0.009
157	5.32	2.28	0.031	0.013
158	5.13	2.60	0.043	0.022
159	6.78	2.46	0.044	0.016
160	6.43	3.09	0.064	0.031
161	5.64	2.92	0.038	0.020
162	5.41	2.83	0.054	0.028
163	6.23	1.92	0.031	0.009
164	5.36	1.92	0.043	0.015
165	5.82	2.42	0.058	0.024
Promedio	6.83	3.18	0.057	0.026

Fuente: Elaboración propia

Tamaño parcela: 60 x16 (960m²)

Número de árboles/ha(N): 1719 árboles

Vol. total /ha: 16.90 m³/ha

Vol. comer/ha: 7.79m³/ha

Anexo 3. Diámetro a la altura del pecho (dap), diámetro basal (dbasal), área basimétrica (g), área basal (G). Para *Khaya senegalensis*. Parcela. Sitio, El Ciruelo, Zamorano, Honduras, 2010

árbol	Dap (cm)	Dbasal (cm)	g(m ² /árbol)	G(m ² /ha)
1	13.0	21.0	0.013	16.2726
2	17.0	29.0	0.023	
3	12.0	18.2	0.011	
4	7.00	11.0	0.004	
5	13.0	19.2	0.013	
6	20.0	30.0	0.031	
7	15.0	23.0	0.018	
8	9.00	17.0	0.006	
9	12.5	22.5	0.012	
10	15.0	23.0	0.018	
11	26.0	37.5	0.053	
12	11.5	16.0	0.010	
13	8.50	16.0	0.006	
14	15.0	21.0	0.018	
15	15.0	23.0	0.018	
16	16.0	23.0	0.020	
17	17.0	24.5	0.023	
18	14.0	23.0	0.015	
19	14.0	21.5	0.015	
20	13.0	18.5	0.013	
21	16.0	23.5	0.020	
22	11.7	17.0	0.011	
23	13.5	17.0	0.014	
24	16.0	23.5	0.020	
25	14.5	22.0	0.017	
26	9.00	14.0	0.006	
27	15.0	21.0	0.018	
28	11.5	15.0	0.010	
29	4.00	9.00	0.001	
30	15.0	21.0	0.018	
31	7.50	12.0	0.004	
32	11.0	20.0	0.010	
33	13.4	19.0	0.014	
34	16.8	24.0	0.022	
35	22.2	40.0	0.039	

36	12.2	18.2	0.012
37	13.8	21.0	0.015
38	10.9	12.0	0.009
39	14.0	20.5	0.015
40	13.5	19.5	0.014
41	19.5	30.0	0.030
42	8.00	12.0	0.005
43	19.0	30.0	0.028
44	19.0	27.0	0.028
45	8.50	13.0	0.006
46	12.0	16.0	0.011
47	10.8	17.5	0.009
48	19.0	29.0	0.028
49	15.5	24.8	0.019
50	16.4	23.5	0.021
51	11.5	18.5	0.010
52	8.00	15.0	0.005
53	11.0	17.0	0.010
54	12.0	18.0	0.011
55	9.50	14.0	0.007
56	9.20	15.5	0.007
57	10.3	15.8	0.008
58	14.0	21.2	0.015
59	16.0	26.0	0.020
60	13.5	18.0	0.014
61	11.0	16.0	0.010
62	15.0	21.6	0.018
63	6.90	11.2	0.004
64	21.0	36.2	0.035
65	18.6	26.0	0.027
66	22.5	32.2	0.040
67	10.0	17.5	0.008
68	18.0	25.2	0.025
69	15.2	28.0	0.018
70	16.0	24.2	0.020
71	19.0	26.5	0.028
72	7.20	12.8	0.004
73	18.2	26.2	0.026
74	7.50	11.5	0.004

Anexo 3. Continuación

75	8.60	16.0	0.006
76	18.0	26.5	0.025
77	17.0	27.0	0.023
78	14.8	20.0	0.017
79	24.0	37.5	0.045
80	11.5	17.2	0.010
81	12.0	18.0	0.011
82	10.0	17.3	0.008
83	17.5	27.0	0.024
84	19.0	25.5	0.028
85	6.50	11.0	0.003
86	10.9	16.0	0.009
87	16.0	21.0	0.020
88	11.5	15.5	0.010
89	10.2	17.0	0.008
90	10.0	15.5	0.008
91	22.0	32.0	0.038
92	20.9	28.5	0.034
93	16.0	22.5	0.020
94	10.0	14.2	0.008
95	21.0	31.6	0.035
96	14.0	22.0	0.015
97	10.0	15.0	0.008
98	20.0	27.0	0.031
99	10.0	16.0	0.008
100	21.0	32.0	0.035
101	12.2	18.0	0.012
102	15.0	18.0	0.018
103	10.5	16.0	0.009
104	14.0	21.0	0.015
105	17.8	28.0	0.025
106	12.0	17.0	0.011
107	11.2	16.0	0.010
108	15.0	22.0	0.018
109	9.00	15.0	0.006
110	6.00	12.0	0.003
111	16.0	28.0	0.020
112	11.0	17.0	0.010
113	16.0	29.0	0.020

Anexo. 3 Continuación

114	11.2	16.0	0.010
115	15.0	21.5	0.018
116	16.5	22.0	0.021
117	14.0	19.0	0.015
118	17.2	23.0	0.023
119	13.0	21.5	0.013
120	13.0	28.0	0.013
121	12.2	19.5	0.012
122	10.0	15.0	0.008
123	10.0	17.2	0.008
124	12.0	16.0	0.011
125	10.0	14.2	0.008
126	9.00	12.0	0.006
127	17.5	23.2	0.024
128	8.00	13.0	0.005
129	18.2	26.0	0.026
130	12.2	21.0	0.012
131	16.0	27.0	0.020
132	16.4	21.5	0.021
133	12.2	16.5	0.012
134	9.80	16.0	0.008
135	14.0	21.0	0.015
136	15.0	22.0	0.018
137	10.0	13.0	0.008
138	14.0	21.0	0.015
139	12.0	16.0	0.011
140	15.5	23.0	0.019
141	19.0	25.0	0.028
142	19.0	30.2	0.028
143	14.0	20.0	0.015
144	8.00	12.0	0.005
145	10.0	15.0	0.008
146	13.0	20.0	0.013
147	12.0	19.0	0.011
148	17.0	25.0	0.023
149	10.0	16.0	0.008
150	14.0	22.0	0.015
151	21.8	29.5	0.037
152	11.8	16.2	0.011

Anexo 3. Continuación

153	13.0	19.0	0.013
154	18.8	29.0	0.028
155	12.2	17.0	0.012
156	11.6	18.0	0.011
157	15.0	23.5	0.018
158	17.8	28.0	0.025
159	11.8	16.0	0.011
160	15.0	23.0	0.018
161	10.8	17.0	0.009
162	22.5	32.0	0.040
163	7.50	13.0	0.004
164	10.0	13.5	0.008
165	20.0	27.5	0.031
166	8.00	14.0	0.005
167	10.2	15.6	0.008
168	17.0	24.0	0.023
169	12.0	19.0	0.011
170	10.5	16.5	0.009
171	11.0	17.0	0.010
172	16.0	26.3	0.020
173	12.0	17.0	0.011
174	16.0	23.0	0.020
175	7.50	11.0	0.004
176	16.0	22.0	0.020
177	15.5	27.0	0.019
178	19.0	22.0	0.028
179	16.0	28.0	0.020
180	18.5	24.0	0.027
181	14.0	17.5	0.015
182	12.0	22.0	0.011
183	14.0	20.0	0.015
184	13.0	21.0	0.013
185	12.0	17.0	0.011
186	11.5	15.5	0.010
187	7.20	10.0	0.004
188	12.5	19.0	0.012
189	17.0	27.0	0.023
190	12.0	16.0	0.011
191	11.0	16.7	0.010

Anexo 3. Continuación

192	14.0	22.0	0.015
193	12.0	19.5	0.011
194	11.0	19.5	0.010
195	12.2	21.2	0.012
196	7.00	12.2	0.004
197	13.8	21.5	0.015
198	10.0	16.0	0.008
199	10.0	16.0	0.008
200	13.8	27.0	0.015
201	16.0	24.2	0.020
202	14.0	25.2	0.015
203	16.0	24.5	0.020
204	14.8	34.0	0.017
205	19.8	22.0	0.031
206	15.2	35.5	0.018
207	22.0	35.2	0.038
208	20.0	24.3	0.031
209	13.0	19.5	0.013
210	11.0	18.3	0.010
211	15.0	23.0	0.018
212	8.70	14.2	0.006
213	14.0	22.8	0.015
214	13.0	20.0	0.013
215	15.2	24.0	0.018
216	15.2	26.2	0.018
217	10.8	20.0	0.009
218	11.0	19.0	0.010
219	12.0	20.0	0.011
220	19.0	30.0	0.028
221	6.00	10.0	0.003
222	9.50	17.0	0.007
223	16.0	30.8	0.020
224	8.80	14.0	0.006
225	10.8	18.0	0.009
226	13.0	17.0	0.013
227	13.0	20.0	0.013
228	11.0	19.0	0.010
229	7.00	14.0	0.004
230	8.00	14.0	0.005

Cuadro 3. Continuación

231	11.0	21.2	0.010
232	15.0	24.0	0.018
233	11.0	18.0	0.010
234	9.00	17.2	0.006
235	15.0	25.2	0.018
236	12.8	22.3	0.013
237	19.0	29.0	0.028
238	11.2	19.0	0.010
239	10.0	17.0	0.008
240	13.2	21.0	0.014
241	17.8	28.0	0.025
242	12.8	21.0	0.013
243	10.8	18.2	0.009
244	18.2	26.5	0.026
245	13.0	24.2	0.013
246	15.0	25.2	0.018
247	16.0	29.0	0.020
248	14.5	24.0	0.017
249	13.5	20.4	0.014
250	14.0	21.0	0.015
251	11.0	17.5	0.010
252	12.5	23.5	0.012
253	18.2	28.0	0.026
254	14.8	25.0	0.017
255	16.0	27.2	0.020
256	16.0	26.0	0.020
257	8.20	14.0	0.005
258	9.40	16.8	0.007
259	8.80	15.0	0.006
260	8.20	13.2	0.005
261	15.2	22.0	0.018
262	10.0	17.0	0.008
263	7.00	12.0	0.004
264	14.2	22.0	0.016
			0.0154

Fuente: Elaboración propia
Tamaño parcela: 60 x16 (960m²)
Número de árboles/ha(N): 1719 árboles
Vol. total /ha: 16.90 m³/ha
Vol. comer/ha: 7.79 m³/ha

anexo 4. altura total (ht), altura comercial (hc), volumen total (Vt) y volumen comercial para *khaya senegalensis*. Parcela. Sitio, El Ciruelo, Zamorano, Honduras, 2010.

árbol	hc (m)	ht(m)	Vt (m ³)	Vc (m ³)
1	2.75	7.20	0.079	0.024
2	4.50	7.71	0.145	0.066
3	3.50	6.55	0.061	0.026
4	3.23	4.65	0.015	0.008
5	2.63	7.20	0.079	0.023
6	2.90	8.36	0.217	0.059
7	3.60	8.41	0.123	0.041
8	4.05	6.03	0.032	0.017
9	3.96	8.48	0.086	0.032
10	4.55	8.96	0.131	0.052
11	2.49	9.74	0.428	0.086
12	2.95	5.74	0.049	0.020
13	3.47	6.83	0.032	0.013
14	5.50	8.77	0.128	0.063
15	4.03	9.29	0.136	0.046
16	2.98	8.62	0.143	0.039
17	4.30	8.18	0.154	0.063
18	3.61	7.19	0.092	0.036
19	3.73	7.91	0.101	0.037
20	2.83	6.03	0.066	0.024
21	3.92	10.12	0.168	0.051
22	2.98	6.58	0.059	0.021
23	2.33	7.96	0.094	0.022
24	4.00	10.34	0.172	0.052
25	3.81	8.53	0.117	0.041
26	2.94	6.43	0.034	0.012
27	2.35	7.48	0.109	0.027
28	2.67	5.31	0.046	0.018
29	4.07	7.86	0.008	0.003
30	3.46	6.93	0.101	0.040
31	3.41	8.41	0.031	0.010
32	4.32	10.29	0.081	0.027
33	3.35	10.59	0.124	0.031
34	2.95	8.46	0.155	0.043
35	2.94	8.34	0.267	0.074
36	2.95	7.00	0.068	0.022
37	2.39	8.00	0.099	0.023
38	2.84	8.25	0.064	0.017
39	3.97	10.65	0.136	0.040

40	3.93	6.27	0.074	0.037
41	4.94	9.83	0.243	0.096
42	4.44	7.94	0.033	0.015
43	3.49	7.06	0.166	0.064
44	3.38	6.68	0.157	0.062
45	2.17	6.00	0.028	0.008
46	4.48	8.95	0.084	0.033
47	5.32	11.97	0.091	0.032
48	2.91	10.6	0.249	0.054
49	2.38	7.79	0.122	0.029
50	2.67	6.32	0.110	0.037
51	3.36	9.97	0.086	0.023
52	2.93	7.52	0.031	0.010
53	3.93	7.48	0.059	0.024
54	3.02	7.03	0.066	0.022
55	5.25	7.42	0.044	0.024
56	2.80	7.52	0.041	0.012
57	4.42	7.94	0.055	0.024
58	2.02	5.35	0.068	0.020
59	2.43	5.35	0.089	0.032
60	2.74	7.73	0.092	0.025
61	5.31	10.32	0.081	0.033
62	3.64	11.1	0.162	0.042
63	5.31	12.2	0.038	0.013
64	3.64	5.90	0.169	0.082
65	5.31	9.04	0.203	0.094
66	3.10	8.94	0.294	0.080
67	2.80	7.93	0.052	0.014
68	2.74	10.4	0.219	0.045
69	4.30	4.94	0.074	0.051
70	3.38	7.09	0.118	0.044
71	2.47	9.10	0.214	0.046
72	2.49	8.66	0.029	0.007
73	4.00	8.93	0.192	0.068
74	4.46	7.03	0.026	0.013
75	3.98	7.80	0.037	0.015
76	2.32	6.58	0.139	0.038
77	3.40	7.20	0.135	0.050
78	2.53	8.30	0.118	0.028
79	2.70	8.64	0.323	0.079
80	2.90	7.15	0.061	0.020
81	2.50	7.20	0.067	0.018

82	3.12	5.94	0.039	0.016
83	2.99	8.10	0.161	0.047
84	3.16	8.46	0.199	0.058
85	3.06	6.51	0.018	0.007
86	4.84	5.89	0.045	0.029
87	3.44	5.30	0.088	0.045
88	3.21	5.69	0.049	0.022
89	2.50	4.23	0.029	0.013
90	2.16	6.22	0.040	0.011
91	3.01	7.09	0.223	0.074
92	2.48	9.60	0.273	0.055
93	3.26	10.11	0.168	0.043
94	5.50	8.55	0.056	0.028
95	2.70	8.49	0.243	0.061
96	4.10	11.0	0.140	0.041
97	2.62	8.60	0.056	0.013
98	4.70	6.31	0.164	0.096
99	2.84	7.33	0.048	0.014
100	3.41	6.50	0.186	0.077
101	3.40	9.28	0.090	0.026
102	3.47	7.82	0.114	0.040
103	5.76	7.92	0.057	0.032
104	3.64	7.66	0.098	0.036
105	3.54	8.64	0.178	0.057
106	3.08	8.91	0.083	0.023
107	4.09	9.70	0.079	0.026
108	3.25	6.29	0.092	0.037
109	5.20	7.92	0.042	0.022
110	3.63	4.74	0.011	0.007
111	3.56	7.30	0.121	0.047
112	1.97	6.42	0.050	0.012
113	4.00	7.41	0.123	0.052
114	2.84	7.26	0.059	0.018
115	2.30	7.44	0.109	0.026
116	3.90	8.08	0.143	0.054
117	3.94	8.85	0.113	0.039
118	2.94	9.32	0.179	0.044
119	4.51	7.53	0.083	0.039
120	2.48	9.56	0.105	0.021
121	3.76	7.90	0.076	0.029
122	3.35	7.41	0.048	0.017
123	2.83	10.0	0.065	0.014

Anexo 4. Continuación

124	3.77	9.73	0.091	0.028
125	3.58	8.39	0.055	0.018
126	2.50	7.86	0.041	0.010
127	4.07	9.67	0.192	0.064
128	3.11	10.0	0.042	0.010
129	4.58	8.33	0.179	0.077
130	3.75	9.24	0.089	0.028
131	4.75	7.54	0.125	0.062
132	4.32	5.01	0.088	0.059
133	2.91	5.34	0.052	0.022
134	2.10	5.68	0.035	0.010
135	2.63	5.78	0.074	0.026
136	2.33	6.14	0.090	0.027
137	2.91	5.92	0.038	0.015
138	2.87	5.98	0.076	0.029
139	2.85	7.66	0.072	0.021
140	2.96	6.11	0.095	0.036
141	2.94	7.91	0.186	0.054
142	2.41	6.15	0.144	0.044
143	2.75	11.73	0.149	0.028
144	3.28	9.62	0.040	0.011
145	4.10	7.69	0.050	0.021
146	2.29	7.38	0.081	0.020
147	3.68	11.3	0.106	0.027
148	4.58	9.24	0.174	0.068
149	5.30	7.40	0.048	0.027
150	3.59	9.95	0.127	0.036
151	4.39	9.17	0.283	0.107
152	4.80	10.03	0.091	0.034
153	5.22	8.92	0.098	0.045
154	4.70	7.93	0.182	0.085
155	2.84	7.28	0.070	0.022
156	3.29	5.47	0.048	0.023
157	3.03	6.50	0.095	0.035
158	3.39	7.47	0.154	0.055
159	2.58	7.28	0.066	0.018
160	2.83	7.55	0.110	0.033
161	3.25	7.80	0.059	0.019
162	3.08	6.90	0.227	0.080
163	3.90	7.00	0.026	0.011
164	2.90	7.77	0.051	0.015
165	4.00	6.65	0.173	0.082

Anexo 4. Continuación

166	3.90	6.87	0.029	0.013
167	3.04	7.09	0.048	0.016
168	3.18	6.89	0.129	0.047
169	3.00	5.77	0.054	0.022
170	4.20	7.09	0.051	0.024
171	4.90	8.09	0.064	0.030
172	4.58	10.09	0.168	0.060
173	5.89	11.00	0.103	0.043
174	5.90	10.09	0.168	0.077
175	2.33	6.89	0.025	0.007
176	4.34	7.00	0.116	0.057
177	2.38	5.90	0.092	0.029
178	4.39	7.00	0.164	0.081
179	4.09	6.98	0.116	0.053
180	3.08	7.00	0.156	0.054
181	2.89	6.90	0.088	0.029
182	2.67	6.50	0.061	0.020
183	2.57	7.00	0.089	0.026
184	3.09	5.67	0.062	0.027
185	2.98	6.77	0.063	0.022
186	2.77	5.80	0.050	0.019
187	2.76	5.40	0.018	0.007
188	3.09	6.50	0.066	0.025
189	4.00	6.78	0.127	0.059
190	2.67	5.68	0.053	0.020
191	3.96	7.60	0.060	0.024
192	3.40	6.98	0.089	0.034
193	3.20	6.00	0.056	0.024
194	3.00	6.35	0.050	0.019
195	2.98	6.55	0.063	0.023
196	4.00	6.89	0.022	0.010
197	4.80	7.90	0.098	0.047
198	5.00	7.00	0.046	0.026
199	4.80	10.0	0.065	0.025
200	5.89	10.7	0.132	0.057
201	5.80	10.65	0.177	0.076
202	4.80	8.90	0.113	0.048
203	4.20	8.90	0.148	0.055
204	3.80	8.50	0.121	0.042
205	2.30	4.90	0.125	0.046
206	2.33	5.79	0.087	0.027
207	2.40	6.23	0.196	0.059

Anexo 4. Continuación

208	4.00	6.55	0.170	0.082
209	3.00	6.78	0.074	0.026
210	3.88	7.89	0.062	0.024
211	3.45	6.90	0.101	0.040
212	2.87	6.48	0.032	0.011
213	4.00	7.49	0.095	0.040
214	3.20	5.79	0.064	0.028
215	2.00	4.89	0.073	0.024
216	2.45	6.90	0.104	0.029
217	3.80	7.89	0.060	0.023
218	3.33	8.39	0.066	0.021
219	2.78	5.80	0.054	0.020
220	3.80	6.73	0.158	0.070
221	2.20	4.63	0.011	0.004
222	2.40	4.89	0.029	0.011
223	3.20	7.89	0.131	0.042
224	3.50	7.56	0.038	0.014
225	2.30	6.02	0.046	0.014
226	4.50	7.84	0.086	0.039
227	4.00	6.98	0.077	0.035
228	4.30	8.00	0.063	0.027
229	3.50	6.98	0.022	0.009
230	3.45	7.90	0.033	0.011
231	4.00	8.03	0.063	0.025
232	4.00	7.39	0.108	0.046
233	4.30	8.43	0.066	0.027
234	3.80	7.43	0.039	0.016
235	3.95	6.94	0.101	0.045
236	3.33	5.98	0.064	0.028
237	3.32	6.39	0.150	0.061
238	2.89	5.32	0.043	0.019
239	3.80	6.72	0.044	0.019
240	4.30	7.69	0.087	0.038
241	3.80	7.33	0.151	0.061
242	3.33	5.83	0.062	0.028
243	2.98	5.03	0.038	0.018
244	2.67	4.87	0.105	0.045
245	3.60	5.68	0.062	0.031
246	3.12	6.77	0.099	0.036
247	2.32	5.83	0.097	0.030
248	2.32	6.34	0.087	0.025
249	2.78	5.43	0.064	0.026

Anexo 4. Continuación

250	3.70	6.34	0.081	0.037
251	3.40	4.38	0.034	0.021
252	3.80	5.63	0.057	0.030
253	2.70	4.33	0.093	0.046
254	2.73	5.43	0.077	0.031
255	3.02	6.32	0.105	0.039
256	3.04	5.33	0.089	0.040
257	3.40	5.44	0.024	0.012
258	4.00	7.09	0.041	0.018
259	4.80	8.23	0.041	0.019
260	4.70	7.30	0.032	0.016
261	3.33	6.72	0.101	0.039
262	3.70	6.22	0.040	0.019
263	3.66	8.04	0.026	0.009
264	2.45	5.33	0.070	0.025

Fuente: Elaboración propia
 Tamaño parcela: 60 x16 (960m²)
 Número de árboles/ha(N): 1719 árboles
 Vol. total /ha: 16.90 m³/ha
 Vol. comer/ha: 7.79 m³/ha