

**Comportamiento y manejo de *Swietenia
macrophylla* King y *Azadirachta indica* A. Juss
en Zamorano, Honduras**

**Esthefany Alvarado Pineda
Martin Carpintero Miranda**

Zamorano, Honduras
Noviembre, 2011

ZAMORANO
CARRERA DE DESARROLLO SOCIOECONÓMICO Y AMBIENTE

**Comportamiento y manejo de *Swietenia
macrophylla* King y *Azadirachta indica* A. Juss
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

**Esthefany Alvarado Pineda
Martin Carpintero Miranda**

Zamorano, Honduras
Noviembre, 2011

Comportamiento y manejo de *Swietenia macrophylla* King y *Azadirachta indica* A. Juss en Zamorano, Honduras

Presentado por:

Esthefany Alvarado Pineda
Martin Carpintero Miranda

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

Alvarado, E. y Carpintero, M. 2011. Comportamiento y manejo de *Swietenia macrophylla* King y *Azadirachta indica* A. Juss en Zamorano, Honduras. Proyecto especial de graduación del programa de Ingeniería en Desarrollo Socioeconómico y Ambiente, Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano. Honduras. 40 p.

Las plantaciones de *Swietenia macrophylla* (caoba) y *Azadirachta indica* (neem), establecidas en Zamorano, fueron evaluadas en función de su adaptabilidad, crecimiento y rendimiento. Para estas plantaciones se utilizaron fuentes de semilla de Zamorano y República Dominicana. A la fecha, los Arboresos tienen edades de 24 y 29 años. Para los árboles de caoba dominantes y codominantes fluctúa entre 26.5 y 85.9 cm de diámetro a la altura de pecho (dap) en el tronco. La altura total varía entre 10.5 y 20.8 m y la altura comercial entre 3.4 y 8.9 m. Para caoba la variable dasométrica indica que las masas plantadas tienen crecimiento lento en diámetro y en fuste un crecimiento mediano. El crecimiento medio en diámetro a la altura del pecho (dap) para las caobas dominantes y codominantes es en promedio 1.40 cm/año y en altura total es en promedio 0.50 m/año. En cuanto al neem el incremento medio anual en diámetro a la altura de pecho es 0.8 cm/año y la altura total es de 0.39 m/año. A nivel de individuos de caoba el volumen comercial máximo es de 46 m³/km lineal y 67 m³/km lineal de volumen total. La densidad actual del Arboresos La Báscula 2 plantados con neem es excesivamente alta (933 árboles/ha) y el dap para árboles de neem dominantes y codominantes fluctúa entre 14.0 y 23.0 cm. La altura total varía entre 7.3 y 11.2 m y la altura comercial entre 32.5 y 4.5 m. Las variables dasométricas del Arboresos de neem indican que las masas plantadas están en crecimiento diametral bajo y muestran individuos pequeños y de fuste corto. El neem presenta bajos rendimientos volumétricos a nivel de individuos (46 m³/ha de volumen total y 34 m³/ha de volumen comercial). Los Arboresos plantados tanto para *Swietenia macrophylla* y *Azadirachta indica*, no son los mejores para estas dos especies en términos de tipo de suelos. Para caoba la precipitación promedio anual no es la adecuada ya que la precipitación media anual para esta especie es de 1500 a 3500 mm anual. Las plantaciones de caoba y neem en Zamorano dependerán de la correcta selección de sitio, la fuente de semilla y el manejo adecuado de esta plantación en toda la etapa hasta llegar al turno económico (aprovechamiento de la madera).

Palabras clave: Codominante, dap, dominante, fuente de semilla, incremento medio anual, rendimiento, variable dasométrica.

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.....	5
3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	13
4 CONCLUSIONES.....	23
5 RECOMENDACIONES.....	24
6 LITERATURA CITADA.....	25
7 ANEXOS	28

ÍNDICE DE CUADROS, FIGURAS Y ANEXOS

Cuadros	Página
1. Características morfológicas y físicas de los suelos de Arboreto La Báscula, Arboreto Simón Malo y Arboreto carretera a Monte Redondo, Zamorano, Honduras, 2011.....	6
2. Propiedades químicas del primer y segundo horizonte de los suelos de Ganado de engorde, Vaca seca y Zorrales, Zamorano, Honduras, 2011.....	8
3. Subclases por aptitud de uso de los suelos de Florencia, en Zamorano.....	9
4. Orígenes de Germoplasma utilizado en la plantación de <i>Swietenia macrophylla</i> y <i>Azadirachta indica</i> , en terrenos de la Escuela Agrícola Panamericana, por Arboreto, superficie, procedencia de la semilla y fuente de semilla, Zamorano, Honduras, 2011.....	13
5. Diámetro a la altura del pecho (dap), altura total (ht) y altura comercial (hc), por tamaños para <i>Swietenia macrophylla</i> en terrenos de Zamorano. Arboreto La Báscula 1, Zamorano, Honduras, 2011.	14
6. Diámetro a altura del pecho (dap), altura comercial (hc), altura total (ht), volumen real por árbol (vr), volumen del cilindro por árbol (vc), volumen total por árbol (vt) y factor de forma (FF). Para <i>Swietenia macrophylla</i> . Arboreto La Báscula 1. Zamorano, Honduras, 2011.	14
7. Diámetro a la altura del pecho (dap), altura total (ht) y altura comercial (hc), por tamaños para <i>Swietenia macrophylla</i> en terrenos de Zamorano. Arboreto Simón Malo, Zamorano, Honduras, 2011.....	15
8. Diámetro a la altura de pecho (dap), altura comercial (hc), altura total (ht), volumen real por árbol (vr), volumen del cilindro (vc), volumen total por árbol (vt) y factor de forma (FF), para árboles dominantes y codominantes de <i>Swietenia macrophylla</i> . Arboreto Simón Malo, Zamorano, Honduras, 2011.....	16
9. Diámetro a la altura del pecho, (dap), altura total (ht) y altura comercial (hc), por tamaños para <i>Swietenia macrophylla</i> en terrenos de Zamorano. Arboreto carretera a Monte redondo, Zamorano, Honduras, 2011.....	16
10. Diámetro a la altura del pecho (dap), altura fustal (hf), altura comercial (hc), altura total (ht) , volumen real por árbol (vr), volumen del cilindro por árbol (v cil), volumen total por árbol (vt), volumen de ejes por árbol (v de ejes/árbol), volumen comercial incluyendo rama por árbol (v comeri ncluy rama/árbol) y factor de forma (FF) . Para <i>Swietenia macrophylla</i> . Arboreto carretera a Monte Redondo, Zamorano, Honduras, 2011.	17

11. Altura total promedio (ht), altura comercial promedio (hc), volumen total promedio por árbol (vt) y volumen real promedio por árbol (vr) para <i>Swietenia macrophylla</i> . Lote 3. Monte redondo, Honduras, 2011.	18
12. Volumen real por árbol (vr), volumen total por árbol (vt), y factor de forma (FF), para árboles dominantes y codominantes de <i>Swietenia macrophylla</i> . Arboreto carretera a Monte Redondo, Zamorano, Honduras, 2011.	19
13. Diámetro a la altura del pecho, (dap), altura total (ht) y altura comercial (hc), por tamaños para Para <i>Azadirachta indica</i> , en terrenos de Zamorano. Arboreto La Bascula 2, Zamorano, Honduras, 2011.	19
14. Diámetro a altura del pecho (dap), altura comercial (hc), altura total (ht) , volumen real por árbol (vr), volumen del cilindro por árbol (vcil), volumen total por árbol (vt) y factor de forma (FF) . Para <i>Azadirachta indica</i> . Arboreto La Báscula 2, Zamorano, Honduras, 2011.	20
15. Incremento medios anuales (IMA) en dap y altura para <i>Swietenia macrophylla</i> y <i>Azadirachta indica</i> , Francisco Morazán, Honduras, 2011.	21
16. Incremento medio anual en diámetro y altura por sitio, zona de vida y tipo de plantación estudio 1999.....	21

Figuras	Página
1. Ubicación geográfica de los lotes de estudio de <i>Swietenia macrophylla</i> y <i>Azadirachta indica</i> , Zamorano, Honduras, 2011.....	5

Anexos	Página
1. Diámetro a la altura de pecho (dap), altura comercial (hc), altura total (ht), área basimétrica (g), volumen de cilindro (v cil), para <i>Swietenia macrophylla</i> . Arboreto La Báscula 1, Zamorano, Honduras, 2011.	30
2. Diámetro a altura del pecho (dap), diámetro basal (dbasal), altura comercial (hc), altura total (ht) y diámetros a longitud estándar de 1m. Para <i>Swietenia macrophylla</i> . Arboreto La Báscula 1. Zamorano, Honduras, 2011.....	30
3. Volumen por sección (vn), volumen real (vr), volumen del cilindro (vcil) y factor de forma (FF), para árboles dominantes y codominantes de <i>Swietenia macrophylla</i> . Arboreto La Báscula 1, Zamorano, Honduras, 2011.....	31
4. Diámetro a la altura de pecho (dap), altura comercial (hc), altura total (ht), área basimétrica (g), volumen de cilindro (v.c), promedio de diámetro a la altura de pecho (\bar{x} . dap), promedio de altura comercial (\bar{x} .hc), promedio de altura total (\bar{x} .ht), promedio de área basimétrica (\bar{x} . g), Promedio de volumen de cilindro (v.cil) para <i>Swietenia macrophylla</i> . Arboreto Simón Malo, Zamorano, Honduras, 2011.....	32

5. Diámetro a altura del pecho (dap), diámetro basal (dbasal), altura comercial (hc), altura total (ht) y diámetros a longitud estándar de 1m. Para *Swietenia macrophylla*. Arboreto Simón Malo. Zamorano, Honduras, 2011..... 33
6. Diámetro a altura del pecho (dap), diámetro basal (dbasal), altura comercial (hc), altura total (ht) y diámetros a longitud estándar de 1m. Para *Swietenia macrophylla*. Lote Monte Redondo. Zamorano, Honduras, 2011..... 34
7. Volumen por sección (vn), volumen real (vr), volumen del cilindro (v cil), para árboles dominantes y codominantes de *Swietenia macrophylla*. Arboreto carretera a Monte Redondo, Zamorano, Honduras, 2011. 35
8. Volumen de ejes por árbol (v. de ejes/árbol), volumen comercial por árbol incluyendo rama (v.comer. incluyendo rama), volumen total (vr), para árboles dominantes y codominantes de *Swietenia macrophylla*. Arboreto carretera a Monte Redondo, Zamorano, Honduras, 2011. 36
9. Diámetro a la altura de pecho (dap), altura comercial (hc), altura total (ht), área basimétrica (g), volumen de cilindro (v.cil), area basal (G), promedio de área bisimétrica (\bar{x} . g), promedio de diámetro a la altura de pecho (\bar{x} . dap), promedio de altura comercial (\bar{x} .hc), promedio de altura total (\bar{x} .ht) para *Azadirachta indica*. Arboreto La Báscula 2, Zamorano, Honduras, 2011..... 37
10. Diámetro a la altura de pecho (dap), altura comercial (hc), altura total (ht), área basimétrica (g), volumen de cilindro (v.cil), para *Azadirachta indica*. Arboreto La Bascula 2, Zamorano, Honduras, 2011. 38
11. Diámetro a la altura de pecho (dap), diámetro basal (dbasal), altura comercial (hc), altura total (ht) y diámetros a longitud estándar de 1m. Para *Azadirachta indica*. Arboreto La Báscula 2, Zamorano, Honduras, 2011..... 39
12. Volumen por sección (vn), volumen real (vr), volumen del cilindro (vcil) y factor de forma (FF), para árboles dominantes y codominantes de *Azadirachta indica*. Arboreto La Báscula 2, Zamorano, Honduras, 2011..... 40

1. INTRODUCCIÓN

Existe en el mundo gran preocupación por la situación de la sobrexplotación de los bosques naturales y recursos naturales en general. Con la expansión agrícola ya sea para pastizales, cultivos agrícolas y otros usos se perdieron 13 millones/ha/año en el último decenio, razón por la cual la superficie boscosa mundial corresponde aproximadamente ha 4,000 millones de ha, el 31% de la superficie terrestre total (FAO 2010). Más de la mitad de la superficie boscosa mundial está representada en cinco, países que cuentan con la mayor riqueza forestal (Brasil, Estados Unidos de América, Canadá, Rusia y China), 54 países conservan menos del 10% de bosques de su área total y 10 países no tienen bosques (FAO 2010).

Las especies presentan diferentes necesidades ecológicas en cuanto a utilización de recursos ambientales tales como nutrimentos del suelo, agua y luz. A partir de esto surgen agrupaciones por gremios ecológicos. Se define como gremio ecológico a un grupo de especies que comparten características, biológicas, ecológicas y requerimientos del medio similares. Las especies forestales comparten dos grandes gremios en donde el factor determinante es la luz, estas son: el heliófito y el esciofito. Las heliófitas se sub dividen a su vez en durables (intolerancia a la sombra y vida larga) y efímeras (intolerancia a la sombra y vida corta). Las esciofitas en cambio son tolerantes a la sombra y de vida larga (CATIE 2001). Sin el conocimiento de estos gremios y sus requerimientos será difícil el manejo, eficiencia y rentabilidad. También mayor será el impacto causado por el aprovechamiento forestal de los bosques naturales o artificiales (plantaciones) (Fredericksen 2001).

El mercado maderero mundial lo dominan los gremios heliofito durable y esciofito parcial. Esto se debe a que las heliofitas durables poseen estrategias tales como: individuos grandes y de vida larga, crecimiento relativamente rápido, capacidad fotosintética intermedia y madera liviana a moderadamente pesada. Las esciofitas parciales poseen estrategias tales como: amplia distribución en los bosques húmedos tropicales y subtropicales, crecimiento lento con mayor inversión en la producción de estructura más durable, establecimiento en diferentes condiciones de radiación lumínica (al contrario de las heliófitas), aunque aumentan su crecimiento al presentarse un claro, semillas y plántulas de tamaño medio (CATIE 2001).

Establecer plantaciones poseen varias ventajas en relación a los bosques naturales, tales como: rápido crecimiento, silvicultura conocida, planificación, homogeneidad de la materia prima, alta concentración de volumen (productividad), disminución de los

problemas ambientales. Del total de la madera mundial se extrae el 90 % de los bosques naturales y el 10 % de las plantaciones (Carbo *et al.* 2001). Debido a la mala utilización de los recursos algunos países tropicales y subtropicales han perdido casi totalmente su recurso forestal. En otros, este recurso ha experimentado una fuerte disminución o ha sido degradado económicamente o erodado en términos genéticos.

Para disminuir la presión sobre los bosques naturales surgen alternativas como las plantaciones forestales de alto valor económico. *Swietenia macrophylla* es una importante especie forestal comúnmente conocida como caoba o caoba hondureña. Es un árbol de gran tamaño que a menudo alcanza más de 30 m de altura y 1.5 m de diámetro a la altura del pecho en el tronco. Del género *Swietenia* existen tres especies reconocidas *S. macrophylla*, *S. mahagoni* y *S. humilis* (Bauer y Francis 1998). La caoba hondureña es la más abundante de las tres especies. Su hábitat natural se extiende desde la latitud 23° N hasta 18 S° en el neotrópico. Es nativa de México, Belice, Honduras, Guatemala, Nicaragua, Costa Rica y Panamá, Venezuela, Colombia, Ecuador, Perú, Brasil y Bolivia (Bauer y Francis 2000). Su distribución en términos altitudinales, se encuentra desde el nivel del mar hasta los 1,500 m, pero se concentra principalmente en altitudes de 0 a 450 m, con temperatura anual promedio de 24°C (Lamprecht 1990). En áreas donde son nativas las caobas, se registran precipitaciones de 1,500 a 3,500 mm anuales.

La caoba crece en zonas con climas secos o húmedos con la estación seca muy marcada (SINCH 2006). La caoba es una especie heliófita durable, es decir que presenta intolerancia a la sombra y es de vida relativamente larga (Lamprecht 1990). El incremento en diámetro de la caoba en Costa Rica, Ecuador, Perú Honduras, es del orden de 2 cm por año en cuanto al crecimiento es del orden de 1 a 2 metros por año. La productividad promedio en plantaciones es de 10 a 25m³/año con turnos de corta de 30 a 50 años (Barrance *et al.* 2003). Los principales productores de caoba son Brasil, Perú, Bolivia y Nicaragua; y los mayores importadores son Estados Unidos, Canadá, la República Dominicana y la Unión Europea (sobre todo Reino Unido, España, Alemania, los Países Bajos y Francia) (FFI 2006). El precio de la caoba en el mercado internacional para el año 2011 es de 2.38 \$ por pie tablar (Dubón 2011)¹

Las condiciones edafológicas en la que se desarrolla la caoba son variables, desde suelos arcillosos siempre y cuando no sean suelos gley (Jiménez 1999). En suelos franco arenoso, suelos profundos y ricos en materia orgánica, de origen calizo o aluvial hasta suelos con arena gruesa y pH que va de alcalino a neutro (Manosalvas 2001). Se ha obtenido resultados insatisfactorios en plantaciones establecidas en suelos ácidos con pH de 4.5 y suelos con deficiencia de nutrientes pero se sabe que el crecimiento es lento bajo estas condiciones. Con relación a la cantidad disponible de agua en el suelo, la caoba prefiere suelos bien drenados pero en zonas secas prefiere suelos con buena capacidad de retención de agua (Jiménez 1999).

¹ Entrevista.

En cuanto a las características de la madera, la albura es de color castaño dorado y el duramen castaño rojizo (Mendieta *et al.* 1999). La textura de la madera es de fina a tosca y densidad media ρ_{12} es de 0.54 g/cm^3 . En los países donde la caoba es nativa, al principio fue utilizada para la construcción de canoas y embarcaciones. Su importancia radica en que es una de las maderas más valiosas por su belleza, durabilidad y la facilidad de trabajar en su madera es por ello que actualmente se utiliza para acabados de interiores y exteriores, muebles y carpintería artística (Lamprecht 1990).

La caoba se ha plantado en todos los trópicos y sub trópicos bajo sistemas agroforestales, no se recomienda plantaciones puras, debido a que es una especie susceptible al ataque del barrenador (*Hypsipyla grandella*). Mezclando la caoba con otras especies forestales es posible reducir el ataque del barrenador mediante plantaciones en hileras en charrales, tacotales o en líneas de enriquecimiento en el bosque y realizando un manejo cuidadoso dirigido a mantener el máximo vigor durante la época inicial. La caoba es más susceptible al ataque del barrenador durante los primeros 2-3 años debido a que el ataque se diluye entre muchos otros posibles sitios de oviposición y no tanto en el eje principal. IHCAFE en Honduras asocia *Inga* sp. con *S. macrophylla* como sombra para el café, esto se realiza con el fin de reducir el ataque del barrenador del tallo de la caoba (Barrance *et al.* 2003).

Azadirachta indica es una especie de alto valor económico no sólo por la calidad de su madera, sino también por sus propiedades medicinales y como fungicida natural. Comúnmente conocida como neem. Su distribución geográfica es del sur de Asia posiblemente de Myanmar y la región de Assam, de la India (Barreto y Olivos 2007). Se planta y naturaliza en áreas semiáridas y ha sido introducida a varias islas del Caribe, Fiji, Mauricio, África, regiones tropicales y sub tropicales del Medio Oriente, América Central y del Sur, región del Caribe y sur de Florida. Se han establecido pequeñas plantaciones en República Dominicana, Cuba, Sur de Florida, Arizona, y la península de baja California (Parrota y Chaturvedi 1994). El neem se encuentra desde el nivel del mar hasta los 1500 m de altitud, con temperaturas máximas de hasta 44 C° y temperaturas mínimas de cerca a 0 C° , precipitación anual promedio de 450-1150 mm. Crece en suelos arenosos limosos y en suelos arcillosos pesada, suelos poco profundos, secos y pedregosos, con pH de 6.0 a 6.5 (CATIE 1986). En India el neem se usa en programas de reforestación en las zonas áridas de Andará, Pradesh, Bihar, Jugarte, Maharashtra, (Parrota y Chaturvedi 1994).

El neem es un árbol de tamaño medio, de 15 a 20 m de altura fuste corto y recto, corteza arrugada, color marrón oscuro a gris, copa densa redondeada con hojas imparipinnadas, alternas, de 20 a 40 cm (Brechelt *et al.* 1995). Crece de cuatro a siete metros de altura en los primeros tres años, produce frutos a partir del quinto año; para leña se poda a los ocho años y produce alrededor de $20 \text{ m}^3/\text{ha}/\text{año}$. Posteriormente retoña de forma rápida y se corta a los tres a cuatro años posterior a la poda (Geilfus 1994). La madera del neem se caracteriza por ser fragante, moderadamente dura y pesada y de una textura de mediana a tosca, con una fibra estrechamente entrelazada, anillos de crecimiento anuales bien diferenciados, existiendo de 2.0 a 2.4 anillos por cm de radio. Su peso específico es de aproximadamente 0.68 g por cm^3 o de entre 0.74 y 0.81 g/cm^3 para la madera secada al aire (Parrota y Chaturvedi 1994).

La importancia del neem radica en que es un importante elemento dentro de la agricultura sostenible debido a sus múltiples usos. Se usa como combustible ya que se han realizado pruebas preliminares que indican que el neem tiene una alta capacidad calórica, de unos 4,789 kcal/kg. También es útil para la confección de muebles, por su madera de buena calidad. En Haití se utilizan ramas y arboles de 10 a 12 años para la confección de puertas, ventanas, persianas, paredes de casas y en la elaboración de artesanías (Brechelt *et al.* 1995). A pesar que el neem contiene sustancias insecticidas no lo hace inmune a insectos- plagas. Estudios realizados en Republica Dominicana indican las plagas más importantes que afectan al neem, tales como: *Apate monachus* Boh, Coleóptero de la familia Bostrychidae, de color negro, mejor conocido como barrenador del tallo. Otras plagas son: *Aonidiella orientalis* Newst, homóptero (Diaspididae), mejor conocido como escama oriental y *Pinnaspis strachanis* Cool, homóptera (Diaspididae), mejor conocida como escama blanca de la guanábana (Brechelt *et al.* 1995).

El objetivo del estudio es evaluar el comportamiento de la caoba y neem en el valle del Zamorano en términos de adaptabilidad, crecimiento y rendimiento. Comparar con estudios anteriores la tasa de crecimiento para caoba y neem 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 *Swietenia macrophylla* y *Azadirachta indica* establecidas en terrenos de la Escuela agrícola Panamericana (Figura 1). Los lotes 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.

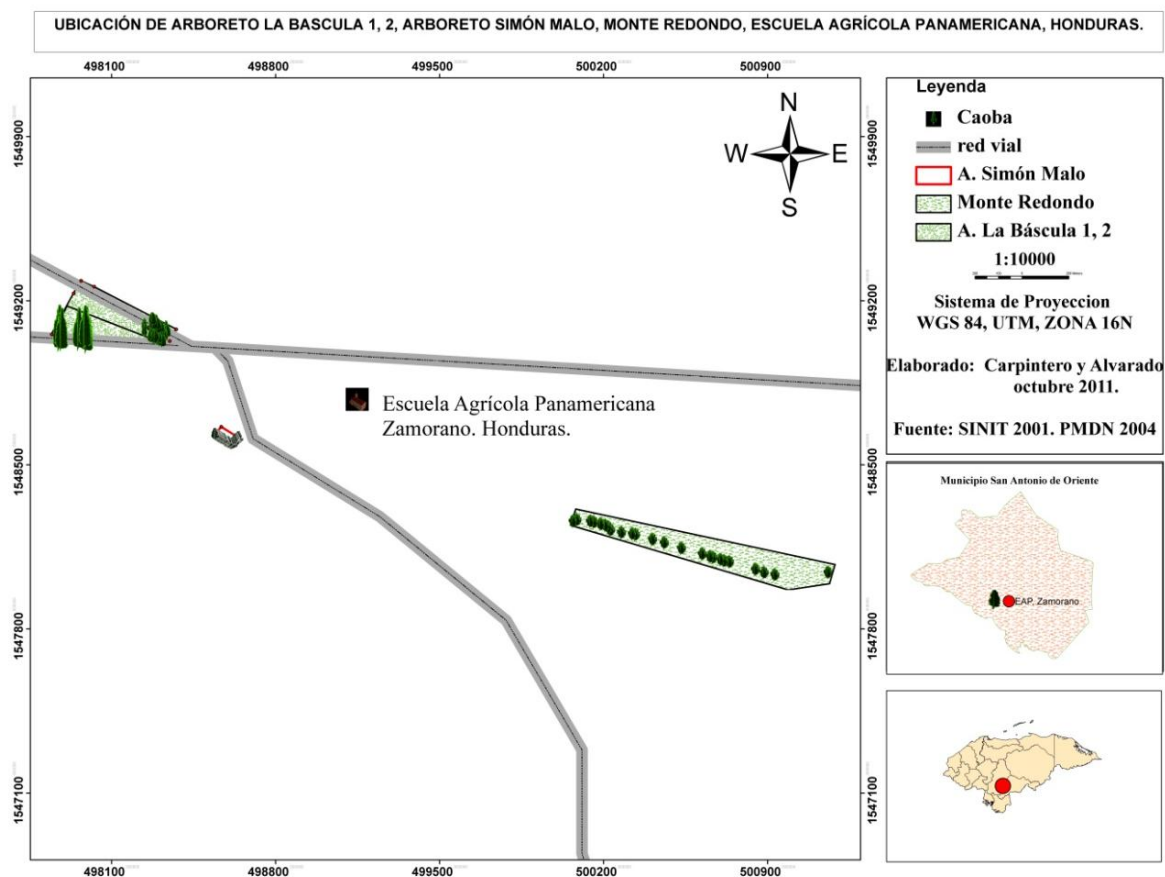


Figura 1. Ubicación geográfica de los lotes de estudio de *Swietenia macrophylla* y *Azadirachta indica*, Zamorano, Honduras, 2011.

Cuadro 1. Características morfológicas y físicas de los suelos de Arboreto La Báscula, Arboreto Simón Malo y Arboreto carretera a Monte Redondo, Zamorano, Honduras, 2011.

Lote	Calicata	Ho.	Prof	Color	Moteos	Textura	Pedregocidad	Estructura			Consistencia		RP (Kg7cm2)	Porosidad				Raíces		Límite		
					Color		Tam %	Tipo	Clase	Grado	Hum	Moj		Tipo	Clase	Contir	Frec	Tam	Cant	Tipo	nitidez	
Ganado de engorde	20	Ap	0 - 33	5YR 2.5/1		FA		ba	m,f	m	fr	lp	2.65	t,p	f	p	p	m,f,mf	p	p	c	
														v	f	nc	f					
		Bw	33 - 51	7.5YR 4/4		A		g	m		s	np	2.15	t	m	c	p	m,f,mf	m	o	a	
														v	m,f	nc	f					
		C	51 -120x	7.5YR 4/6																		
Vaca seca	18	S	0 - 32	2.5YR 3/3		FA		ba	m,f	m	fr	lp	1.65	v	g,mg	nc	m	m,f,mf	m	p	c	
														v	f	nc	f					
		Bw	32 - 53	5YR 6/6		FA		bs	g	m	f	lp	1.7	t	g,m	c	m	f,mf	f	p	c	
														p	f	c	p					
		R	53 - 78	7.5YR 4/6		ArA		ba	g,m	d	fr	lp	3.35	t	f	c	p	mf	p			
														p	f	c	p					
													v	f	nc	f						

continuación

Zorrales	17	Ap	0 - 20	10YR 2/1		F		g	m		fr	lp	1.95	t	f	c	f						
															v	g	nc	m	tt	m	p	c	
		Ap2	20 - 38	10YR 2/1		FAr		g	g		mfr	p		3.25	t	f	c	f					
																v	g	nc	m	tt	m	p	c
		Ap3	38 - 57	10YR 2/1		FAr		ba	m	m	f	p		3.6	p,t	g,f	c	p					
																v	f	nc	m	f,mf	f	p	c
		Bw	57 - 71	7.5YR 6/1		F		ba	m,f	m	fr	mp		3.71	t	f	c	f					
														v	f	nc	m	f,mf	p	p	c		
Bw2	71 - 94	7.5YR 6/1		F		bs	m	m	f	p		4.35	p,t	m	c	p							
														v	f	nc	m	f,mf	p	p	c		
2Ab	94 - 115x	7.5YR 4/2		F		ba	m	m	f	lp		>4.5	t,p	f	c	p							
														v	m	nc	m		a				

Nota: la información de ganado de engorde corresponde a Arboreto La Bascula. La de vaca seca al Arboreto Simón Malo y la de Zorrales al Arboreto carretera de Monte Redondo.

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.

Cuadro 2 . Propiedades químicas del primer y segundo horizonte de los suelos de Ganado de engorde, Vaca seca y Zorrales, Zamorano, Honduras, 2011.

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	PSI		
20	Ap	5.92	4.98	60	24	16	7.87	328	1130	190	160	1.5		0.8	5.65	1.58	0.7	10.3	64.19	85.4	8.2	55	15	6.8		
	Bw	6.93	0.65	74	14	12	1.64	186	650	120	173			0.5	3.25	1	0.75	5.48	45.64	100	8.7	59	18	14		
18	Ap	6.32	3.8	52	28	20	126	660	1450	210	163	1		169	7.25	1.75	0.71	12.4	61.99	91.9	14	58	14	5.7		
	Bw	6.8	0.91	60	22	18	7.47	414	860	140	163			1.1	4.3	1.17	0.71	7.24	40.19	100	15	59	16	10		
17	Ap/Ap2	5.79	0.78	30	40	30	10.1	574	2140	310	220	1.5		1.5	10.7	2.58	0.96	17.2	57.37	91.3	8.6	62	15	5.6		
	Ap3	5.89	4.03	24	36	40																				

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 Lotes de *Swietenia macrophylla* ubicados en Ganado de engorde, Vaca seca y Zorrales son suelo por aptitud de uso IV y V. 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	Sub Clase	Descripción	Área	
			ha	%
IV	Ivt	Suelos limitados por la presencia de texturas muy finas a lo largo del perfil. Estos suelos se encuentran en pendientes planas (0-3%), profundidad de 120 cm y libres de pedregosidad.	102.20	7.78
	Ivpe	Suelos limitados por profundidad efectiva entre 30 - 60 cm, debido a la presencia de un horizonte compactado. Se encuentra en pendientes planas (0-3%) con pedregosidad entre 15-25%, superficialmente dominan las texturas medias, con tendencia a encontrar texturas finas en horizontes subsuperficiales	64.76	4.93
	IVpe2	Suelos que presentan un horizonte compacto entre 30 - 60 cm que limita la profundidad efectiva. Se encuentran en pendientes entre 3 - 7 % y presenta entre 15 -25 % de pedregocidad a profundidades mayores del horizonte compactado. Predominan la textura medias gruesas a gruesas.	50.42	3.84
	Ivpe,p	Suelos limitados por profundidad efectiva entre 0 - 30 cm, debido a la presencia de un horizonte compactado. Se encuentra en pendientes entre 0 -7 %. Predominan las texturas francas.	127.20	9.69
V	Vpe	Suelos limitados por profundidad efectiva entre 0 - 30cm, debido a la presencia de un horizonte compactado. Se encuentran en pendientes entre 0 - 3 % y son ligeramente pedregosos (5-10%), predominan las texturas franco arenosas y franco arcillo arenosas	31.87	24.30
	Vpe2	Suelos que presentan un horizonte compactado entre 0 - 30 cm, limitando la profundidad efectiva. Se encuentran en pendientes entre 0-3% y puede apreciarse entre 25-50% de pedregosidad a profundidades mayores del horizonte compactado. Superficialmente predominan las texturas franco arenosas y subcuperficialmente texturas arcillo arenosas y arcillosas.	10.46	0.80

continuación

V	pe, p	en pendientes entre 33%. Superficialmente predominan las texturas francas con tendencia a encontrar texturas finas en horizontes subsuperficiales.	63.46	4.83
---	-------	--	-------	------

Fuente: Velásquez, 2007

Dentro de los parámetros de Zona de Vida 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 69 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.

Para llevar a cabo este estudio se utilizó de los siguientes materiales:

- Brújula Suunto: instrumento óptico manual que se utiliza para la determinación de rumbos.
- Plancheta: instrumento de madera de 20 × 20 cm, con cuatro clavos en las esquinas completamente verticales y que sirve de soporte a la brújula en la marcación de distancias.
- Clinómetro: instrumento óptico que se emplea para medir pendientes de terrenos y alturas de árboles.
- Forcípula: es un vernier grande que consta de un brazo fijo y otro móvil, calibrado en cm o en pulgadas y se usa para medir diámetros de árboles o de troncos.
- Cinta métrica: instrumento graduado en centímetros y metros, utilizado para la medición de distancias horizontales.
- GPS: aparato óptico calibrado para medir alturas sobre el nivel del mar y distancias horizontales y se aplica también para georeferenciar puntos sobre la superficie terrestre por medio de imágenes satelitales.
- Vara telescópica: es un instrumento calibrado para la medición directa de la altura de árboles.

Con relación a la metodología de levantamiento se levantaron mapas planimétricos de los diferentes lotes de caoba y neem plantados en Zamorano, por medio de GPS. En cada sitio se estableció parcelas temporales para medir variables de crecimiento. En cada bloque plantado se estableció una y dos parcelas temporales, cuya distribución espacial en el lote se determinó con la ayuda de GPS. Las parcelas temporales tienen forma rectangular o cuadrada dependiendo del tamaño y forma de cada lote. En cada parcela se midió la altura fustal, comercial total y se calculó el volumen real de 20 árboles por parcela. El mínimo

de arboles por parcelas es de 25 y el máximo es de 117 árboles. Para el levantamiento de cada parcela se utilizaron brújulas Suunto o plancheta y cintas métricas o teodolito. Para la medición de variables de crecimiento se utilizaron aparatos ópticos, varas telescópicas, cintas métricas y diamétricas.

En relación a la metodología de evaluación, se consideraron como variables medidas y evaluadas en cada árbol, dentro de cada parcela temporal el dap (diámetro a la altura del pecho), el diámetro comercial y las alturas total y comercial. Para medir los diámetros se utilizaron cintas diamétricas ó forcípulas y se aplicaron las normas de mediciones de la FAO. Para la medición de las alturas de los árboles de caoba se utilizó aparatos ópticos (clinómetros), debido a que la mayoría de los árboles presentan alturas mayores a 15 m. Para medir las alturas de los árboles de neem se utilizó la vara telescópica debido a que estos árboles presentan alturas menores de 15 m.

Utilizando la altura comercial se estimó el volumen real del fuste. Para esto se midió el diámetro con corteza cada metro a partir del diámetro basal hasta la altura comercial. Los árboles seleccionados para calcular el volumen real fueron los que presentaban características fenotípicas deseables. La población muestreada en cada parcela la constituyeron los árboles dominantes y codominantes, sin tomar en cuenta los árboles suprimidos. Con estos datos se determinó el volumen del fuste de cada árbol, aplicando el modelo matemático de Smalian cuya forma es:

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

Donde:

V= volumen del trozo de 2 m de longitud, en m³

A1= Área de sección 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 empleó 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 forma:

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

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:

$$G=\sum g \text{ en } 1.0 \text{ ha, en m}^2/\text{ha} \quad [4]$$

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

$$FF = \frac{vr}{vc} \quad [5]$$

Donde:

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

Vr= es el que se obtiene por medio de la formula de Smalian

Vc= Volumen del cilindro, calculado mediante la fórmula:

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

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.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La Escuela Agrícola Panamericana tiene a la fecha tres pequeños lotes plantados con *Swietenia macrophylla* y *Azadirachta indica*, dos en Arboreto La Báscula, uno en el Arboreto Simón Malo y uno carretera Monte Redondo. La superficie de estos lotes varía de 900 m lineal a 1,120 m lineal (Cuadro 4).

Cuadro 4. Orígenes de Germoplasma utilizado en la plantación de *Swietenia macrophylla* y *Azadirachta indica*, en terrenos de la Escuela Agrícola Panamericana, por Arboreto, superficie, procedencia de la semilla y fuente de semilla, Zamorano, Honduras, 2011.

Arboreto	Superficie (ha)	Edad (km) años	Procedencia de la semilla	Fuente de semilla
La Báscula 1*	0.90	29	--	Zamorano
La Báscula 2 ^x	0.06	24	--	R. Dominicana
Simón Malo*	0.14	27	--	Zamorano
Monte Redondo*	1.12	27	--	Zamorano
Total	0.06	1.26		

Arboreto con *S. macrophylla* (caoba),* Arboreto con *A. indica* (neem).^x

Los valores de las variables dasométricas de los árboles plantados en los diferentes lotes se presentan por Arboretos. En el Arboreto La Báscula existen dos parcelas adyacentes pero de diferentes edades. En este caso Arboreto La Báscula 2 corresponde a la plantación de mayor edad y Arboreto la Báscula 1 a la más joven. Con relación al Arboreto Simón Malo y carretera Monte Redondo hay únicamente un lote plantado y por lo tanto sólo contiene dos lotes plantados linealmente. Para el lote de Arboreto Simón Malo y Monte Redondo se muestra la información dasométricas completa. Para el Arboreto de la Báscula y para el Arboreto Simón Malo, 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.

En relación a las variables dasométricas correspondientes al Arboreto Báscula 1 se cubieron el 17 % de los árboles dominantes y codominantes, se le determinaron el volumen real, los diámetros a la altura del pecho (el mínimo medido fue de 26.50 cm y el máximo de 44.0 cm); la altura comercial (mínima 3.4 m y máxima 6.4 m) y total (mínimo 11.4 m y máximo 15.2 m) y los diámetros a distancias estándar de 1 m (Cuadro 5).

Cuadro 5. Diámetro a la altura del pecho, (dap), altura total (ht) y altura comercial (hc), por tamaños para *Swietenia macrophylla* en terrenos de Zamorano. Arboreto La Báscula 1, Zamorano, Honduras, 2011.

Tamaño	dap cm	hc m	ht m
Mínimo	26.5	3.4	11.4
Maximo	44.0	6.4	15.2
Promedio	34.4	4.7	13.0

En el Arboreto La Báscula 1, con un tamaño 0.9 km lineal (900 m), se evaluaron un total de 20 árboles de mejor formas (dominantes y codominantes). Se determinaron el dap promedio de 34.4 cm, la altura comercial promedio es de 4.7 m, la altura total promedio de 13.0 m, el volumen real promedio de 0.39 m³, volumen total promedio de 0.58 m³ y un factor de forma promedio de 0.88. El volumen real mínimo medido fue de 0.22 m³ y el máximo de 0.72 m³, mientras que el volumen mínimo del cilindro fue de 0.23 m³ y el máximo de 0.81 m³. El volumen total de los árboles de *Swietenia macrophylla* en el Arboreto La Báscula fue de 67 m³/km lineal y el volumen comercial para la especie fue de 46 m³/km lineal (Cuadro 6).

Cuadro 6. Diámetro a altura del pecho (dap), altura comercial (hc), altura total (ht), volumen real por árbol (vr), volumen del cilindro por árbol (vc), volumen total por árbol (vt) y factor de forma (FF). Para *Swietenia macrophylla*. Arboreto La Báscula 1. Zamorano, Honduras, 2011.

Árbol	dap (cm)	hc (m)	ht (m)	vol. real/árbol (m ³)	vol. cil (m ³)	vt (m ³)	FF
1	36.0	4.0	13.7	0.39	0.41	0.63	0.96
2	34.5	3.4	13.6	0.28	0.32	0.50	0.88
3	33.3	4.3	12.8	0.34	0.37	0.52	0.93
4	43.0	4.1	13.5	0.52	0.59	0.82	0.88
5	36.0	4.2	12.1	0.41	0.43	0.62	0.96
6	39.0	5.1	13.6	0.53	0.61	0.75	0.87
7	30.5	5.3	13.5	0.31	0.38	0.43	0.80
8	31.0	4.3	11.4	0.27	0.32	0.39	0.84
9	44.0	5.3	15.2	0.72	0.81	1.09	0.89
10	33.0	4.4	12.0	0.34	0.38	0.51	0.90
11	34.8	4.4	12.2	0.37	0.42	0.55	0.88
12	36.0	6.4	12.8	0.57	0.65	0.73	0.87

continuación

13	37.0	5.1	11.4	0.47	0.55	0.62	0.85
14	33.0	4.3	13.2	0.34	0.36	0.55	0.93
15	27.0	5.0	12.9	0.27	0.29	0.37	0.93
16	29.0	4.0	12.3	0.24	0.26	0.37	0.90
17	35.0	5.1	13.4	0.44	0.49	0.63	0.89
18	32.0	5.3	13.3	0.34	0.42	0.48	0.80
19	26.5	4.2	14.7	0.22	0.23	0.37	0.94
20	38.0	5.5	11.8	0.49	0.62	0.58	0.79
Promedio	34.4	4.7	13.0	0.39	0.45	0.58	0.88

Tamaño parcela: 900 m lineales

Número de árboles (n): 117

Vol. comer/ km lineal: 46 m³Vol. total/ km lineal: 67 m³

En relación a las variables dasométricas correspondientes al Arboreto Simón Malo, se evaluaron en 140 m lineal, encontrándose en ella 29 árboles. Donde las variables dasométricas de dap, diámetro basal, área basimétrica y área basal se presentan en el Anexo 5. En este Arboreto se cubicaron 29 árboles que representa el total de la población, de los cuales se escogieron 24% de los árboles dominantes y codominantes de mejor fenotipo. A estos individuos se les determinaron el dap mínimo medido de 28.5 cm y el máximo de 38.0 cm; la altura comercial mínima fue de 3.5 m y la máxima de 5.3 m; la altura total mínima fue de 11.0 m y la máxima de 14.3 m. El diámetro a la altura de pecho promedio fue de 33.1 cm, altura comercial promedio de 4.3 m, altura total promedio fue de 12.8 m (Cuadro 7).

Cuadro 7. Diámetro a la altura del pecho (dap), altura total (ht) y altura comercial (hc), por tamaños para *Swietenia macrophylla* en terrenos de Zamorano. Arboreto Simón Malo, Zamorano, Honduras, 2011.

Tamaño	dap (cm)	hc (m)	ht (m)
Mínimo	28.5	3.5	11.0
Maximo	38.0	5.3	14.3
Promedio	33.1	4.3	12.8

Seleccionando los árboles de mejor formas (dominantes y codominantes) del Arboreto Simón Malo, se determinaron el volumen real promedio por árbol de 0.35 m³, volumen de cilindro promedio de 0.38 m³, volumen total promedio de 0.55 m³ y un factor de forma promedio de 0.91. El volumen total por árboles de *Swietenia macrophylla* en el Arboreto Simón Malo, para 0.14 km lineal es de 16 m³ y el volumen comercial para la especie fue de 10 m³/0.14 km lineal. (Cuadro 8)

Cuadro 8. Diámetro a la altura de pecho (dap), altura comercial (hc), altura total (ht), volumen real por árbol (vr), volumen del cilindro (vc), volumen total por árbol (vt) y factor de forma (FF), para árboles dominantes y codominantes de *Swietenia macrophylla*. Arboreto Simón Malo, Zamorano, Honduras, 2011.

Árbol	dap (cm)	hc (m)	ht (m)	vol. real/árbol (m ³)	vol. cil (m ³)	v.t (m ³)	FF
1	28.5	4.4	14.3	0.25	0.28	0.42	0.89
2	31.0	4.3	11.2	0.30	0.32	0.43	0.92
3	32.5	4.2	14.2	0.30	0.35	0.51	0.87
4	35.5	4.2	12.5	0.37	0.41	0.57	0.90
5	35.0	3.5	12.7	0.32	0.33	0.58	0.96
6	31.5	4.5	11.0	0.30	0.35	0.43	0.86
7	38.0	5.3	13.7	0.59	0.60	0.87	0.98
Promedio	33.1	4.3	12.8	0.35	0.38	0.55	0.91

Tamaño parcela: 140 m lineal

Número de árboles/km lineal (n): 29

Vol. total/km lineal: 16 m³

Vol. comer/km lineal: 10 m³

En relación a las variables dasométricas correspondientes al Arboreto carretera a Monte Redondo, se evaluaron en 1,116 m lineal encontrándose en ella 28 árboles. Las variables dasométricas de dap, altura comercial mínima y máxima, altura total mínima y máxima, se presenta en el (Cuadro 9). En este Arboreto se muestrearon el 100% de la población correspondientes a veinte ochos árboles, a estos individuos se les determinaron el dap mínimo medido de 38.0 cm y el máximo de 85.9 cm; la altura comercial mínima fue de 4.3 m y la máxima de 8.9 m; la altura total mínima fue de 10.5 m y la máxima de 16.6 m. Tuvieron un dap promedio de 54.4 cm, una altura total promedio de 16.6 m, una altura fustal promedio de 3.7 y una altura comercial promedio de 5.9 m (Cuadro 9).

Cuadro 9. Diámetro a la altura del pecho, (dap), altura total (ht) y altura comercial (hc), por tamaños para *Swietenia macrophylla* en terrenos de Zamorano. Arboreto carretera a Monte redondo, Zamorano, Honduras, 2011.

Tamaño	dap (cm)	hc (m)	ht (m)
Mínimo	38.0	4.3	10.5
Máximo	85.9	8.9	20.9
Promedio	54.4	5.9	16.6

Seleccionando los árboles de Arboreto carretera a Monte Redondo se determinaron el volumen real mínimo de 0.30 m³ y el máximo de 1.30 m³. El volumen total mínimo en los arboretos evaluados es de 0.59 m³, el máximo de 3.8 m³, el volumen real promedio

por individuo es de 0.70 m³. Con relación al volumen de cilindro promedio por árbol es de 0.82 m³, volumen total promedio por árbol es de 1.34 m³, el volumen de eje por árbol promedio de 0.38 m³ y un volumen comercial promedio incluyendo la rama por árbol de 0.96 m³. El número de árboles /km lineal es de 28, que representa el volumen total de los árboles de 38 m³/km lineal y el volumen comercial de 20 m³/km lineal. (Cuadro 10).

Cuadro 10. Diámetro a la altura del pecho (dap), altura fustal (hf), altura comercial (hc), altura total (ht), volumen real por árbol (vr), volumen del cilindro por árbol (v cil), volumen total por árbol (vt), volumen de ejes por árbol (v de ejes/árbol), volumen comercial incluyendo rama por árbol (v comeri ncluy rama/árbol) y factor de forma (FF). Para *Swietenia macrophylla*. Arboreto carretera a Monte Redondo, Zamorano, Honduras, 2011.

Árbol	dap (cm)	h f (m)	hc (m)	h t (m)	vol. real/árbol (m ³)	vol. cilindro (m ³)	vol t (m ³)	vol de ejes/árbol	vol.com. rama
1	53.2	3.3	6.9	16.9	0.69	0.73	1.50	0.52	1.20
2	73.0	3.5	7.3	19.7	1.30	1.46	3.07	1.00	2.29
3	38.0	4.9	7.5	18.3	0.50	0.56	0.77	0.15	0.65
4	48.3	3.1	6.5	19.9	0.53	0.56	1.17	0.26	0.80
5	44.0	3.9		14.9	0.52	0.59	0.79		0.52
6	45.0	2.3	4.7	12.9	0.35	0.37	0.89	0.33	0.69
7	50.0	5.1	7.5	18.9	0.90	1.00	1.27	0.09	0.99
8	56.7	3.9	5.9	18.9	0.92	0.98	1.52	0.36	1.28
9	56.7	3.9	6.7	18.9	0.88	0.98	1.47	0.15	1.03
10	80.5	1.5	4.5	20.9	0.52	0.75	3.80	0.76	1.27
11	85.9	1.9	5.5	17.9	0.86	1.09	1.82	0.45	1.32
12	85.9	1.9	5.5	17.9	0.86	1.09	1.82	0.35	1.21
13	66.1	3.1	6.3	19.7	1.01	1.06	2.09	0.59	1.60
14	60.0	3.9	5.5	19.7	0.82	1.09	1.24		0.82
15	45.0	4.9		19.7	0.74	0.77	1.04	0.07	0.81
16	39.5	2.9		11.1	0.35	0.35	0.60		0.35
17	43.0	4.9		13.1	0.56	0.71	0.71		0.56
18	39.0	4.7		10.5	0.46	0.56	0.62		0.46
19	54.1	2.3	4.5	11.9	0.49	0.53	1.06	0.36	0.85
20	71.0	3.9	6.7	18.1	1.24	1.54	2.02	0.45	1.69
21	38.0	4.9	0.0	14.9	0.43	0.56	0.59		0.43
22	52.0	3.1	4.3	14.9	0.59	0.66	1.18	0.20	0.79
23	49.0	5.9	8.9	14.5	0.69	1.11	0.83	0.22	0.91
24	43.1	2.1		12.1	0.30	0.31	0.68		0.30
25	64.9	4.3	6.7	16.9	1.28	1.42	2.30	0.58	1.86

continuación

26	50.0	3.7		17.9	0.61	0.73	0.88		0.61
27	46.0	5.5		17.9	0.80	0.92	0.97		0.80
28	46.0	3.1	6.7	16.9	0.48	0.52	0.95	0.43	0.92
Prom.	54.4	3.7	5.9	16.6	0.70	0.82	1.34	0.38	0.96

Tamaño parcela: 1,116 m lineal

Número de árboles/km lineal (n): 28

Vol. total /km lineal: 38 m³Vol. comer/km lineal: 20 m³

En este Arboreto se muestrearon el 100% de los individuos correspondientes a veinteocho árboles, el cual representa la altura total promedio por árbol de 16.6 m y la altura comercial promedio de 5.9 m, con un volumen total promedio de 1.3 m³ y con un volumen real promedio por árbol de 0.7 m³ (Cuadro 11).

Cuadro 11. Altura total promedio (ht), altura comercial promedio (hc), volumen total promedio por árbol (vt) y volumen real promedio por árbol (vr) para *Swietenia macrophylla*. Lote 3. Monte redondo, Honduras, 2011.

ht (m)	hc (m)	v.r (m ³)	v. total (m ³)
16.6	5.9	0.7	1.3

Se evaluaron 28 árboles que representa el 100 % de la población, de los cuales se escogieron 8 árboles dominantes y codominantes de mejor fenotipo, esto representa un volumen total promedio por árbol de 0.95 m³, con un volumen real por árbol promedio de 0.66 m³ y con factor de forma promedio por árbol de 0.81 (Cuadro 12).

El volumen comercial/Km lineal es prácticamente bajo en el Arboreto Monte Redondo con cifra de 20 m³/km lineal, La Bascula y Arboreto Simón Malo con valores medios de 46 m³/Km lineal y 10 m³/Km lineal, respectivamente. El desperdicio de espacio y la falta de manejo del Arboreto carretera a Monte Redondo se traduce en menores ingreso en relación a lo que se podría obtener utilizando el espacio adecuadamente.

Cuadro 12. Volumen real por árbol (vr), volumen total por árbol (vt), y factor de forma (FF), para árboles dominantes y codominantes de *Swietenia macrophylla*. Arboreto carretera a Monte Redondo, Zamorano, Honduras, 2011.

Árbol	vol real/árbol	vol t/árbol	FF
1	0.50	0.77	0.90
2	0.52	0.79	0.87
3	0.90	1.27	0.90
4	0.56	0.71	0.78
5	0.46	0.62	0.83
6	1.24	2.02	0.80
7	0.43	0.59	0.77
8	0.69	0.83	0.62
Promedio	0.66	0.95	0.81

Tamaño parcela: 1,116 m

Número de árboles/km lineal (n): 28

Vol. total /km lineal: 38 m³

Vol. comer/km lineal: 20 m³

En relación a las variables dasométricas correspondientes al Arboreto La Báscula 2, se evaluaron en 600 m², encontrándose en ella 56 árboles. Se determinaron las variables dasométricas correspondientes dap, diámetro basal, área basimétrica y área basal se presentan en el Anexo 10.

En esta parcela se muestrearon el 36 % de la población total correspondiente a veinte árboles, a estos individuos se les determinaron el dap mínimo medido de 14.0 cm y el máximo de 23.0 cm; la altura total mínima fue de 7.3 m y la máxima de 11.2 m; la altura comercial mínima fue de 2.5 m y la máxima de 4.5 m. El dap promedio de 19.3 cm, con una altura total promedio de 9.5 m y una altura comercial promedio de 3.9 m (Cuadro 13).

Cuadro 13. Diámetro a la altura del pecho, (dap), altura total (ht) y altura comercial (hc), por tamaños para *Azadirachta indica*, en terrenos de Zamorano. Arboreto La Báscula 2, Zamorano, Honduras, 2011.

Tamaño	dap (cm)	hc (m)	ht (m)
Mínimo	14.0	2.5	7.3
Máximo	23.0	4.5	11.2
Promedio	19.3	3.9	9.5

Seleccionando los árboles de mejor forma dominantes y codominantes del Arboreto La Báscula 2, se determinaron el volumen real mínimo de 0.06 m³ y el máximo de 0.16 m³; el volumen total mínimo fue de 0.08 m³ y el máximo de 0.20 m³, el volumen real promedio por árboles de 0.10 m³, un factor de forma promedio de 0.90, un volumen

promedio de cilindro por árbol de 0.12 m³ y un volumen total promedio 0.14 m³. En el Arboreto La Báscula 2, el volumen total fue de 46 m³/ha y el volumen comercial fue de 34 m³/ha (Cuadro 14).

El Arboreto con neem el número de árboles/ha es de 933 árboles, lo cual es una densidad aproximadamente alta para la edad actual de 24 años. El manejo no se dió debido a que existen otras plantaciones de mayor prioridad, debido a que generan mayores ingresos. Por otro lado, para lograr un adecuado incremento diametral y en altura se debe reducir la cantidad de plantas por ha para así reducir la competencia entre las mismas

Cuadro 14. Diámetro a altura del pecho (dap), altura comercial (hc), altura total (ht), volumen real por árbol (vr), volumen del cilindro por árbol (vcil), volumen total por árbol (vt) y factor de forma (FF) . Para *Azadirachta indica*. Arboreto La Báscula 2, Zamorano, Honduras, 2011.

Árbol	dap (cm)	hc (m)	ht (m)	vol real/árbol (m ³)	vol cil (m ³)	vol t (m ³)	FF
1	17.0	4.3	8.3	0.09	0.10	0.11	0.92
2	17.3	3.5	8.9	0.07	0.08	0.10	0.90
3	18.0	4.4	9.9	0.10	0.11	0.13	0.89
4	18.5	4.4	10.6	0.10	0.12	0.13	0.85
5	17.3	3.3	10.5	0.07	0.08	0.12	0.98
6	21.5	4.4	10.0	0.14	0.16	0.18	0.88
7	23.0	3.3	10.7	0.13	0.14	0.20	0.96
8	20.5	4.2	10.4	0.12	0.14	0.16	0.84
9	17.3	3.4	8.7	0.07	0.08	0.10	0.91
10	22.0	4.3	9.6	0.13	0.16	0.17	0.81
11	19.5	4.4	9.4	0.11	0.13	0.13	0.82
12	22.0	4.3	9.2	0.13	0.16	0.16	0.80
13	23.3	4.3	9.7	0.16	0.18	0.19	0.90
14	20.0	3.3	11.2	0.10	0.10	0.16	0.97
15	19.5	4.4	10.0	0.12	0.13	0.16	0.91
16	23.0	3.3	8.8	0.12	0.14	0.17	0.91
17	16.5	3.3	8.9	0.07	0.07	0.10	0.99
18	14.0	4.5	8.3	0.07	0.07	0.08	0.96
19	17.0	4.4	8.8	0.09	0.10	0.11	0.92
20	18.8	2.5	7.3	0.06	0.07	0.09	0.83
Promedio	19.3	3.9	9.5	0.10	0.12	0.14	0.90

Tamaño parcela: (600 m²)

Promedio de árboles /ha (N): 933

Vol. comer/ha: 34 m³

Vol. total/ha: 46 m³

El incremento medio anual en altura total para la caoba del Arboreto La Báscula que tiene 29 años de edad es de 0.45 m/año, en altura comercial de 0.16 m/año y el incremento medio anual en dap de 1.19 cm/año. El incremento medio anual en altura total para la caoba del Arboreto Simón Malo y Arboreto carretera Monte Redondo fue de 0.54 m/año, en altura comercial 0.16 m/año y el incremento medio anual en dap fue de 1.62 cm/año. En cuanto al neem el incremento medio anual en altura total fue de 0.39 m/año en altura comercial de 0.16 m/año y dap promedio de 0.80 cm/año (Cuadro 15).

Cuadro 15. Incremento medios anuales (IMA) en dap y altura para *Swietenia macrophylla* y *Azadirachta indica*, Francisco Morazán, Honduras, 2011.

Sitio	Zona de vida	Tipo de plantación	Edad (años)	Incremento medio anual, 2011.		
				Altura (m)		
				total	comercial	dap(cm)
Zamorano (caoba)	bs - T	△ Bandas con otra especies	29	0.45	0.16	1.19
Zamorano (caoba)	bs - T	△ Lineas puras en linderos	27	0.54	0.16	1.62
Zamorano (Neem)	bs - T	△ Bandas de enriquecimiento	24	0.39	0.16	0.80
Prom.			caoba	0.50	0.16	1.40
			neem	0.39	0.16	0.80

La comparación del incremento medio anual en altura total del año 1999 y 2011, muestra que en el 2011 el crecimiento disminuyó 0.17 m/año. El incremento medio anual en altura comercial disminuyó 0.14 m/año, y el incremento medio anual en diámetro aumento 0.03 cm/año (Cuadro 15 y 16).

Cuadro 16. Incremento medio anual en diámetro y altura por sitio, zona de vida y tipo de plantación estudio 1999.

Sitio	Zona de vida	Tipo de plantación	Edad (años)	Incremento medio anual, 1999.		
				Altura (m)		
				total	comercial	dap (cm)
Zamorano	bs - T	△ Bandas con otra especies	16	0.62	0.30	1.23
Zamorano	bs - T	△ Lineas puras en linderos	15	0.70	0.28	1.50
Prom				0.66	0.29	1.37

Fuente: Egüez, 1999

La cantidad de individuos deseables fenotípicamente en la actualidad como progenitores en futuras plantaciones de reforestación o de mejoramiento genético es casi nula, esto se debe a que pocos árboles estudiados cumplían con características fenotípicamente deseables. Las plantaciones tanto de caoba como de neem no fueron económicamente prioritarias como otras plantaciones, por esta razón los incrementos y rendimientos volumétricos fueron afectados por la excesiva competencia entre individuos. Se obtendrían mejores resultados si se hubiese aplicado en ellas podas, control de plagas y raleo en el momento oportuno. Aunque en la actualidad no se han obtenido los rendimientos esperados las plantaciones de caoba y neem cumple funciones importantes en el mejoramiento de las propiedades físicas y químicas de los suelos donde están establecidas. Otro aporte sin duda alguna es la reducción de la presión sobre los bosques naturales y una estable interacción entre la oferta y demanda de la madera en los mercados.

4. CONCLUSIONES

- Existe un potencial relativamente alto para el establecimiento de pequeñas plantaciones con *S. macrophylla* en Zamorano. El potencial radica en sus condiciones climática y en la búsqueda de mejores sitio en termino de suelos.
- El potencial y el comportamiento de *S. macrophylla* y *A. indica* en términos de adaptabilidad, crecimiento y rendimiento está estrechamente relacionados con la correcta selección del sitio, la procedencia de la semilla y el manejo apropiado de estas plantaciones en todas las etapas hasta llegar al turno económico.
- Tanto el crecimiento y rendimiento de neem son bajos debido a que el objetivo de las plantaciones establecida con esta especie era la producción de insecticida orgánico no contaminante.

5. RECOMENDACIONES

- Para establecer plantaciones comerciales con *S. macrophylla* y *A. indica* se recomienda seleccionar los lotes en función de los requerimientos de estas especies. Estos requerimientos básicos son: elevación, precipitación promedio anual, temperatura promedio anual y tipo de suelo.
- Se recomienda utilizar para futuras plantaciones de estas dos especies sitios de alta fertilidad, buen drenaje y semillas de alta calidad fenotípica. Invertir en plantaciones de estas dos especies amerita la inversión debido a que el precio actual y de la madera en el futuro generaran ingresos considerables a Zamorano.
- Realizar a la mayor brevedad posible raleos de alta intensidad en los lotes de *Swietenia macrophylla* y *Azadirachta indica*, esto con el fin de reducir la competencia entre individuos y llevar estas plantaciones a una densidad adecuada antes del turno económico.

6. LITERATURA CITADA

Barrance, A. Beer, J. Boshier, D.H. Chamberlain, J. Cordero, J. Detlefsen, G. Finegan, B. Galloway, G. Gomez, M. Gordon, J. Hands, M. Hellin, J. Hughes, G. Ibrahim, M. Kass, D. Leakey, R. Mesén, F. Montero, M. Rivas, C. Somarriba, E. Stewart, J. Pennington, T. 2003. Árboles de Centroamérica. Eds. J, Cordero y D, H, Boshier. OFI/CATIE. C.R. 1,084p.

Barreto Calderon, C. Olivos Morales, B. 2007. Modelo empresarial ecoeficiente para la transformación comercialización de los productos derivados del sistema agroforestal con árbol del Neem (*Azadirachta indica*, A. Juss), en la vereda Guabinal-cerro, Girardot-Cundinamarca. Tesis Profesional en Administración y Gestión Ambiental. Bogota, D.C, Universidad Piloto de Colombia. 203 p.

Bauer, P. Francis, K. 1998. *Swietenia macrophylla* King; Caoba hondureña, Honduras mahogany (en línea). New Orleans, LA: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Southern Forest Experiment Station. Consultado 13 sept. 2011. Disponible en <http://www.fs.fed.us/global/iitf/Swieteniamacrophylla.pdf>

Brechelt, A. Tavareras, F. Adonys de los Santos, J. Martinez Pujols, F. Peralta Girón, R. Nina, N. Montero, A. 1995. El nim un Árbol para la agricultura y el medio ambiente: Experiencias en República Dominicana. Eds. Brechelt, A. Fernández C. Santo Domingo, R.D. 133 p.

Carbo Zeller, M. Cevallos, C. Zunino, R. 2001. Promoción de inversión fragmentada en un proyecto agroforestal en Guayaquil-Ecuador. Tesis Economista en Gestión Empresarial. Escuela Superior Politécnica del Litoral, Ecuador-Guayaquil. 218p.

CATIE (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, CR). 1986. Silvicultura de Especies Promisorias para la producción de leña en América Central: Resultado de 5 años de investigación. Departamento de Recursos Naturales Renovables. Turrialba, C.R. 232 p. (serie técnica. Informe técnico/CATIE; no. 86)

CATIE (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, CR). 2001 Silvicultura de bosques latifoliados húmedos con énfasis en América Central. Eds. Louman, B. Quirós, D. Nilsson, M. Turrialba, C.R. 265 p. (Serie técnica. Manual técnico/ CATIE; no. 46).

CONIFOR (Colegio Nacional de Ingenieros Forestales); CIFOP (Colegio de ingenieros forestales de pichincha); Majagual. 2007. Propuesta nacional para el manejo sostenible de *la Swietenia macrophylla* King "caoba" en Ecuador (en línea). Consultado 20 may. 2011. Disponible en <http://www.ibcperu.org/doc/isis/7476.pdf>

Egües, JD. 1999. Evaluación técnica económica de plantaciones de caoba (*Swietenia macrophylla* King) en Honduras. Tesis Ing. Agr. Tegucigalpa, Hn. Escuela Agrícola Panamericana el Zamorano. 57 p.

FFI (Fauna & Flora International, RU). 2006. Estado y aprovechamiento sostenible de la caoba en Centroamérica. Cambridge, RU (en línea). Consultado 15 septi. 2011. Disponible en http://www.globaltrees.org/downloads/Mahoganyreport_final_Spa.pdf

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). 2010. Principales resultados: Evaluación de los recursos forestales mundiales (en línea). Consultado 28 sept. 2011. Disponible en <http://foris.fao.org/static/data/fra2010/KeyFindings-es.pdf>

Fredericksen, T. Contreras, F. Pariona, W. 2001. Guía de silvicultura para bosques Tropicales de Bolivia. Proyecto de Manejo Forestal Sostenible (BOLFOR). Santa Cruz Bolivia. 82 p.

Geilfus, F. 1994. El árbol al servicio del agricultor: manual de agroforestería para el desarrollo rural. ENDA-CARIBE/CATIE. Turrialba, C.R. 782 p. (Volumen 2. Guía de especies).

INAFOR (Instituto Nacional Forestal, Nc). 2006. Manejo Forestal: elaboración de planes de manejo y planes operativos de aprovechamiento en bosques húmedos latifoliados. 165 p.

Jiménez Saa, H. 1999. Diagnóstico de la caoba (*Swietenia macrophylla* King) en Mesoamérica: Revisión bibliográfica. Centro Científico Tropical (CCT). 67 p.

Lamprecht, H. 1990. Silvicultura en los Trópicos: Los ecosistemas forestales en los Bosques tropicales y sus especies arbóreas; Posibilidades y métodos para un aprovechamiento sostenido. Trad. Carrillo, A. Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ) GmbH, Postfach 5180, D-6236 Eschborn 1, República Federal de Alemania. 335 p.

Manosalvas Scacco, ED. 2001. Estudio del riesgo-financiero para la producción in vitro y plantación de clones de *Swietenia macrophylla* (caoba) en Honduras. Tesis Ing. Agr. Tegucigalpa, Hn. Escuela Agrícola Panamericana el Zamorano. 66 p.

Parrotta, JA. Chaturvedi, A.N. 1994. *Azadirachta indica* A. Juss. Neem, margosa. New Orleans, LA: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Southern Forest

Experiment Station (en línea). Consultado 13 sept. 2011. Disponible en <http://www.fs.fed.us/global/iitf/Azadirachtaindica.pdf>

SINCH (Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas, CO). 2006. Libros rojo de plantas de Colombia: especies maderables amenazadas. Eds. Cárdenas L, D. Salinas, NR. Bogotá, D.C. 169 p.

Velásquez, D. 2007. Estudio semidetallado de suelos de la parte plana de la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras. Tesis. Ing. Agr. Tegucigalpa, Hn. Escuela Agrícola Panamericana el Zamorano. 65p.

7. ANEXOS

Anexo 1. Diámetro a la altura de pecho (dap), altura comercial (hc), altura total (ht), área basimétrica (g), volumen de cilindro (v cil), para *Swietenia macrophylla*. Arboreto La Báscula 1, Zamorano, Honduras, 2011.

Árbol	dap (cm)	hc (m)	ht (m)	g (m ² /árbol)	v.c (m ³)
1	32.0	4.00	15.20	0.080	0.322
2	30.5	4.80	13.20	0.073	0.351
3	48.0	5.20	15.20	0.181	0.941
4	19.8	4.40	12.11	0.031	0.135
5	19.5	4.00	11.75	0.030	0.119
6	34.0	3.64	13.90	0.091	0.330
7	26.0	5.90	14.50	0.053	0.313
8	22.5	6.00	12.20	0.040	0.239
9	25.0	3.68	11.33	0.049	0.181
10	29.0	5.79	12.79	0.066	0.382
11	21.0	4.69	12.38	0.035	0.162
12	28.0	3.30	12.13	0.062	0.203
13	20.0	2.57	12.47	0.031	0.081
14	18.3	4.22	12.00	0.026	0.110
15	21.5	4.30	13.32	0.036	0.156
16	31.5	3.50	12.00	0.078	0.273
17	20.0	2.73	9.60	0.031	0.086
18	16.5	2.45	10.00	0.021	0.052
19	17.5	2.50	8.70	0.024	0.060
20	19.5	4.30	11.85	0.030	0.128
21	26.3	2.80	10.75	0.054	0.152
22	21.0	3.28	10.76	0.035	0.114
23	24.0	3.50	10.70	0.045	0.158
24	16.0	2.84	7.88	0.020	0.057
25	16.5	2.80	8.00	0.021	0.060

continuación

26	20.5	2.35	8.60	0.033	0.078
27	25.0	3.10	9.65	0.049	0.152
28	20.5	3.15	11.50	0.033	0.104
29	26.5	4.10	10.30	0.055	0.226
30	34.3	4.40	12.20	0.092	0.405
31	22.5	4.50	10.25	0.040	0.179
32	22.5	5.20	12.50	0.040	0.207
33	21.0	4.90	11.10	0.035	0.170
34	26.0	5.20	11.86	0.053	0.276
35	35.8	6.43	12.78	0.100	0.645
36	27.5	3.20	9.10	0.059	0.190
37	21.0	4.55	10.06	0.035	0.158
38	28.5	5.20	9.75	0.064	0.332
39	18.3	5.40	10.50	0.026	0.141
40	31.5	4.20	11.70	0.078	0.327
41	26.5	3.90	11.70	0.055	0.215
42	24.0	3.20	9.10	0.045	0.145
43	28.5	3.07	9.98	0.064	0.196
44	34.0	4.30	12.90	0.091	0.390
45	27.0	7.00	13.20	0.057	0.401
46	26.0	5.17	10.30	0.053	0.274
47	22.3	5.30	10.50	0.039	0.207
48	20.5	2.59	10.10	0.033	0.085
49	27.0	3.70	11.40	0.057	0.212
50	16.0	5.30	9.50	0.020	0.107
51	27.0	4.14	10.30	0.057	0.237
52	30.0	4.30	11.70	0.071	0.304
53	36.5	4.56	11.40	0.105	0.477
54	21.0	3.70	10.90	0.035	0.128
55	18.5	4.15	9.70	0.027	0.112
56	20.0	4.50	10.00	0.031	0.141
57	19.0	3.28	9.70	0.028	0.093
58	23.5	3.46	9.54	0.043	0.150

continuación

59	20.5	5.79	9.99	0.033	0.191
60	17.8	5.18	8.92	0.025	0.128
61	25.5	6.65	12.94	0.051	0.340
62	38.0	5.47	11.82	0.113	0.620
63	27.5	4.86	11.66	0.059	0.289
64	20.0	3.68	10.81	0.031	0.116

Anexo 2. Diámetro a altura del pecho (dap), diámetro basal (dbasal), altura comercial (hc), altura total (ht) y diámetros a longitud estándar de 1m. Para *Swietenia macrophylla*. Arboreto La Báscula 1. Zamorano, Honduras, 2011.

Árbol	dap (cm)	dbasal (cm)	hc (m)	ht (m)	d.1 (cm)	d.2 (cm)	d.3 (cm)	d.4 (cm)	d.5 (cm)	d.6 (cm)
1	36.0	45.0	4.00	13.70	37.0	33.0	32.0	31.0		
2	34.5	40.5	3.40	13.64	36.0	32.0	29.0			
3	33.3	40.5	4.25	12.84	35.0	32.0	30.0	28.0		
4	43.0	51.0	4.09	13.54	45.0	37.5	36.0	35.0		
5	36.0	45.0	4.20	12.10	37.0	35.5	33.0	32.0		
6	39.0	45.5	5.10	13.60	40.0	36.0	34.0	33.5	32.0	
7	30.5	35.0	5.25	13.50	32.0	27.0	25.5	25.0	24.0	
8	31.0	36.0	4.30	11.35	33.0	27.0	26.0	25.0		
9	44.0	50.0	5.30	15.20	45.0	43.0	42.0	39.5	38.0	
10	33.0	42.0	4.40	12.00	34.0	31.0	30.3	29.0		
11	34.8	44.0	4.40	12.20	36.0	32.0	31.0	30.0		
12	36.0	40.0	6.43	12.78	37.5	35.0	34.8	33.0	32.0	31.5
13	37.0	42.5	5.10	11.40	38.0	33.0	32.0	31.8	31.0	
14	33.0	37.0	4.25	13.24	35.0	32.0	30.0	30.0		
15	27.0	30.0	5.00	12.92	28.5	26.5	26.0	22.5	22.0	
16	29.0	31.0	4.00	12.32	30.5	25.5	25.5	25.0		
17	35.0	38.0	5.10	13.42	36.5	33.0	32.0	31.0	30.0	
18	32.0	33.0	5.25	13.31	32.3	30.0	28.0	26.5	26.0	
19	26.5	34.0	4.20	14.65	27.0	25.0	24.0	23.5		
20	38.0	50.0	5.47	11.82	39.0	35.0	34.5	27.5	23.0	
Promedio	34.43	40.50	4.67	12.98						

Anexo 3. Volumen por sección (vn), volumen real (vr), volumen del cilindro (vcil) y factor de forma (FF), para árboles dominantes y codominantes de *Swietenia macrophylla*. Arboreto La Báscula 1, Zamorano, Honduras, 2011.

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. real/árbol (m ³)	vol.cil (m ³)	vt	FF
1	0.133	0.097	0.083	0.078			0.391	0.407	0.632	0.96
2	0.115	0.091	0.073				0.280	0.318	0.503	0.88
3	0.113	0.088	0.076	0.066			0.343	0.369	0.517	0.93
4	0.182	0.135	0.106	0.099			0.522	0.594	0.822	0.88
5	0.133	0.103	0.092	0.083			0.412	0.428	0.621	0.96
6	0.144	0.114	0.096	0.089	0.084		0.528	0.609	0.753	0.87
7	0.088	0.069	0.054	0.050	0.047		0.309	0.384	0.432	0.80
8	0.094	0.071	0.055	0.051			0.271	0.325	0.386	0.84
9	0.178	0.152	0.142	0.131	0.118		0.720	0.806	1.091	0.89
10	0.115	0.083	0.074	0.069			0.340	0.376	0.506	0.90
11	0.127	0.091	0.078	0.073			0.369	0.417	0.551	0.88
12	0.118	0.103	0.096	0.090	0.083	0.079	0.569	0.654	0.733	0.87
13	0.128	0.099	0.083	0.080	0.077		0.467	0.548	0.624	0.85
14	0.102	0.088	0.076	0.071			0.336	0.364	0.546	0.93
15	0.067	0.059	0.054	0.046	0.039		0.266	0.286	0.366	0.93
16	0.074	0.062	0.051	0.050			0.237	0.264	0.372	0.90
17	0.109	0.095	0.083	0.078	0.073		0.438	0.491	0.632	0.89
18	0.084	0.076	0.066	0.058	0.054		0.338	0.422	0.48	0.80
19	0.074	0.053	0.047	0.044			0.219	0.232	0.368	0.94
20	0.158	0.108	0.095	0.076	0.050		0.487	0.620	0.575	0.79
Prom							0.392	0.446	0.576	0.88

Anexo 4. Diámetro a la altura de pecho (dap), altura comercial (hc), altura total (ht), área basimétrica (g), volumen de cilindro (v.c), promedio de diámetro a la altura de pecho (\bar{x} .dap), promedio de altura comercial (\bar{x} .hc), promedio de altura total (\bar{x} .ht), promedio de área basimétrica (\bar{x} .g), Promedio de volumen de cilindro (v.cil) para *Swietenia macrophylla*. Arboreto Simón Malo, Zamorano, Honduras, 2011.

Árbol	dap (cm)	hc (m)	ht (m)	g (m ² /árbol)	v. c (m ³)	dap	h c	h t	g	v. c
	(cm)	(m)	(m)	(m ² /árbol)	(m ³)	(cm)	(m)	(m)	(m ² /árbol)	(m ³)
1	28.9	4.73	10.75	0.066	0.310	28.5	3.87	11.42	0.065	0.259
2	29.5	5.57	13.50	0.068	0.381					
3	25.9	4.00	8.80	0.053	0.211					
4	27.2	4.30	11.40	0.058	0.250					
5	27.0	4.35	11.00	0.057	0.249					
6	28.5	4.38	14.30	0.064	0.279					
7	31.0	4.28	11.20	0.075	0.323					
8	26.5	3.35	9.20	0.055	0.185					
9	19.3	2.32	8.35	0.029	0.068					
10	32.3	4.20	14.16	0.082	0.343					
11	24.8	3.00	10.75	0.048	0.144					
12	30.0	3.90	11.65	0.071	0.276					
13	33.5	4.15	12.50	0.088	0.366					
14	34.5	3.45	12.68	0.093	0.323					
15	34.5	3.85	13.00	0.093	0.360					
16	31.0	2.95	10.20	0.075	0.223					
17	23.0	3.05	10.20	0.042	0.127					
18	23.5	4.50	11.00	0.043	0.195					
19	31.5	4.15	13.50	0.078	0.323					
20	35.0	3.45	13.30	0.096	0.332					
21	32.0	4.55	12.00	0.08	0.366					
22	20.3	3.95	10.00	0.032	0.127					
23	33.5	3.90	12.00	0.088	0.344					
24	37.5	4.45	13.65	0.11	0.491					
25	24.3	3.95	9.80	0.046	0.182					
26	27.5	4.50	11.25	0.059	0.267					
27	28.5	3.32	10.75	0.064	0.212					
28	25.0	3.35	11.80	0.049	0.164					
29	20.0	2.60	8.55	0.031	0.082					

Anexo 5. Diámetro a altura del pecho (dap), diámetro basal (dbasal), altura comercial (hc), altura total (ht) y diámetros a longitud estándar de 1m. Para *Swietenia macrophylla*. Arboreto Simón Malo. Zamorano, Honduras, 2011.

Árbol	dap (cm)	dbasal (cm)	hc (m)	ht (m)	d.1 (cm)	d.2 (cm)	d.3 (cm)	d.4 (cm)	d.5 (cm)
1	28.5	31.0	4.38	14.30	29.0	28.0	27.0	26.0	
2	31.0	35.0	4.28	11.20	33.0	30.0	28.0	27.5	
3	32.5	35.0	4.20	14.16	33.0	31.0	28.5	28.0	
4	35.5	38.0	4.15	12.50	36.0	35.0	32.0	30.5	
5	35.0	45.0	3.45	12.68	37.0	33.8	33.0		
6	31.5	37.5	4.46	11.00	33.0	29.0	28.0	28.0	
7	38.0	47.0	5.30	13.65	40.5	37.5	37.0	36.5	36.00
Promedio	33.14	38.36	4.32	12.78					

Anexo 6. Diámetro a altura del pecho (dap), diámetro basal (dbasal), altura comercial (hc), altura total (ht) y diámetros a longitud estándar de 1m. Para *Swietenia macrophylla*. Lote Monte Redondo. Zamorano, Honduras, 2011.

Árbol	dap (cm)	dbasal (cm)	h f (m)	hc (m)	h t (m)	d.1 (cm)	d.2 (cm)	d.3 (cm)	d.4 (cm)	d.5 (cm)	d.6 (cm)
1	53.2	63.7	3.30	6.90	16.90	56.0	49.0	48.0			
2	73.0	89.0	3.48	7.28	19.68	76.4	67.8	65.0			
3	38.0	48.0	4.90	7.50	18.30	40.0	35.0	33.0	30.0	28.0	
4	48.3	52.0	3.06	6.46	19.86	50.0	47.0	38.1	0.0	0.0	
5	44.0	50.0	3.90		14.90	46.0	39.5	34.0	31.1	0.0	
6	45.0	50.0	2.30	4.70	12.90	47.5	44.1				
7	50.0	82.8	5.10	7.50	18.90	55.0	45.0	36.0	34.0	32.0	
8	56.7	82.8	3.90	5.90	18.90	57.9	48.0	42.5	39.5		
9	56.7	82.8	3.90	6.70	18.90	57.9	48.0	36.5	39.0		
10	80.5	81.2	1.48	4.48	20.88	80.9					
11	85.9	85.9	1.88	5.48	17.88	78.3	48.0				
12	85.9	85.9	1.88	5.48	17.88	78.3	48.0				
13	66.1	74.5	3.10	6.30	19.70	68.1	64.9	50.0			
14	60.0	64.9	3.86	5.46	19.66	66.9	45.0	36.0	32.0		
15	45.0	64.9	4.86		19.66	66.9	39.0	31.0	28.0		
16	39.5	44.0	2.88		11.08	40.0	36.0	34.1	0.0		
17	43.0	50.0	4.88		13.08	45.0	38.0	34.0	29.0	27.0	
18	39.0	48.0	4.70		10.50	43.0	36.0	33.0	32.0		
19	54.1	62.1	2.30	4.50	11.90	56.3	48.0				
20	71.0	73.2	3.90	6.70	18.10	71.6	68.4	47.0	46.0		
21	38.0	44.0	4.92		14.92	37.0	33.0	31.0	28.0	25.0	
22	52.0	55.0	3.10	4.30	14.90	53.0	47.0	44.0			
23	49.0	50.0	5.90	8.90	14.50	48.0	45.0	37.0	29.0	27.0	25.0
24	43.1	47.0	2.10		12.10	44.0	38.4				
25	64.9	73.2	4.28	6.68	16.88	66.9	63.0	60.5	55.7		
26	50.0	66.9	3.72		17.92	54.3	34.0	32.0	27.0		
27	46.0	66.9	5.52		17.92	48.0	50.0	32.0	32.0	28.0	23.0
28	46.0	49.0	3.10	6.70	16.90	48.0	44.6	36.0			
Promedio	54.4	63.8	3.65	5.90	16.63						

Anexo 7. Volumen por sección (vn), volumen real (vr), volumen del cilindro (v cil), para árboles dominantes y codominantes de *Swietenia macrophylla*. Arboreto carretera a Monte Redondo, Zamorano, Honduras, 2011.

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. real/árbol (m ³)	vol. cilindro (m ³)
1	0.282	0.218	0.185				0.685	0.732
2	0.540	0.410	0.346				1.296	1.457
3	0.153	0.111	0.091	0.078	0.066		0.499	0.556
4	0.204	0.185	0.144				0.533	0.56
5	0.181	0.144	0.107	0.083			0.516	0.593
6	0.187	0.165					0.352	0.366
7	0.388	0.198	0.130	0.096	0.086		0.898	1.001
8	0.401	0.222	0.161	0.132			0.917	0.983
9	0.401	0.222	0.143	0.112			0.878	0.983
10	0.515						0.515	0.754
11	0.531	0.331					0.862	1.091
12	0.531	0.331					0.862	1.091
13	0.400	0.348	0.264				1.012	1.064
14	0.341	0.255	0.130	0.091			0.818	1.091
15	0.341	0.235	0.097	0.069			0.742	0.773
16	0.139	0.114	0.097				0.349	0.353
17	0.178	0.136	0.102	0.078	0.062		0.556	0.709
18	0.163	0.124	0.094	0.083			0.463	0.561
19	0.276	0.215					0.491	0.529
20	0.412	0.385	0.271	0.170			1.238	1.543
21	0.130	0.097	0.081	0.069	0.055		0.431	0.558
22	0.229	0.197	0.163				0.589	0.658
23	0.189	0.170	0.133	0.087	0.062	0.053	0.694	1.113
24	0.163	0.134	0.000	0.000			0.297	0.306
25	0.386	0.331	0.300	0.265			1.283	1.417
26	0.291	0.161	0.086	0.069			0.607	0.73
27	0.266	0.189	0.138	0.080	0.071	0.052	0.796	0.917
28	0.185	0.169	0.129				0.482	0.515
Promedio							0.702	0.822

Anexo 8. Volumen de ejes por árbol (v. de ejes/árbol), volumen comercial por árbol incluyendo rama (v.comer. incluyendo rama), volumen total (vr), para árboles dominantes y codominantes de *Swietenia macrophylla*. Arboreto carretera a Monte Redondo, Zamorano, Honduras, 2011.

Árbol	vt (m ³)	v de ejes/árbol	v comercial mas rama
1	1.497	0.519	1.204
2	3.07	0.998	2.294
3	0.772	0.154	0.653
4	1.166	0.264	0.797
5	0.791		0.516
6	0.887	0.333	0.685
7	1.265	0.09	0.988
8	1.523	0.358	1.275
9	1.469	0.152	1.03
10	3.802	0.756	1.271
11	1.818	0.454	1.316
12	1.818	0.351	1.213
13	2.087	0.585	1.597
14	1.237		0.818
15	1.043	0.066	0.808
16	0.596		0.349
17	0.711		0.556
18	0.617		0.463
19	1.064	0.355	0.846
20	2.017	0.448	1.686
21	0.593		0.431
22	1.181	0.197	0.786
23	0.833	0.219	0.913
24	0.679		0.297
25	2.296	0.577	1.86
26	0.875		0.607
27	0.966		0.796
28	0.946	0.433	0.915
Promedio	1.344	0.365	0.963

Anexo 9. Diámetro a la altura de pecho (dap), altura comercial (hc), altura total (ht), área basimétrica (g), volumen de cilindro (v.cil), area basal (G), promedio de área bisimétrica (\bar{x} . g), promedio de diámetro a la altura de pecho (\bar{x} . dap), promedio de altura comercial (\bar{x} .hc), promedio de altura total (\bar{x} .ht) para *Azadirachta indica*. Arboreto La Báscula 2, Zamorano, Honduras, 2011.

Árbol	dap (cm)	hc (m)	ht (m)	g (m ² /árbol)	v.c (m ³)	\bar{x} g (m ² /árbol)	G (m ² /ha)	\bar{x} Dap (cm)	\bar{x} hc (m)	\bar{x} ht (m)
1	16.5	2.9	9.6	0.021	0.062	0.016	15.1590	14.23	3.53	8.26
2	12.0	4.7	9.2	0.011	0.053					
3	10.3	3.1	7.8	0.008	0.026					
4	13.5	2.6	7.9	0.014	0.037					
5	16.3	3.0	8.9	0.021	0.062					
6	17.0	1.7	9.7	0.023	0.039					
7	17.0	4.4	9.3	0.023	0.100					
8	11.3	3.0	7.9	0.01	0.030					
9	10.0	2.9	7.2	0.008	0.023					
10	16.3	3.6	8.9	0.021	0.074					
11	12.3	4.3	8.6	0.012	0.050					
12	15.3	3.6	10.3	0.018	0.066					
13	14.3	5.8	10.6	0.016	0.093					
14	14.0	2.9	7.8	0.015	0.045					
15	17.0	3.3	9.9	0.023	0.075					
16	17.5	5.3	10.3	0.024	0.128					
17	17.5	2.2	11.6	0.024	0.053					
18	17.0	4.9	10.6	0.023	0.111					
19	17.5	4.3	10.7	0.024	0.102					
20	14.0	3.4	7.7	0.015	0.052					
21	14.0	2.7	7.9	0.015	0.041					
22	14.8	2.8	10.5	0.017	0.048					
23	12.3	4.1	7.5	0.012	0.048					
24	14.3	3.2	10.3	0.016	0.051					
25	18.5	4.3	10.3	0.027	0.114					
26	15.3	3.1	8.3	0.018	0.057					

Anexo 10. Diámetro a la altura de pecho (dap), altura comercial (hc), altura total (ht), área basimétrica (g), volumen de cilindro (v.cil), para *Azadirachta indica*. Arboreto La Báscula 2, Zamorano, Honduras, 2011.

Árbol	dap (cm)	hc (m)	ht (m)	g (m ² /árbol)	v.c (m ³)
1	12.3	3.50	7.80	0.012	0.041
2	12.0	2.90	6.26	0.011	0.033
3	11.3	3.57	5.84	0.010	0.036
4	14.5	3.74	7.65	0.017	0.062
5	16.5	3.97	8.34	0.021	0.085
6	10.3	3.34	5.97	0.008	0.028
7	12.0	3.25	7.41	0.011	0.037
8	10.5	3.62	7.07	0.009	0.031
9	12.0	3.60	6.58	0.011	0.041
10	10.5	3.57	6.37	0.009	0.031
11	16.0	3.61	7.35	0.020	0.073
12	13.5	3.80	6.58	0.014	0.054
13	13.3	4.09	8.65	0.014	0.056
14	15.3	3.59	7.95	0.018	0.066
15	14.0	3.96	7.78	0.015	0.061
16	13.5	3.59	7.91	0.014	0.051
17	15.5	3.65	7.75	0.019	0.069
18	11.0	2.40	6.40	0.010	0.023
19	14.5	3.95	7.05	0.017	0.065
20	16.8	3.60	8.26	0.022	0.079
21	15.3	3.66	7.85	0.018	0.067
22	16.0	3.41	6.50	0.020	0.069
23	16.8	3.81	7.86	0.022	0.084
24	13.0	4.21	7.65	0.013	0.056
25	17.3	4.45	8.90	0.023	0.104
26	17.3	3.92	8.60	0.023	0.092
27	12.5	3.85	7.24	0.012	0.047
28	13.0	2.85	6.60	0.013	0.038
29	11.5	2.58	6.30	0.010	0.027
30	12.0	2.00	7.30	0.011	0.023

Anexo 11. Diámetro a la altura de pecho (dap), diámetro basal (dbasal), altura comercial (hc), altura total (ht) y diámetros a longitud estándar de 1m. Para *Azadirachta indica*. Arboreto La Báscula 2, Zamorano, Honduras, 2011.

Árbol	dap (cm)	dbasal (cm)	hc (m)	ht (m)	d.1 (cm)	d.2 (cm)	d.3 (cm)	d.4 (cm)
1	17.0	23.5	4.25	8.30	17.5	16.3	14.0	13.2
2	17.3	22.5	3.45	8.85	18.0	15.8	14.0	
3	18.0	24.0	4.40	9.85	19.0	17.0	15.3	14.5
4	18.5	23.0	4.40	10.59	19.5	17.0	16.3	13.0
5	17.3	22.0	3.25	10.50	18.2	16.3	15.0	
6	21.5	27.5	4.35	9.98	22.5	20.0	18.5	17.0
7	23.0	28.5	3.25	10.66	24.0	22.0	19.0	
8	20.5	26.0	4.20	10.40	21.0	17.0	16.8	16.0
9	17.3	21.3	3.35	8.70	18.0	16.0	14.0	
10	22.0	23.0	4.30	9.60	22.5	21.5	17.8	17.0
11	19.5	23.5	4.35	9.41	20.0	18.5	15.5	14.0
12	22.0	26.0	4.25	9.24	22.5	19.3	17.5	16.0
13	23.3	29.5	4.25	9.73	25.3	22.0	20.5	13.8
14	20.0	26.0	3.30	11.16	22.0	18.0	16.5	
15	19.5	25.5	4.41	10.00	21.0	18.5	17.0	16.5
16	23.0	28.0	3.25	8.80	24.0	21.0	18.0	
17	16.5	22.0	3.25	8.88	17.5	15.3	14.0	
18	14.0	23.0	4.50	8.25	14.5	13.3	11.5	11.0
19	17.0	23.3	4.35	8.78	18.8	16.5	13.3	13.0
20	18.8	22.0	2.50	7.33	19.0	16.0		
Promedio	19.29	24.50	3.88	9.45				

Anexo 12. Volumen por sección (vn), volumen real (vr), volumen del cilindro (vcil) y factor de forma (FF), para árboles dominantes y codominantes de *Azadirachta indica*. Arboreto La Báscula 2, Zamorano, Honduras, 2011.

Árbol	vol.1 (m ³)	vol. 2 (m ³)	vol.3 (m ³)	vol. 4 (m ³)	vol. real/árbol (m ³)	vol.cil (m ³)	vt (m ³)	FF
1	0.034	0.022	0.018	0.015	0.089	0.096	0.107	0.92
2	0.033	0.022	0.017		0.073	0.081	0.100	0.90
3	0.037	0.026	0.020	0.017	0.100	0.112	0.130	0.89
4	0.036	0.026	0.022	0.017	0.101	0.118	0.128	0.85
5	0.032	0.023	0.019		0.075	0.076	0.117	0.98
6	0.050	0.036	0.029	0.025	0.139	0.158	0.181	0.88
7	0.055	0.042	0.033		0.129	0.135	0.199	0.96
8	0.044	0.029	0.022	0.021	0.116	0.139	0.157	0.84
9	0.030	0.023	0.018		0.071	0.078	0.098	0.91
10	0.041	0.038	0.031	0.024	0.133	0.163	0.173	0.81
11	0.037	0.029	0.023	0.017	0.107	0.130	0.132	0.82
12	0.046	0.034	0.027	0.022	0.130	0.162	0.163	0.80
13	0.059	0.044	0.036	0.024	0.163	0.180	0.190	0.90
14	0.046	0.032	0.023		0.101	0.104	0.156	0.97
15	0.043	0.031	0.025	0.022	0.120	0.132	0.160	0.91
16	0.053	0.040	0.030		0.123	0.135	0.170	0.91
17	0.031	0.021	0.017		0.069	0.069	0.098	0.99
18	0.029	0.015	0.012	0.010	0.066	0.069	0.078	0.96
19	0.035	0.024	0.018	0.014	0.091	0.099	0.110	0.92
20	0.033	0.024	0.000		0.057	0.069	0.089	0.83
Promedio					0.103	0.115	0.137	0.90