

UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA

**ESTABLECIMIENTO DE PARCELAS DE MUESTREO PERMANENTE Y
MEDICIÓN DASOMÉTRICA DE PLANTACIONES DE TECA (*Tectona grandis*
L.f.) Y KAYA (*Khaya senegalensis* Juss.) EN LOS BOSQUES DE CUYAMAPA,
CATACAMAS**

POR:

OSMIN NOE GONZALEZ URBINA

TRABAJO PROFESIONAL SUPERVISADA (TPS)



CATACAMAS, OLANCHO

HONDURAS, C.A.

JUNIO 2016

**ESTABLECIMIENTO DE PARCELAS DE MUESTREO PERMANENTE Y
MEDICIÓN DASOMÉTRICA DE PLANTACIONES DE TECA (*Tectona grandis*
L.f.) Y KAYA (*Khaya senegalensis* Juss.) EN LOS BOSQUES DE CUYAMAPA,
CATACAMAS**

POR:

OSMIN NOE GONZALEZ URBINA

OSCAR FERREIRA CATRILEO, M.Sc.

Asesor Principal

**TPS PRESENTADA A LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA
COMO REQUISITO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
LICENCIADO EN RECURSOS NATURALES Y AMBIENTE**

CATACAMAS, OLANCHO

HONDURAS, C.A.

JUNIO 2016



UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE PRACTICA PROFESIONAL SUPERVISADA

Reunidos en el Departamento Académico de Investigación y Extensión de la Universidad Nacional de Agricultura el: **M. Sc. OSCAR FERREIRA CATRILEO** Miembro del Jurado Examinador de Trabajos de P.P.S.

El estudiante **OSMIN NOE GONZALEZ URBINA** del IV Año de la Carrera de Recursos Naturales y Ambiente presento su informe:

**“ESTABLECIMIENTO DE PARCELAS DE MUESTREO PERMANENTE Y MEDICIÓN
DASOMÉTRICA DE PLANTACIONES DE TECA (*Tectona grandis* L. f.) Y KAYA (*Khaya
senegalesis* Juss.) EN LOS BOSQUES DE CUYAMAPA, CATACAMAS”**

El cual a criterio del examinador, aprobó este requisito para optar al título de Licenciado en Recursos Naturales y Ambiente.

Dado en la ciudad de Catacamas, Olancho, a los veinte días del mes de mayo del año dos mil dieciséis.

M. Sc. OSCAR FERREIRA CATRILEO

Consejero principal

AGRADECIMIENTO

A DIOS

Primeramente agradecerle a dios por la fuerza y sabiduría que me ha dado para enfrentar con valentía todas las dificultades que se han presentado durante toda mi vida y culminar con éxito esta valiosa meta.

A NUESTRA MÁXIMA CASA DE ESTUDIO

UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA por haberme brindado el apoyo durante estos cuatro años y por darme la gran oportunidad de cursar esta hermosa carrera.

A LA ORGANIZACIÓN GRUPO AGROLIBANO

Ya que fueron los organismos que con su apoyo me proporcionaron los fondos económicos para desarrollar la investigación.

A LOS REPRESENTANTES DEL BOSQUE CUYAMAPA

Gracias al Ing. Miguel Sierra y al Ing. Ricardo Bueso, por su atención, interés, entusiasmo y colaboración que tuvieron durante el proceso de investigación, gracias por su valioso apoyo.

A MI ASESOR DE LA TPS

En especial al M.Sc. Oscar Ferreira por compartir sus amplios y valiosos conocimientos ya que fueron de mucha ayuda y provecho durante toda la etapa de investigación.

DEDICATORIA

A DIOS

Por darme la vida, fortaleza, capacidad y sabiduría para entender y enfrentar las dificultades que se han presentado durante este proceso de formación.

A MI MADRE

La Sra. **Teodora Urbina**, por inculcar en mí, la responsabilidad, la educación, el coraje para enfrentar los retos de la vida y sobre todo por su valioso e incondicional apoyo durante todo este proceso de formación.

A MI PADRE

El Sr. **Danilo Gonzales**, que junto con mi madre son mi gran tesoro, por darme su amor y consejos, que día a día trato de compensarlos con triunfos, gracias padre por tu empeño por tu dedicación por todo este tiempo que as dedicado hacia mí.

A MIS HERMANOS

Jessica, Emar, Edwin, por estar pendiente y preocuparse siempre por mi bienestar, por sus buenas palabras de apoyo en aquellos momentos cuando lo he necesitado más.

A MIS ABUELOS

Luis Gonzales y Evelia Meza, por su apoyo incondicional en todos los aspectos de mi vida y especialmente en este paso importante en mi vida personal como profesional.

CONTENIDO

AGRADECIMIENTO	i
DEDICATORIA	ii
LISTA DE FIGURAS	vi
LISTA DE CUADROS	viii
LISTA DE ANEXOS	ix
RESUMEN	x
I. INTRODUCCIÓN	1
II. OBJETIVOS	3
2.1. Objetivo General	3
2.2. Objetivos Específicos.....	3
III. REVISIÓN DE LITERATURA	4
3.1. Monitoreo de las plantaciones	4
3.1.1. Parcelas de monitoreo	4
3.1.2. Parcelas temporales	4
3.1.3. Parcelas permanentes	5
3.2. Rendimiento y rentabilidad de la teca.....	5
3.2.1. Características de la madera.....	6
3.3. Uso de la madera de la teca.....	6
3.4. Descripción botánica.....	7
3.5. Hábitat.....	8
3.6. Requerimientos climáticos.....	8
3.7. Plagas y enfermedades.....	9
3.8. Suelo y topografía	9
3.9. Caracterización de la caoba africana.....	10

3.9.1. Descripción botánica	10
3.9.2. Clima	10
3.9.3. Propiedades y uso de la madera	11
3.9.4. Plagas y enfermedades	11
3.9.5. Topografía y suelo.....	11
3.10. Propiedades físicas del suelo	12
3.10.1. Textura	12
3.10.2. Estructura.....	12
3.10.3. Color	12
3.10.4. Consistencia.....	13
3.10.5. Densidad aparente.....	13
3.10.6. Humedad.....	13
3.10.7. Infiltración	14
IV. MATERIALES Y MÉTODOS.....	15
4.1. Ubicación y descripción del área de estudio.....	15
4.2. Ubicación del sitio de estudio del bosque Cuyamapa Catacamas, Olancho.....	16
4.3. Metodología	17
4.4. Materiales y equipo.....	17
4.5. Método.....	18
4.5.1. Protocolo de uso de materiales en la instalación de PMP.....	18
4.5.2. Protocolo de establecimiento de PMP.....	18
4.5.3. Protocolo de medición de PMP.....	19
4.5.4. Procedimiento para medición del DAP.....	20
4.5.5. Criterios para la selección de parcelas de muestreo permanente (PMP).....	20
4.5.6. Sitios seleccionados para el estudio	20
4.6. Georreferenciación.....	21
4.6.1. Determinación del volumen de los árboles	21
4.7. Propiedades físicas del suelo	21
4.7.1. Textura	21
4.7.2. Estructura	22
4.7.3. Color de suelo.....	23
4.7.4. Consistencia	24

4.7.5. Densidad aparente	25
4.7.6. Humedad	25
4.7.7. Infiltración.....	26
V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	28
5.1. Georreferenciación de veinte parcelas de muestreo permanente en Bosque Cuyamapa de Catacamas, Olancho.....	28
5.1.1. Ubicación general de las 14 parcelas de muestreo permanente de teca en Bosque Cuyamapa.....	29
5.1.2. Ubicación general de las 6 parcelas de muestreo permanente de kaya (<i>Khaya senegalensis</i> Juss.) en Bosque Cuyamapa.....	30
5.2. Altura de teca y caoba africana en Bosque de Cuyamapa	31
5.3. Circunferencia de teca y caoba africana	32
5.4. Diámetro en plantaciones de teca y caoba africana	33
5.5. Volumen en plantaciones de teca y caoba africana	35
5.6. Calidad del fuste de los árboles de teca	36
5.7. Calidad del fuste de los árboles de caoba africana.	37
5.8. Propiedades físicas de suelo en parcelas de muestreo permanente en plantaciones de teca y caoba africana.....	38
5.8.1. Infiltración de parcelas de muestreo permanente en plantación de teca	41
5.8.2. Infiltración de parcelas de muestreo permanente en plantación de caoba africana	42
5.9. Análisis de los componentes principales	43
5.10. Resumen de los comportamientos en teca y kaya.....	44
VI. CONCLUSIONES	45
VII. RECOMENDACIONES	46
VIII. BIBLIOGRAFÍA	47
ANEXOS.....	51

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación geográfica del área de estudio de Catacamas, Olancho.....	15
Figura 2. Ubicación del sitio de estudio del bosque Cuyamapa de Catacamas, Olancho. ..	16
Figura 3. Procedimiento en la instalación de parcelas de muestreo permanente (PMP).....	19
Figura 4. Procedimiento para determinar la textura	22
Figura 5. Procedimiento para determinar estructura	22
Figura 6. Tabla Munsell para la identificación del color del suelo	23
Figura 7. Procedimiento para determinar el color de suelo.....	23
Figura 8. Procedimiento para determinar la consistencia.....	24
Figura 9. Procedimiento para determinar densidad aparente.	25
Figura 10. Procedimiento para determinar la humedad.....	26
Figura 11. Procedimiento para determinar infiltración.	27
Figura 12. Procedimiento técnico de infiltración.	27
Figura 13. Ubicación de las parcelas de muestreo permanente de teca en los Bosques de Cuyamapa	29
Figura 14. Ubicación de las parcelas de muestreo permanente de kaya en los Bosques de Cuyamapa	30
Figura 15. Altura de árboles en parcelas de muestro permanente de teca y caoba africana en Catacamas, Olancho. Las barras de error representan el error estándar de la media.	32
Figura 16. Circunferencia por árbol de teca y caoba africana en plantaciones establecidas en Bosque Cuyamapa de Catacamas, Olancho. Barras de error representan el error estándar de la media.....	33
Figura 17. Diámetro por árbol en plantaciones de teca y caoba africana en parcelas de muestreo permanente establecidas en bosque Cuyamapa de Catacamas, Olancho. Las barras de error indican el error estándar de la media.	34

Figura 18. Volumen por parcela de teca y caoba africana en plantaciones establecidas en bosques Cuyamapa de Catacamas, Olancho. Barras de error indican el error estándar de la media.	36
Figura 19. Calidad de fustes en plantaciones de teca en Bosque Cuyamapa de Catacamas, Olancho.....	37
Figura 20. Calidad de fustes en plantaciones de caoba africana en Bosque Cuyamapa de Catacamas, Olancho	38
Figura 21. Velocidad de infiltración en parcelas de muestreo permanente en plantaciones de teca en bosque de Cuyamapa de Catacamas, Olancho	41
Figura 22. Velocidad de infiltración en parcelas de muestreo permanente en plantaciones de caoba africana en bosque de Cuyamapa de Catacamas, Olancho	42
Figura 23. Componentes principales de las propiedades físicas del suelo y variables dasométricas en plantaciones de teca y kaya en los Bosques de Cuyamapa	43

LISTA DE CUADROS

Cuadro 1. Características utilizadas para determinar la textura del suelo en campo.	21
Cuadro 2. Descripción de la consistencia del suelo.	24
Cuadro 3. Número de árboles por parcela de muestreo permanente en teca y caoba africana.	28
Cuadro 4. Análisis de las propiedades físicas del suelo en plantaciones de teca y caoba africana en Bosque cuyamapa de.....	40
Cuadro 5. Resumen de la información de los mejores y más bajos resultados y su relación con las principales características físicas del suelo en las plantaciones de teca y kaya en los Bosques de Cuyamapa.....	44

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1. Formulario de campo para la determinación del manejo en las plantaciones de taca y caoba africana en bosques Cuyamapa de Catacamas, Olancho.....	52
Anexo 2. Instalación de plancheta en el centro de la parcela de muestreo permanente (PMP).	53
Anexo 3. Muestra de suelo para determinar la textura de suelo.....	53
Anexo 4. Procedimiento para determinar color de suelo.	54
Anexo 5. Procedimiento técnico para determinar consistencia de suelo.	54
Anexo 6. Procedimiento técnico para determinar densidad aparente.	55
Anexo 7. Muestra de suelo para determinar la humedad de suelo.	55
Anexo 8. Procedimiento técnico para determinar infiltración.	56
Anexo 9 .Base de datos de las 20 PMP de teca y kaya en los Bosques de Cuyamapa, con la información de las variables dasométricas	57

Gonzalez Urbina, O. N. 2016. Establecimiento de parcelas de muestreo permanente y medición dasométrica de plantaciones de teca (*Tectona grandis* L.f.) y kaya (*Khaya senegalensis* Juss.) en los bosques de Cuyamapa, Catacamas. Trabajo Profesional Supervisada Lic. Recursos Naturales y Ambiente. Universidad Nacional de Agricultura. Catacamas, Honduras. C.A. pág. 71.

RESUMEN

El estudio se llevó a cabo en plantaciones de Teca (*Tectona grandis* L.f.) y Caoba africana (*Khaya senegalensis* Juss.), en el bosque Cuyamapa ubicadas en el municipio de Catacamas Olancho, consistió en la medición y determinación de las variables dasométricas, y su relación con las propiedades físicas del suelo. En cada una de las plantaciones de teca se establecieron 14 parcelas y 6 parcelas en las plantaciones de caoba africana, donde se midieron las variables dasométricas: la determinación del ápice, copa y la base del árbol, de igual forma se sacó la Circunferencia y el volumen de cada árbol, asimismo se identificó la Posición Sociológica (PS), Gambas (GM), Torceduras en la Base (TB), Fuste inclinado (FI), Bifurcación (BF) y Ramas Reiterativas (RR) de cada árbol. Por otra parte se determinó las propiedades físicas del suelo como ser: Textura, Estructura, Consistencia, Densidad aparente, Color del suelo, Infiltración y Humedad en las 20 parcelas de muestreo permanente establecidas. Las PMP tienen una área de 1,000 m², el lado de la parcela 31.63 m, el largo de la hipotenusa 22.36 m y el lado de la sub parcela 15.86 m, para conocer la distribución espacial de los árboles de las PMP y se identificaron todos los árboles dentro de las PMP.

Palabras claves: Calidad del fuste, gambas, propiedades físicas del suelo, sub hipotenusa y textura de suelo

I. INTRODUCCIÓN

La producción de la teca (*Tectona grandis* L.f.) es una madera de alto valor comercial y es una de las alternativas más rentables de inversión dentro de la industria de la madera, ha ganado gran reputación a nivel mundial debido a la alta calidad por su atractivo y durabilidad, ya que posee gran resistencia al ataque de hongos e insectos y por sus excelentes características, se considera como una de las más valiosas del mundo (Fonseca 2004).

La teca es una madera exótica con alto valor agregado, de rápido crecimiento y excelente estabilidad en sus dimensiones, al ser aserrada sus turnos de cosecha son más cortos que los de otra especie, oscilan entre los 18 y 20 años, por lo que es bastante rentable. Hasta hace poco la investigación sobre la teca era emprendida casi exclusivamente por instituciones públicas al servicio de programas oficiales de ordenación y desarrollo forestales, centrados en sistemas de producción caracterizados por bajas inversiones y explotación de baja intensidad. Su desarrollo en gran escala de las plantaciones comerciales intensivas ha favorecido la participación del sector privado en la investigación, orientado sobre todo a las ganancias inmediatas y el beneficio financiero (Peña 2003).

La caoba africana (*Khaya senegalensis* Juss.) es una especie que ha sido recientemente introducida a Centroamérica y otras partes del mundo, las plantaciones de mayor escala se encuentran en Puerto Rico y Panamá. Se ha observado que esta especie presenta una buena adaptabilidad a diferentes condiciones climáticas y se cree que esta puede ser una potencial alternativa para satisfacer la demanda de madera en el mercado nacional e internacional. Ante esto surge la necesidad de saber cuánto necesitamos invertir en determinada área y cuáles son los ingresos esperados.

Desde el punto de vista económico, comercial las caobas americanas tienen mayor aceptación y mejor precio en los mercados internacionales de maderas y un 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 (Blundell; Rodan 2002). Sin embargo se considera hoy en 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).

Por otra parte 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.

El establecimiento de las parcelas de muestreo permanentes (PMP), permiten evaluar y monitorear el crecimiento y la productividad. Los resultados dan insumos básicos necesarios para desarrollar modelos de crecimiento y tablas de rendimiento, instrumentos fundamentales para realizar un análisis financiero realista de los proyectos de reforestación y determinar sus impactos y beneficios potenciales (Ugalde 2001).

II. OBJETIVOS

2.1. Objetivo General

Establecer parcelas de muestreo permanente y medir las variables dasométricas de plantaciones de teca (*Tectona grandis* L.f.) y caoba africana (*Khaya senegalensis* Juss.) en Bosques de Cuyamapa, en Catacamas, Olancho

2.2. Objetivos Específicos

- a. Establecer parcelas de muestreo permanente como línea base de plantaciones de teca (*Tectona grandis* L.f.) y caoba africana (*Khaya senegalensis* Juss.) en Bosques de Cuyamapa
- b. Medir las variables dasométricas y de la calidad del fuste en las parcelas de muestreo permanente establecidas en Bosques de Cuyamapa
- c. Evaluar las variables físicas del suelo: textura, estructura, consistencia, densidad aparente, humedad, color e infiltración en las PMP en los Bosques de Cuyamapa

III. REVISIÓN DE LITERATURA

3.1. Monitoreo de las plantaciones

3.1.1. Parcelas de monitoreo

Las parcelas de monitoreo son la herramienta más eficaz y eficiente para conocer y monitorear el crecimiento y rendimiento de los árboles individuales y de los rodales, además que proporcionan información valiosa para establecer estrategias de manejo, para desarrollar modelos de crecimiento, elaborar tablas de rendimiento en volumen y área basal, entre otros. Muchos de los principios y metodologías de establecimiento de parcelas de crecimiento, se aplican tanto a plantaciones como a bosques naturales, aunque lógicamente entre éstos hay diferencias en el tamaño, los tratamientos que se aplican y las variables a medir, debido especialmente a la complejidad por el número de especies y al manejo silvicultural. Entre los aspectos más importantes a considerar en el establecimiento de parcelas están: los costos y el tiempo requerido, lo cual depende, entre otros, del tipo de parcela, tamaño de parcelas, número de parcelas, variables a medir y el número de mediciones. Básicamente existen dos tipos de parcelas, las temporales y las permanentes (Guiselle 2002).

3.1.2. Parcelas temporales

Las parcelas temporales se miden normalmente una sola vez, aunque si se reubican podrían tener mediciones adicionales de manera que una parcela temporal puede eventualmente convertirse en una parcela permanente (Guiselle 2002).

3.1.3. Parcelas permanentes

Para conocer la dinámica de las plantaciones forestales es necesario generar información cuantitativa sobre crecimiento, rendimiento, productividad y estado actual en términos de forma y defectos de los árboles, así como el estado fitosanitario de las plantaciones, en las diferentes regiones y subregiones forestales de todo el país a través una red de Parcelas de Muestreo Permanentes (PMP) (Orozco 2008).

La información derivada de parcelas de muestreo permanentes es la base más importante para obtener resultados sobre el crecimiento, sobrevivencia y la producción de las plantaciones forestales. En este tipo de parcelas se miden reiteradamente diferentes variables dasométricas, obteniendo así series de datos (una en cada parcela) son datos muy valiosos para la construcción de modelos de crecimiento (Ugalde 2000).

Son aquellas que se establecen con el fin de que se mantenga indefinidamente en el bosque o plantación y cuya adecuada demarcación permita la ubicación exacta de sus límites y puntos de referencia a través del tiempo, así como de cada uno de los individuos que la conforman, los cuales se analizan por medio de observaciones periódicas que permiten obtener el mayor volumen de información de un sitio y comunidades determinadas. Aunque, los dos tipos de parcelas tienen ciertos fines diferentes, unas pueden complementar a las otras, de manera que, tanto en bosques naturales como en plantaciones se pueden establecer ambos tipos de parcelas (Gisselle 2002).

3.2. Rendimiento y rentabilidad de la teca

La teca es la madera de mayor rentabilidad en el mercado, la rentabilidad es consecuencia de varios factores por ejemplo, desde el punto de vista matemático financiero es el retorno que se tiene respecto de una inversión (cuanto invierte y cuanto recupera) de allí que en el caso de la teca. La rentabilidad es consecuencia del crecimiento de la madera y del incremento del precio, la inversión segura que ofrece la teca responde a la alta demanda de esta madera por

parte de los países más poblados del mundo y por ende el precio que pagan, demanda que lo corrobora las cifras de la empresa de manifiesto, elaboradas por la asociación Ecuatoriana de productores de teca y maderas tropicales (Asoteca 1990).

La importancia económica que ha tenido la teca durante los últimos años ha despertado interés de los gobiernos y en el sector privado de América Latina en la implementación de programas de reforestación con esta especie que no solo aporta beneficios ambientales, sino también desarrollo económico a los pobladores. Sin embargo en la mayoría de los casos no se ha prestado atención a los mecanismos de industrialización y comercialización. La carencia de apoyo con información de mercado de la teca en cuanto a precios, volúmenes, destinos, entre otros, son barreras que impiden la efectiva inserción en el mercado de teca para generar las rentabilidades esperadas por los productores (CATIE 1998).

3.2.1. Características de la madera

La madera de teca es fina y dura muy apreciada por diversos usos, es una madera que es fácil de trabajar, secar, y preservar, su durabilidad natural es buena y tiene buena estabilidad dimensional. Tiene resistencia a las termitas, hongos, y a la intemperie, tiene un aceite antiséptico que la hace muy resistente y la protege del ataque de diversos organismos. Por las características anteriores y su belleza se considera una de las especies más valiosas del mundo (Chaves 1991).

3.3. Uso de la madera de la teca

La madera (*Tectona grandis* L.f.) se considera una de las más valiosas y apetecidas de mundo para el mercado específico de aplicaciones suntuarias como mueblerías, componentes decorativos, instrumentos musicales, construcciones navales, se le atribuyen además gran variedad de usos en puertas, muebles internos y expuestos, carpintería construcción de muelles etc. Estudios preliminares en la india, mostraron rendimientos buenos para producir

papel para, envolver y escribir, de la corteza se extrae entre 8.3% y 15.6% de ácido oxálico, una sustancia utilizada industrialmente, además de la corteza y hojas se obtiene taninos y las hojas secas se procesaran para obtener fibra para el ganado ovino (Fonseca 2004).

El mobiliario de teca es usualmente clásico y sencillo en diseño, pero la apariencia natural de la madera se presta para diseños que sutilmente se mezclan con el paisaje y la arquitectura circundantes, por esta razón en los últimos 10 años, los diseñadores y arquitectos se han enterado más de la versatilidad y durabilidad del mobiliario externo aumentando el rango de estilos (aerodinámicos y contemporáneos), compitiendo en el mercado (Fonseca *et al.* 2004).

3.4. Descripción botánica

La teca (*Tectona grandis* L.f.) es una especie latifoliada que pertenece a la familia Lamiaceae (anteriormente Verbenaceae), es un árbol grande, que puede alcanzar más de 50 metros de altura y 2 metros de diámetro en su lugar de origen. Es un árbol de fuste recto con corteza áspera y fisurada de 1.2 mm de espesor de color café que desfolia en placas grandes y delgadas. Los arboles generalmente presentan dominancia apical, que se pierde con la madures o cuando florece a temprana edad originando una copa más amplia con ramas numerosas (Fonseca 2004).

Las hojas son simples y opuestas de 11 a 85 cm de largo y de 6 a 80 cm de ancho, con peciolo grueso, inflorescencia en panículas terminales de 40 cm hasta 1,0 m de largo. Flores de cáliz campanulado de color amarillo verdoso, de borde dentado, los pétalos se juntan formando un tubo corto de 5 a 6 estambres insertados debajo del tubo de la corola, anteras amarillas, ovadas y oblongas. Estilo blanco amarillento, más o menos pubescente con pelos ramificados, estigma blanco amarillento bífido, ovario ovalado o cónico densamente pubescente con cuatro celdas, la producción de semillas fértiles se presentan entre los 15 y 20 años, sin embargo en algunos casos se da una floración temprana entre 5 a 8 años (Fonseca 2004).

La floración se da en los meses de junio a septiembre y la producción del fruto a inicio del verano de febrero a abril. Presenta una raíz pivotante gruesa y larga que puede persistir o desaparecer, pero forma fuertes raíces laterales. Las raíces son sensibles a la deficiencia de oxígeno de ahí que se encuentran a poca profundidad (primero 30 cm) creciendo en suelos bien drenados (Fonseca 2004).

3.5. Hábitat

Weaver (1993) hoy en día la teca se ha naturalizado en varios países, las plantaciones bien establecidas se extienden desde la latitud 28° N a la 18° N, en el sudeste de Asia, Australia, África y Latinoamérica. Según la FHIA (2012) las plantaciones de teca en Honduras se pueden dar en los departamentos de Cortes, Atlántida, Olancho, Santa Bárbara, Francisco Morazán, Comayagua, Lempira, Choluteca, El Paraíso, Valle y Ocotepeque sin riego en ladera y pendientes suaves.

3.6. Requerimientos climáticos

El desarrollo y crecimiento de teca se ve limitado por varios factores. Estos factores han sido determinados por observación de las características presentes en los mejores sitios con los mejores crecimientos, tanto como en los que no son favorecidos estos crecimientos. También se han realizado ajustes en modelos de predicción, utilizando variables climáticas (Montero 1999; Vaides 2004).

En su lugar de origen se ha notado un adecuado desarrollo con los rangos siguientes de temperatura: entre 13 °C y 35 °C, con una media de 24 °C (Chaves y Fonseca 1991). Por otra parte se indica que el ámbito puede ser entre 12.5 °C y 40 °C. En América Central, se recomienda para Honduras considerar dos límites térmicos observados, el primero entre 25 °C y 28 °C, clasificando como bueno y el segundo 20 °C y 25 °C clasificado como malo, ya que la especie fuera de estas condiciones no prospera adecuadamente (Salazar 1973).

En relación a la precipitación se plantea que la temperatura promedio para plantaciones forestales como la de teca es de 25 °C, a 800 msnm con precipitaciones de 1,000 mm anual (FHIA 2012).

3.7. Plagas y enfermedades

El cultivo de teca presenta problemas de plaga y enfermedades que le ocasionan graves daños y pérdidas económicas en su desarrollo. Entre las plagas que más afectan y que mayores daños ocasionan a las plantaciones de teca, están la de los insectos desfoliadores, barrenadores, saltamontes, hormigas, etc. Las enfermedades que más afectan a la teca son las ocasionadas por los hongos de podredumbre y bacterias, que atacan a las raíces, brotes, hongos y tallo del árbol y que son los que mayores daños causan, de acuerdo a la temperatura u humedad de las zonas del cultivo son idóneas para el desarrollo (Sephu 2009).

3.8. Suelo y topografía

La teca crece en áreas entre el nivel del mar, con una altitud de 1,200 msnm en el centro de la India. Se establece sobre una variedad de suelo y formaciones geológicas, pero el mejor crecimiento ocurre en suelos aluviales profundos, porosos, fértiles y bien drenados, con un pH neutral o ácido, la teca tolera condiciones de suelo muy extremas, siempre que exista un drenaje adecuado. Los factores limitantes más importantes cuanto a los suelos son la poca profundidad, las capas duras, las condiciones anegadas, los suelos compactados o arcillas densas con un bajo contenido de Ca o Mg, se ha demostrado también que la teca es sensible a las deficiencias de fósforo, las pendientes escarpadas, el drenaje pobre y las altitudes de más de 1,000 m también influyen el crecimiento de una forma negativa (Weaver 1993).

El árbol de teca puede crecer en diversos suelos. La calidad de su crecimiento, no obstante, depende de la profundidad, la estructura, la porosidad, el drenaje y la capacidad de retención de la humedad del suelo.

El desarrollo es mejor en suelos profundos, bien drenados y fértiles, especialmente sobre substratos como suelos volcánicos o aluviales de diversos orígenes. El pH óptimo del suelo es de 6.5 a 7.5. Su contenido de calcio es también un factor importante, ya que la falta del mismo en el suelo se traduce en el raquitismo de los árboles (Krishnapillay 2000).

3.9. Caracterización de la caoba africana

3.9.1. Descripción botánica

La caoba africana, (*Khaya senegalensis* Juss.) es una especie que alcanzan alturas hasta de 35 m y DAP de 100 cm. La corteza es de color gris agrietada y salpicada de manchas más claras. La copa es amplia y caracterizada por ramas gruesas y raíces profundas durante el primer año, las plántulas desarrollan una raíz pivotante profunda y vigorosa que provee resistencia contra las sequías frecuentes. Las hojas son paripinnadas, con un raquis de hasta 20 cm de largo, en el que se encuentran de tres a seis foliolos que miden de 7 a 11 cm de largo y de 3 a 5 cm de ancho. El haz es de color verde brillante y el envés es gris. Las flores tetrámeras son de color blanco con un disco anaranjado alrededor del ovario. Las flores aparecen en panículas axilares de hasta 20 cm de largo. Cuando la fruta es de color gris y de cuatro celdas se madura. Durante la temporada seca se vuelve de un color negro (Guamán 2002).

3.9.2. Clima

La caoba es la 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 asimismo la caoba africana 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 (Bokkestijn; Francis 2000).

3.9.3. Propiedades y uso de la madera

La densidad de la madera de (*Khaya senegalensis* Juss.) la albura es de color moreno claro rosáceo y el duramen de un rojo marrón oscuro bastante atractivo. 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. En su ambiente natural se utiliza para la construcción de muebles, acabados de interiores decorativos, pisos, artículos torneados, pulpa y combustible 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 (Bokkestijn 2000).

3.9.4. Plagas y enfermedades

En su área de distribución natural la caoba africana 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. Por otra parte esta especie es resistente o por lo menos parece ser un poco más resistente que las otras especies de *Khaya* (Bokkestijn; Francis 2000).

3.9.5. Topografía y suelo

La especie se desarrolla bien en terrenos con topografía plana y ondulada. Debido a su distribución en zonas secas la caoba africana 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 relativamente profundos, se indica además que la caoba africana tolera suelos ácidos pobremente drenados (Wadsworth 2000).

3.10. Propiedades físicas del suelo

3.10.1. Textura

La determinación de textura consiste simplemente en indicar, para un suelo dado la proporción que ocupa en cada elemento constituyente: arena gruesa, arena fina, limo y arcilla, se determina igualmente la cantidad de grava y gravilla. En suma es un análisis granulométrico (Rodas 2006).

3.10.2. Estructura

La formación de estructura implica aglutinar y cementar las partículas individuales que componen los sólidos del suelo en unas más grandes llamadas agregados y que se mantienen unidas a través del tiempo. Un suelo con buena estructura es fácil de cultivar, no es arrastrado por la lluvia ni por el viento, el agua y el aire penetran muy bien, las raíces de las plantas tienen buen desarrollo. Por el contrario en un suelo con mala estructura el aire no puede penetrar, se pegan las herramientas de trabajo ya que cuando están húmedos son como una masa (Hudson 2006).

3.10.3. Color

Un carácter del suelo, fácil de observar y de uso cómodo para identificar un tipo de suelo dentro del cuadro regional o local. Pero, por una parte, el proceso que colorea el suelo no es siempre fundamental y de igual forma la misma coloración, los matices bien pueden resultar de causas diferentes. Es así que ese carácter debe ser utilizado con circunspección y sabiendo que raramente tiene valor como criterio de clasificación al nivel de los grandes tipos de suelos (Hudson 2006).

3.10.4. Consistencia

Es firmeza con que se unen los materiales que lo componen o la resistencia de los suelos a la deformación y la ruptura. La consistencia del suelo se mide por muestras de suelo mojado, húmedo y seco. En los suelos mojados, se expresa como adhesividad y plasticidad. La consistencia del suelo puede estimarse en el campo mediante ensayos sencillos o medirse con mayor exactitud en el laboratorio (IICA 1985).

3.10.5. Densidad aparente

Gutiérrez (2010) menciona que la densidad de volumen o densidad aparente se define como el peso seco del suelo por unidad de volumen de suelo inalterado, tal cual se encuentra en su emplazamiento natural, incluyendo el espacio poroso. Para medir la densidad aparente se retira del campo una muestra de suelo de volumen conocido y se coloca en el horno a 105 °C, hasta que alcanza un peso constante. La densidad aparente se calcula dividiendo el peso seco del suelo por el volumen que ocupaba en el campo.

3.10.6. Humedad

El contenido de agua en el suelo es indispensable para la nutrición de las plantas y actúa como vehículo de los elementos nutritivos disueltos. Por otra parte, es uno de los principales condicionantes de los procesos de formación del suelo. Las forestaciones y el medio ambiente fuentes principales que proveen de agua al suelo son las lluvias y la presencia de capas subterráneas (Torran 2007).

3.10.7. Infiltración

Infiltración es el proceso de penetración del agua en el suelo. La velocidad a la cual el agua entra en el suelo es la velocidad de infiltración, la que depende del tipo de suelo, de la estructura del suelo, o grado de agregación y del contenido de agua en el suelo (Lewery *et al.* 1996). El contenido inicial de agua en el suelo, al momento de la medición, afecta la capacidad del suelo de absorber agua adicional. Por esto la velocidad de infiltración es mayor cuando el suelo está seco que cuando está húmedo. Este factor es importante al comparar mediciones de infiltración de suelos diferentes (USDA 1999).

IV. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1. Ubicación y descripción del área de estudio

El estudio que se llevó a cabo se realizó en bosque Cuyamapa ubicado en el departamento de Olancho en el municipio de Catacamas, aproximadamente a 12 km al sur de Catacamas en el caserío El Encino. El Bosque de Cuyamapa cuenta con suelos arcillosos, con una pendiente a 5% la mayoría de pendiente es plana, las lluvias comienzan en el mes de mayo, tiene una altitud de 420 a 450 msnm (Comunicación personal, Sierra 2016) (Figura 1).

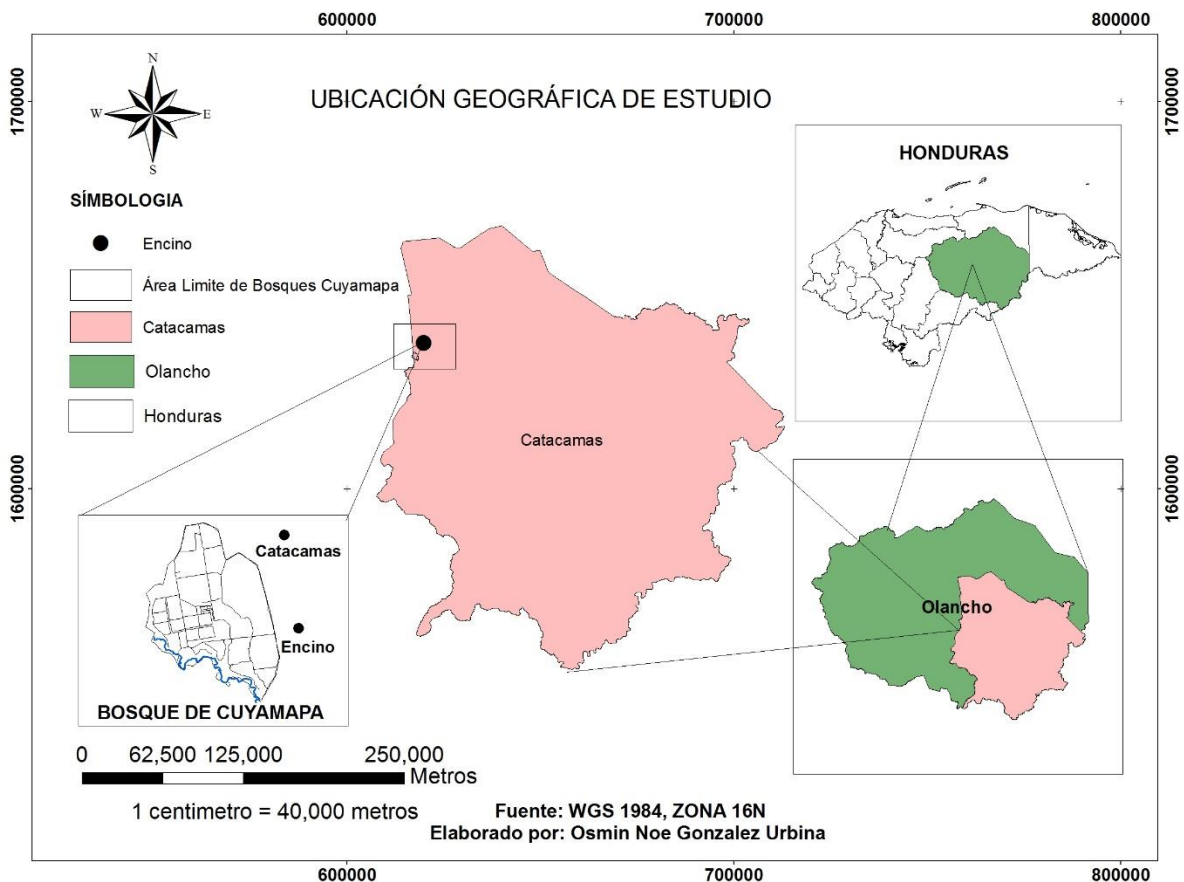


Figura 1. Ubicación geográfica del área de estudio de Catacamas, Olancho.

4.2. Ubicación del sitio de estudio del bosque Cuyamapa Catacamas, Olancho

Se comenzó con esta plantación forestal en junio del 2003, está localizado en la ciudad de Catacamas, en el departamento de Olancho. Asimismo cuenta con un total de 224 hectáreas sembradas con 250,000 árboles, de las cuales 197 hectáreas está sembrada de Teca y la diferencia con diversas especies como ser melina, caoba africana, cedro espino, eucalipto y carroto (Figura 2).

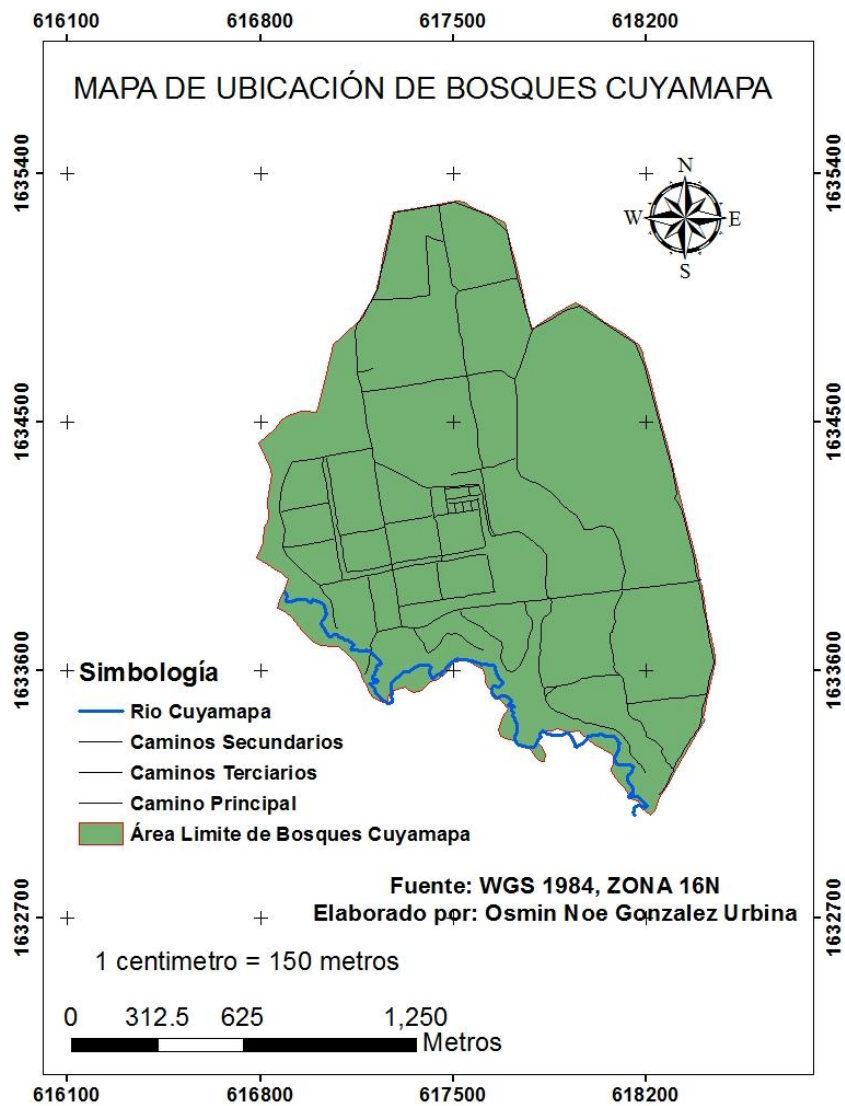


Figura 2. Ubicación del sitio de estudio del bosque Cuyamapa de Catacamas, Olancho.

4.3. Metodología

Se realizó una reunión con el representante de la empresa “Agrolíbano” para establecer los términos de la misma. Se solicitó a la empresa un mapa de establecimiento de las plantaciones, para determinar los sitios donde se llevara a cabo el trabajo.

Una vez teniendo el mapa de ubicación de PMP; se procedió al establecimiento de las parcelas, colocando la plancheta en el centro de la parcela para conocer la distancia de las mismas. Seguidamente se determinó la medición y las variables dasométricas (altura del ápice, de la copa, diámetro a la altura del pecho, y circunferencia de cada árbol). De igual forma se tomaron puntos de referencia con GPS y se marcaron con pintura cada árbol de cada parcela establecida dentro de la investigación.

Posteriormente se tomaron muestras de las propiedades físicas del suelo de cada parcela como la textura, estructura, densidad aparente, infiltración, consistencia, humedad, color, para poder determinar si los suelos son apropiados para plantaciones de teca (*Tectona grandis* L.f.) y caoba africana (*Khaya senegalensis* Juss.)

4.4. Materiales y equipo

- a. Etapa de instalación de parcelas se utilizó: plancheta, brújula, GPS, cabuya y machete.
- b. Etapa de medición de datos se hizo uso de: cinta métrica, clinómetro y metro.
- c. Etapa de procedimiento de datos y software que se utilizó: programa de sistema de información geográfica, Microsoft Excel[®], computadora, papel, lápiz, tablero, calculadora.

4.5. Método

4.5.1. Protocolo de uso de materiales en la instalación de PMP

En la centro de la parcela se estableció una plancheta de madera cuadrada aproximadamente de (15 pulgadas de largo y 15 pulgadas de ancho) esta plancheta lleva clavos en las esquinas y en el centro que permitirá determinar las distancias adentro de la parcela. Y se tomó un punto en el centro de cada parcela con GPS. Asimismo se utilizó una cinta diamétrica para sacar el CAP de los árboles. Por otra parte se utilizara la pintura para enumerar cada árbol dentro de la parcela.

4.5.2. Protocolo de establecimiento de PMP

- a. Los aspectos que se tomaron en cuenta en la planificación de las PMP, se implementarán en el sitio de Bosque Cuyamapa la cual inicio con la elaboración de un mapa de ubicación de las parcelas.
- b. Las PMP (rectangulares u horizontales) se instalaron con ayuda de una brújula, tratando de adecuar de mejor manera la forma de las parcelas, de los árboles maderables existente.
- c. En la selección de sitios específicos para la instalación de las PMP, dentro de la finca debe encontrarse en buenos lugares con acceso durante todo el año, para que sirva de monitoreo. Asimismo obtener bajos costos de mantenimiento y evaluación periódica de las parcelas.
- d. La instalación de las parcelas se inicia con la elección del centro de la misma y la colocación de una plancheta central y el posicionamiento de un punto con GPS, para así poder delimitar las zonas esquineras se colocó estacas para obtener el sitio de ubicación de la PMP.
- e. Las PMP deben quedar claramente marcadas, de manera que se logren ubicar rápidamente a la hora de medirlas.
- f. La instalación de las PMP concluye con la identificación de cada árbol que fue monitoreado y el pintado con una línea a la altura donde se medirá el DAP.
- g. Una vez que se ha identificado el conjunto de árboles en la PMP, se elabora el croquis de distribución de las parcelas.
- h. El croquis de ubicación de la parcela ilustrara la forma de la parcela (rectangular, circular o lineal) su ubicación dentro de la finca y la ruta que conduce de un punto físico de la finca.

- i. Finalmente como parte de la tarea de establecimiento de PMP, se realiza un muestreo sobre las propiedades físicas del suelo. Llevando las muestras al laboratorio para su respectivo análisis (Figura 3) (Anexo 2).



Figura 3. Procedimiento en la instalación de parcelas de muestreo permanente (PMP)

4.5.3. Protocolo de medición de PMP

- Las mediciones dasométricas y las observaciones se anotó en la libreta de campo para después transferir la información al programa de cómputo (Microsoft Excel). Las hojas de campo se llevó con datos originales teniendo cuidado de anotar la fecha de medición, numero de parcelas y nombre del participante.
- Una vez que se estableció las parcelas se delimito utilizando estacas y pintándolas con un color específico, las parcelas que contiene los árboles a medir, fueron marcados en cada árbol, pintándolos con números.
- En las mediciones se pintó con una marca o raya a la altura del DAP. Los mismos árboles serán enumerados consecutivamente, partiendo de 1 hasta completar en forma correlativa, estos números son pintados verticalmente en el fuste de cada árbol, unas 6 pulgadas sobre la raya del DAP.

- d. Las rayas, el punto de medición del DAP como el número del árbol, debe tener la misma orientación para que el técnico pueda ver desde un solo ángulo todos los números en los árboles. Si el área es con pendiente, iniciara el trabajo en la parte más alta de la parcela.
- e. Se midió las PMP con una cinta métrica tomando en cuenta los cuatro lados y todas las diagonales de la parcela.

4.5.4. Procedimiento para medición del DAP

- a. Marcar el DAP (1.3 m) con un anillo de pintura.
- b. Marcar la altura del tacón sobre el suelo a 50, 100 y 150 cm.
- c. Medir el DAP con una cinta diamétrica en milímetros y medir el doble grosor de la corteza.
- d. Medir la altura total y el largo del fuste desde el DAP a la punta o ápice, en metros y con un decimal.
- e. Seleccionar el fuste cada 1,5 metros y medir el diámetro en centímetros, con un decimal realizando dos mediciones opuestas.

4.5.5. Criterios para la selección de parcelas de muestreo permanente (PMP)

Antes de seleccionar las parcelas se tomaron en cuenta algunos criterios para poder realizar la práctica como la accesibilidad a cada una de los sitios donde se llevó a cabo el establecimiento de las PMP, con la disponibilidad del propietario a colaborar con la práctica.

4.5.6. Sitios seleccionados para el estudio

Se seleccionaron veinte parcelas para realizar el estudio de las especies maderables de teca y caoba africana en diferentes sitios del lugar que se llevó a cabo la investigación. El estudio que se realizó en las parcelas fueron: altura de árboles, calidad del fuste, volumen del árbol y análisis de las propiedades físicas del suelo.

4.6. Georreferenciación

Para la georreferenciación de las parcelas se utilizó un GPS, para referenciar cada una de las parcelas y se tomaran puntos en cada árbol para poder determinar el área donde está el sitio de estudio, seguidamente se procederá a la elaboración de los mapas con ayuda del programa.

4.6.1. Determinación del volumen de los árboles

La metodología que se utilizó para medir el volumen de los árboles es que los parámetros medidos en cada árbol y parcela fueron: altura del árbol y diámetro a la altura del pecho (DAP), y volumen total de cada árbol.

4.7. Propiedades físicas del suelo

4.7.1. Textura

Para poder determinar la textura del suelo se tomaron varias sub muestras de suelo para luego homogenizarlas y obtener la muestra general por cada una de las parcelas, seguidamente se calculó poner una libra de suelo en una bolsa plástica para llevarla al laboratorio de la Universidad Nacional de Agricultura para hacer el respectivo análisis (Cuadro 1) (Anexo 3).

Cuadro 1. Características utilizadas para determinar la textura del suelo en campo.

Textura	Características
Arenoso	El suelo permanece suelto y separado, y puede ser acumulado en forma de pirámide
Arena Franca	El suelo tiene suficiente limo y arcilla para volverse pegajoso y se le puede dar forma de una bola que fácilmente se deshace
Franco Limoso	Parecido a la arena franca, pero al suelo se le puede dar forma enrollándolo como un pequeño y corto cilindro
Franco	Contiene casi la misma cantidad de arena, limo y arcilla. Puede ser enrollado como cilindro de seis pulgadas de largo aproximadamente que se quiebra cuando se dobla
Franco Arcilloso	Parecido al franco, aunque puede ser doblado en forma de U sin excederse y no se quiebra
Arcilla Fina	El suelo puede tomar en forma de círculo, pero mostrando grietas
Arcilla Pesada	El suelo puede tomar en forma de círculo sin mostrar ninguna grieta



Figura 4. Procedimiento para determinar la textura

4.7.2. Estructura

Para poder determinar la estructura se toma una porción de suelo, procurando mantenerla de forma original hasta que se produce a manipularlo. Se presiona ligeramente poco a poco con mayor fuerza para permitir que se rompa, de tal manera que deje descubierto la forma original de los agregados (Figura 5).



Figura 5. Procedimiento para determinar estructura

4.7.3. Color de suelo

Para la determinación del color del suelo se tomó un terrón de las muestras de suelo obtenidas de cada una de las parcelas para poder realizar la respectiva comparación del color de los suelos con la ayuda de la tabla Munsell (Figura 6) (Anexo 4).

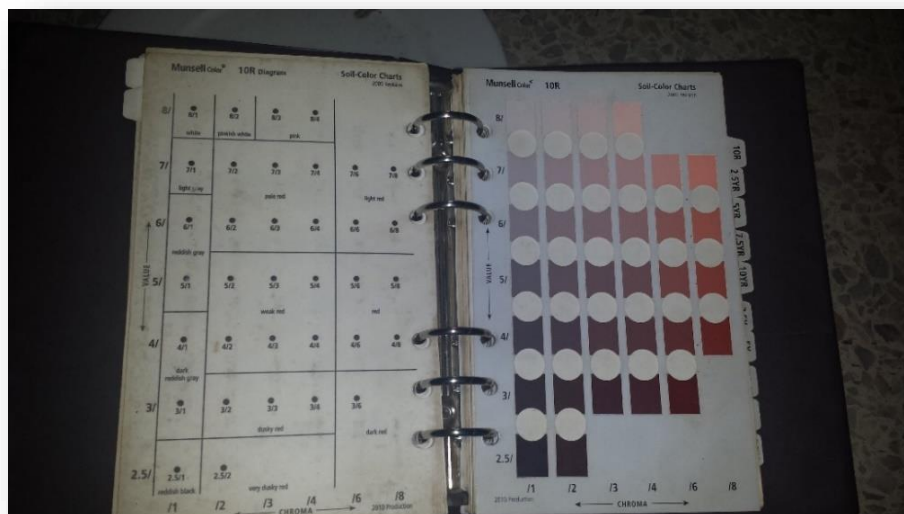


Figura 6. Tabla Munsell para la identificación del color del suelo

Se presenta el procedimiento que se utilizó para determinar el color del suelo en cada una de las parcelas de muestreo permanente (Figura 7).



Figura 7. Procedimiento para determinar el color de suelo.

4.7.4. Consistencia

Para determinar la consistencia del suelo se tomó un terrón de suelo seco y se trató de fragmentar manualmente, por este medio se midió la dureza de los suelos y seguidamente se anotaron los resultados de cualquiera de las condiciones que se cumplan, a continuación se muestra los parámetros para determinar la consistencia en los suelos (Cuadro 2) (Anexo 5).

Cuadro 2. Descripción de la consistencia del suelo.

Consistencia	Descripción
Friable	El terrón se desmenuza fácilmente bajo una ligera presión de los dedos pulgares e índice
Firme	El terrón se desmenuza bajo una moderada presión entre los dedos; débilmente resistente a la presión y fácilmente
Extremadamente firme	El terrón es muy resistente a la presión, puede ser quebrado con las manos con dificultad, pero no podrá ser quebrado con la presión de los dedos índices y pulgares
Suelta	El terrón es débil se rompe fácilmente y se desmenuza en polvos o gránulos

El procedimiento para determinar la consistencia en los suelos que se utilizó para cada una de las parcelas de muestreo permanente (Figura 8).

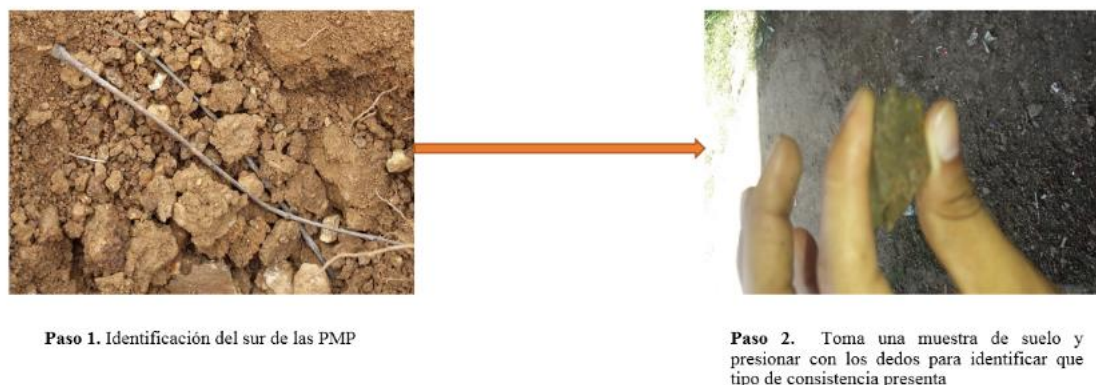


Figura 8. Procedimiento para determinar la consistencia

4.7.5. Densidad aparente

Se utilizó un martillo y un pedazo de madera y se introducirá un cilindro de dimensiones conocidas en el suelo aproximadamente en los primeros 15 cm, después con una pala se saca el cilindro y se corta el suelo sobrante de los extremos del cilindro. Después se saca el suelo del cilindro y se coloca en una bolsa debidamente rotulada, luego de deshidratar las muestras se sacaran para pesarlo y calcular la densidad aparente (Anexo 6).

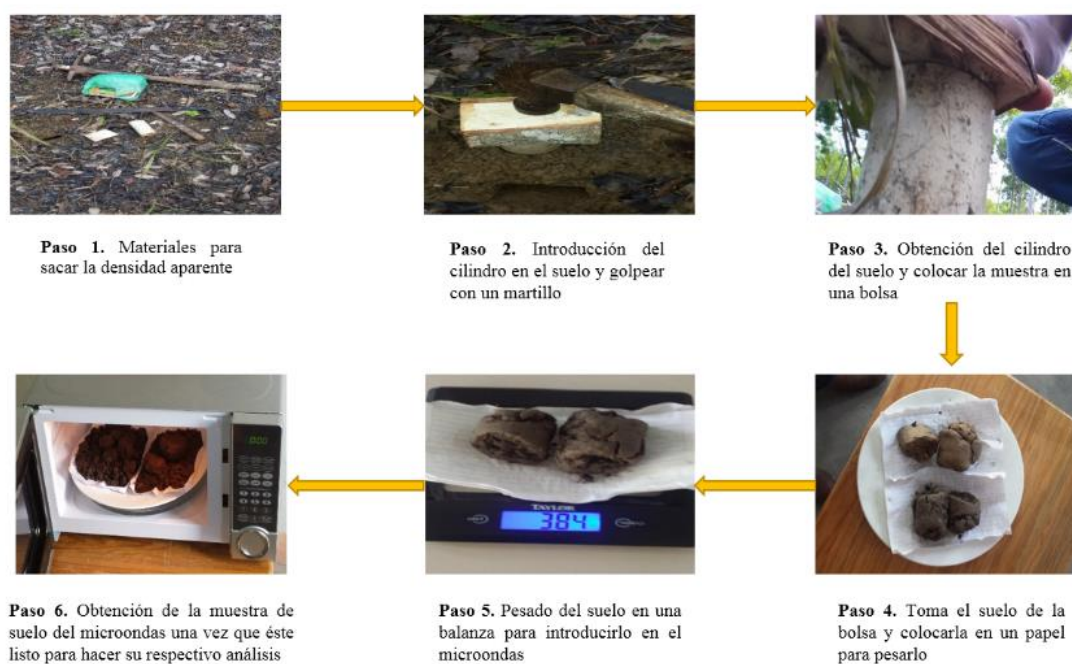


Figura 9. Procedimiento para determinar densidad aparente.

4.7.6. Humedad

Para determinar la humedad se introdujo una pala y se realizó un corte en V en el suelo, con una profundidad de 20 cm. Asimismo se sacó cada muestra de suelo en cada parcela y se colocó en una bolsa para ser llevada al laboratorio y pesarla en una balanza para poder determinare el peso húmedo así poder colocarla en el horno a máximo 25 min. Por otra parte se retira la muestra

de suelo del horno y colocarlo en la balanza para registrar el peso seco y así poder utilizar la siguiente ecuación (Anexo 7).

$$\text{Humedad} = \frac{\text{Peso humedo} - \text{Peso seco}}{\text{Peso seco}} \times 100$$



Figura 10. Procedimiento para determinar la humedad

4.7.7. Infiltración

Graduar un extremo del cilindro con una marca a los 5 cm usando la regla graduada. Por otra parte se introdujo el cilindro en el suelo hasta 5 cm poner una tabla de madera en un extremo del cilindro y con la ayuda del martillo clavar verticalmente el cilindro hasta la marca de 5 cm. Deben de quedar 20 cm del cilindro fuera del suelo y fijar la regla graduada dentro del cilindro. Asimismo colocar una bolsa adentro del cilindro y así poder adicionar agua y tomar la medida de la altura del agua en la regla graduada al dejar de adicionar el agua con el reloj tomar tiempo

a partir de ese momento medir la altura del agua cada 5 s 10 s, durante 1 minutos hasta llegar a 2 horas y así registrarlos en su hoja de datos (Figura 11 y 12) (Anexo 8).



Figura 11. Procedimiento para determinar infiltración.



Figura 12. Procedimiento técnico de infiltración.

V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1. Georreferenciación de veinte parcelas de muestreo permanente en Bosque Cuyamapa de Catacamas, Olancho

El estudio se llevó a cabo en 20 parcelas de muestreo permanente (PMP), Las parcelas se distribuyeron con una proporción de 1 parcela por cada 10 hectáreas de plantación (1/10). Se establecieron 14 parcelas de muestreo en las plantaciones de teca y 6 parcelas en caoba africana, todas distribuidas sobre áreas con diferentes clases de sitio o crecimiento. Se digitalizaron los datos de CAP, altura total, altura de copa de 1,053 árboles en total, correspondiendo 713 árboles de teca y 340 árboles caoba africana (Cuadro 3).

Cuadro 3. Número de árboles por parcela de muestreo permanente en teca y caoba africana.

N. Parcela	Árboles Parcela Teca
1	38
2	41
3	41
4	47
5	48
6	48
7	49
8	50
9	51
10	53
11	54
12	61
13	63
14	69
Total	713

N. Parcela	Árboles Parcela Caoba africana
1	49
2	52
3	56
4	57
5	60
6	66
Total	340

5.1.1. Ubicación general de las 14 parcelas de muestreo permanente de teca en Bosque Cuyamapa

El siguiente mapa presenta donde están establecidas las parcelas de teca donde se realizaron las mediciones dasométricas: altura total, altura de copa, CAP y el análisis de las propiedades físicas del suelo (Figura 13).

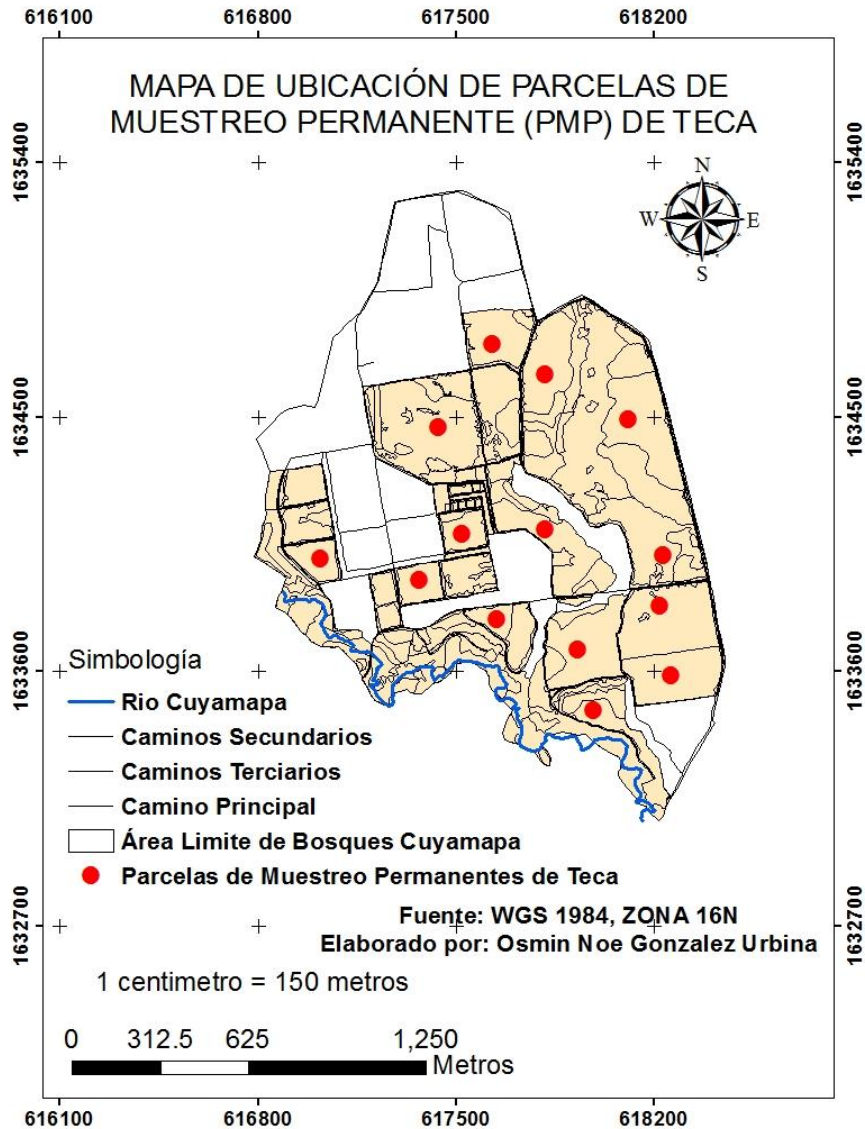


Figura 13. Ubicación de las parcelas de muestreo permanente de teca en los Bosques de Cuyamapa

5.1.2. Ubicación general de las 6 parcelas de muestreo permanente de kaya (*Khaya senegalensis* Juss.) en Bosque Cuyamapa

Por otra parte el siguiente mapa presenta donde están establecidas las parcelas de kaya donde se realizaron las mediciones dasométricas: altura total, altura de copa, CAP y el análisis de las propiedades físicas del suelo (Figura 14).

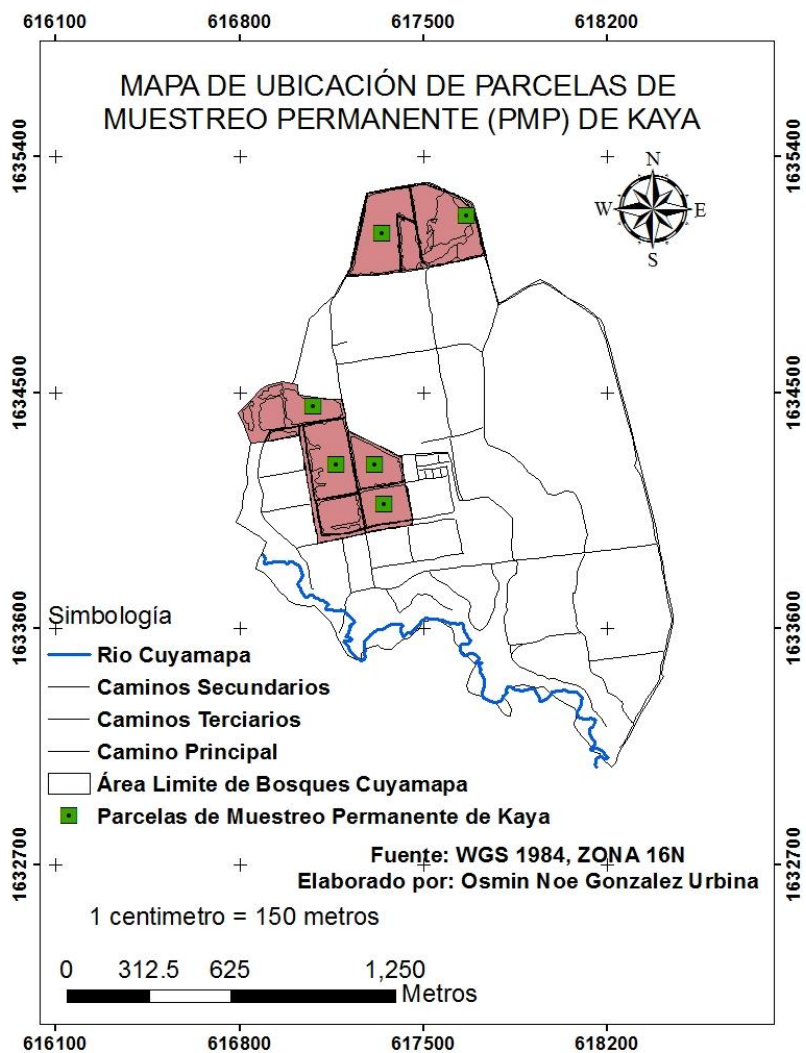


Figura 14. Ubicación de las parcelas de muestreo permanente de kaya en los Bosques de Cuyamapa

5.2. Altura de teca y caoba africana en Bosque de Cuyamapa

Para la comparación de promedio de la especie forestal de teca se encontró que el sitio que se presenta mayor rendimiento en altura es la parcela 13, (“Vega”), con una altura promedio de 22 m, esto se debe a las constantes prácticas de manejo que se han realizados en la parcela, como la poda y cantidad de nutrientes y minerales disponibles en el suelo hace que los árboles tengan un mejor desarrollo, por el contrario la parcela 6 (“2005”),presento un menor rendimiento en cuanto altura siendo esta de 12 m (Figura 15).

Al realizar las comparaciones de promedio de altura de caoba africana se determinó que el sitio que se presenta mayor rendimiento en altura es la parcela 1 (“Chaparría”), con una altura de 8.6 m, esto se debe a las prácticas de manejo que se han realizados en la parcela, por otra parte la que presento menor altura fue la parcela 2 (“Laguna 2008”), con una altura de 6.6 m (Figura 15).

De acuerdo con el estudio realizado por Hernández (2014), en Santa Bárbara en plantaciones de teca la altura fue de 14.8 m, comparando con la investigación realizada en bosque Cuyamapa que en promedio de altura es de 21.2 m.

De igual manera con la investigación que se realizó en Zamorano en plantaciones de caoba africana se determinó un promedio de altura de 7.53 m, al compararse con la investigación realizada en bosque Cuyamapa se obtuvo una altura de 8.6 m no presenta mucha diferencia significativa en cuanto a la altura (Alvarado 2010).

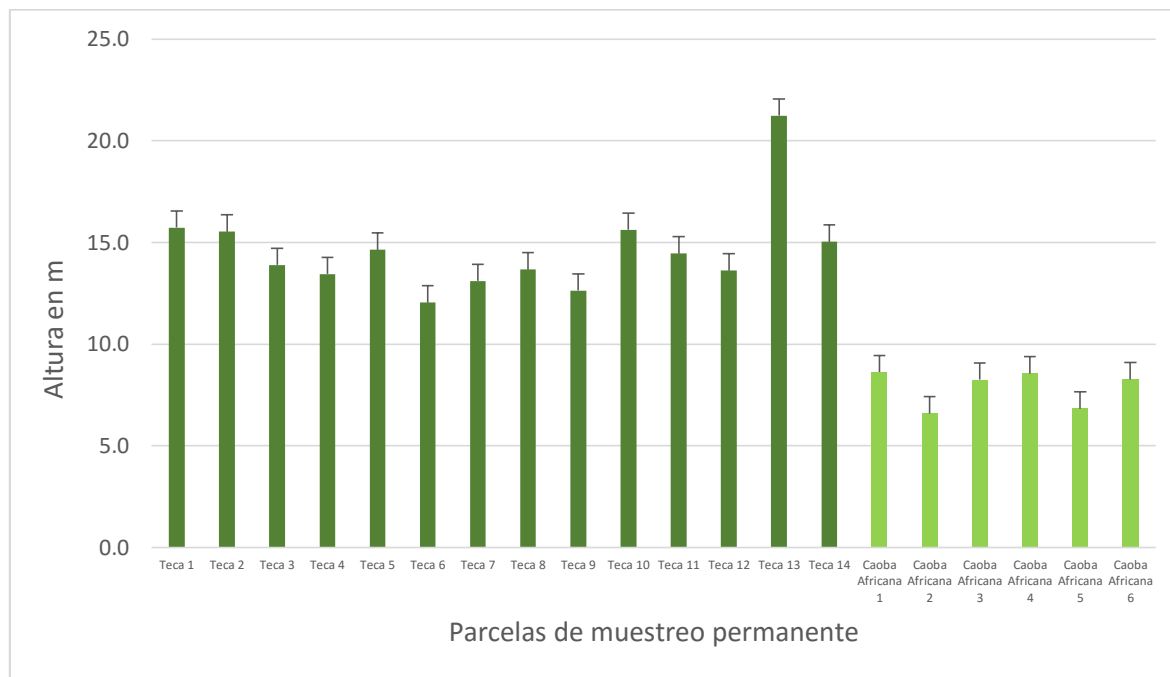


Figura 15. Altura de árboles en parcelas de muestro permanente de teca y caoba africana en Catacamas, Olancho. Las barras de error representan el error estándar de la media.

5.3. Circunferencia de teca y caoba africana

Al realizar las comparaciones de promedio de la circunferencia (CAP) de la teca el sitio que presento mayor rendimiento en circunferencia fue la parcela 13 (“Vega”), con un promedio de circunferencia de 72.6 cm, por otra parte el sitios que presento menor circunferencia fue la parcela 4, (“Pastel”), con 48.6 cm. Esto se debe a que la circunferencia (CAP) de los árboles de las parcelas de muestreo permanente la (“Vega”) es mayor que las demás parcelas (Figura 16).

En la comparación de promedio de circunferencia (CAP) de kaya el sitio que presento mayor rendimiento en circunferencia fue la parcela 5 (“Laguna 2008”), con un promedio de circunferencia de 48.8 cm, de igual forma el sitio que presento menor circunferencia fue la parcela 2 (“Laguna 2008”), con 36.1 cm. Esto se debe a que la circunferencia (CAP) de los

árboles de las parcelas de muestreo permanente 5 (“Laguna 2008”), es mayor que las demás parcelas (Figura 16).

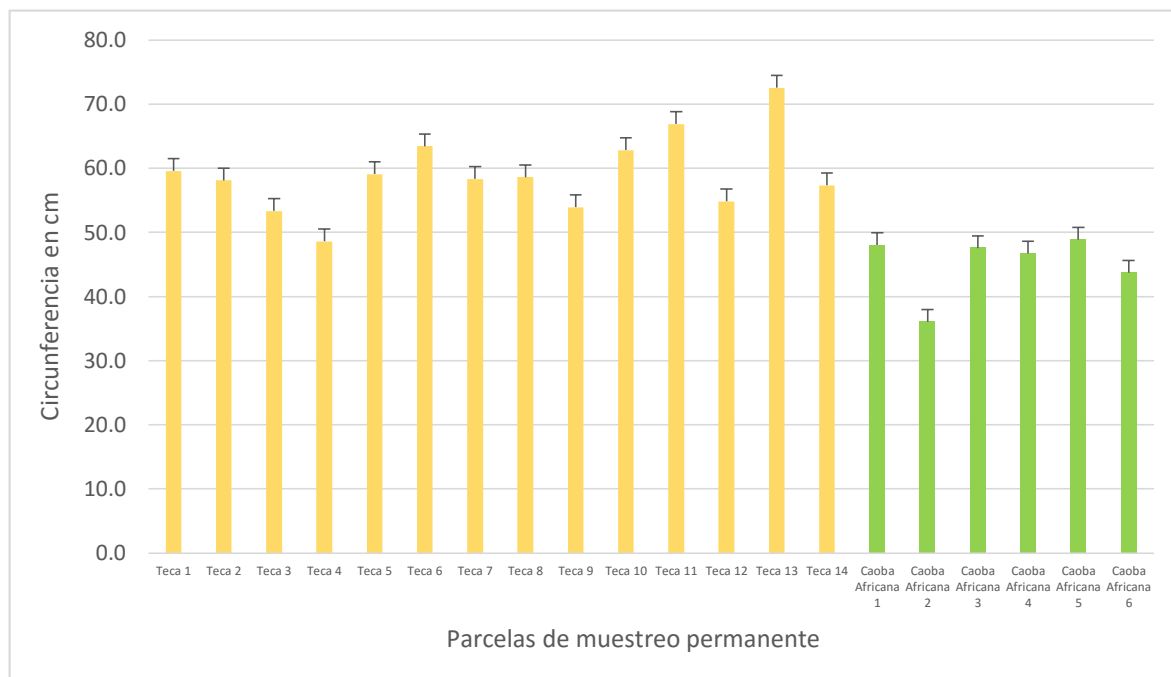


Figura 16. Circunferencia por árbol de teca y caoba africana en plantaciones establecidas en Bosque Cuyamapa de Catacamas, Olancho. Barras de error representan el error estándar de la media.

5.4. Diámetro en plantaciones de teca y caoba africana

De igual forma se determinó el promedio de diámetro en las parcelas de muestreo permanente de teca presentó mayor diámetro la parcela 13 (“Vega”), con un promedio de diámetro de 23.1 cm, de igual forma el sitio que presentó menor diámetro fue la parcela 4 (“Pastel”), con 15.5 cm de diámetro a la altura del pecho (DAP). Los árboles de la parcela la (“Vega”) es mayor a los demás sitios debido que presenta buenos nutrientes en el suelo, espacio, y luz solar entre los árboles (Figura 17).

Por otra parte se determinó las comparaciones de promedio de diámetro a la altura del pecho (DAP) en plantaciones de caoba africana asimismo se obtuvo las parcela 5 (“Laguna 2008”) que presento un mayor promedio de diámetro de 15.5 cm, igualmente esto se debe al tipo de suelo que se encuentra esta plantación, de igual importancia la parcela 2 (“Laguna 2008”) se determinó que presenta un menor de diámetro de 11.5 cm (Figura 17).

Por otra parte la investigación de teca realizada por Hernández (2014), en Santa Bárbara, obtuvo un promedió de diámetro de 16.8 cm, y en comparación a la investigación realizada en plantaciones de teca en bosque Cuyamapa se comparó que hay diferencia significativa en el promedio de diámetro de 23.1 cm.

En relación al estudio realizado por Alvarado (2010), en el Zamorano en el cuál determinó que el promedio de diámetro de las plantaciones de caoba africana fue de 17.18 cm. El cual al compararse con el estudio realizado en las plantaciones de caoba africana de bosque Cuyamapa se determina que no hay diferencia significativa en cuanto al diámetro ya que el promedio del mismo fue de 15.3 cm.

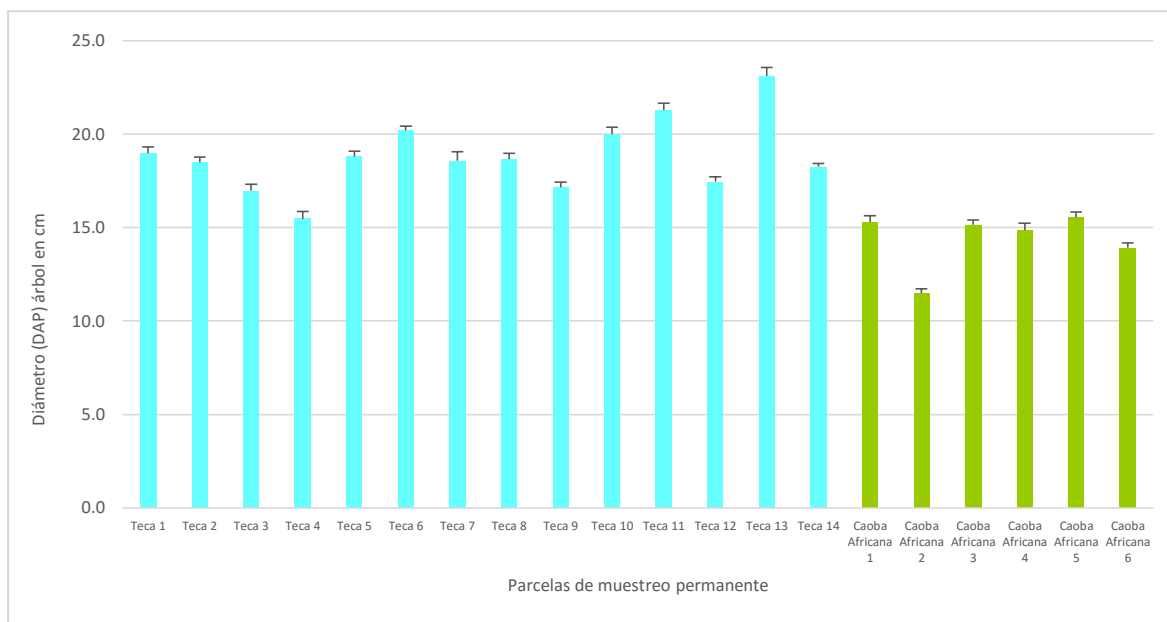


Figura 17. Diámetro por árbol en plantaciones de teca y caoba africana en parcelas de muestreo permanente establecidas en bosque Cuyamapa de Catacamas, Olancho. Las barras de error indican el error estándar de la media.

5.5. Volumen en plantaciones de teca y caoba africana

Al hacer las comparaciones entre las parcelas de muestreo permanente de plantaciones de teca se observó que la parcela 13 (“Vega”), que obtuvo mayor rendimiento en volumen de 3.5592 m³ debido a los minerales que se encuentran en el suelo y al buen manejo de fertilización y podas, por el contrario la parcela 4 (“Pastel”), presenta menor rendimiento en volumen con 1.0113 m³ a causa del tipo de suelo que presenta ya que recibe el mismo manejo que las demás parcelas (Figura 18).

De la misma manera se pudo observar en las plantaciones de caoba africana las comparaciones de volumen entre las parcelas de muestreo permanente y se determinó que la parcela 1 (“Chaparría”), presenta un mayor promedio en volumen de 0.6336 m³ esto se debe al buen manejo que se le ha brindado a la plantación, asimismo se observó la parcela 2 (“Lagunas 2008”), con un menor rendimiento de volumen de 0.2732 m³ esto se debe a la cantidad de árboles de la parcela y al tipo de suelo que presenta (Figura 18).

De acuerdo con la investigación realizada en plantaciones de teca en Santa Bárbara se determinó que el promedio en volumen es de 0.1494 m³, comparando con la investigación realizada en bosque Cuyamapa obtuvo un promedio en volumen de 3.5592 m³ (Hernández 2014).

Según el estudio realizado por Alvarado (2010), en plantaciones de caoba africana en Zamorano se determinó que el volumen es de 0.1460 m³, y en comparación a la investigación realizada en bosque Cuyamapa el volumen fue 0.6336 m³ significa que si hay diferencia altamente significativa.

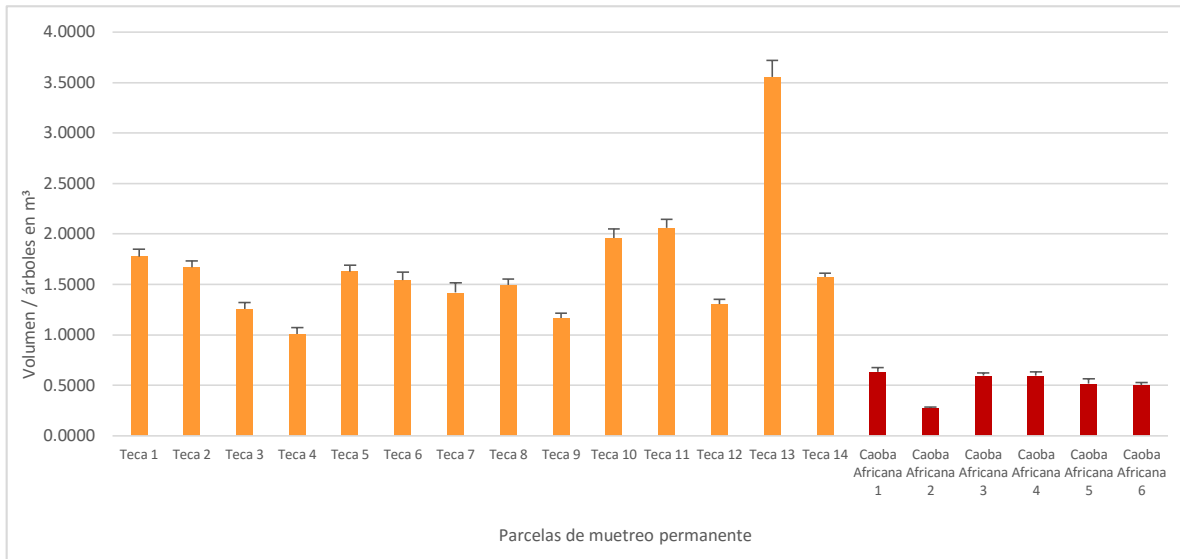


Figura 18. Volumen por parcela de teca y caoba africana en plantaciones establecidas en bosques Cuyamapa de Catacamas, Olancho. Barras de error indican el error estándar de la media.

5.6. Calidad del fuste de los árboles de teca

Al hacer las comparaciones en la calidad de fuste de cada parcela se observó que la que presenta mayor problemas de calidad de fuste es la parcela 1 (“Cedro espino 2”), presenta el 79% de gambas, 60% Fuste inclinado, 73% bifurcación, 31% ramas reintertivas y presentó 0% de torceduras en la base. Asimismo se identificó en la parcela 3 (“Oficina”), presentó mayor problemas de calidad de fuste con: 88% gambas, 51% fuste inclinado, 31% bifurcación, 47% ramas reintertivas y 0% torceduras en la Base. Por otra parte se determinó que la mejor parcela fue 12 (“Zopilote 2”), el 2% de gambas, 2% fuste inclinado, 4% bifurcación, 24% ramas reintertivas, 2% torceduras en la base.

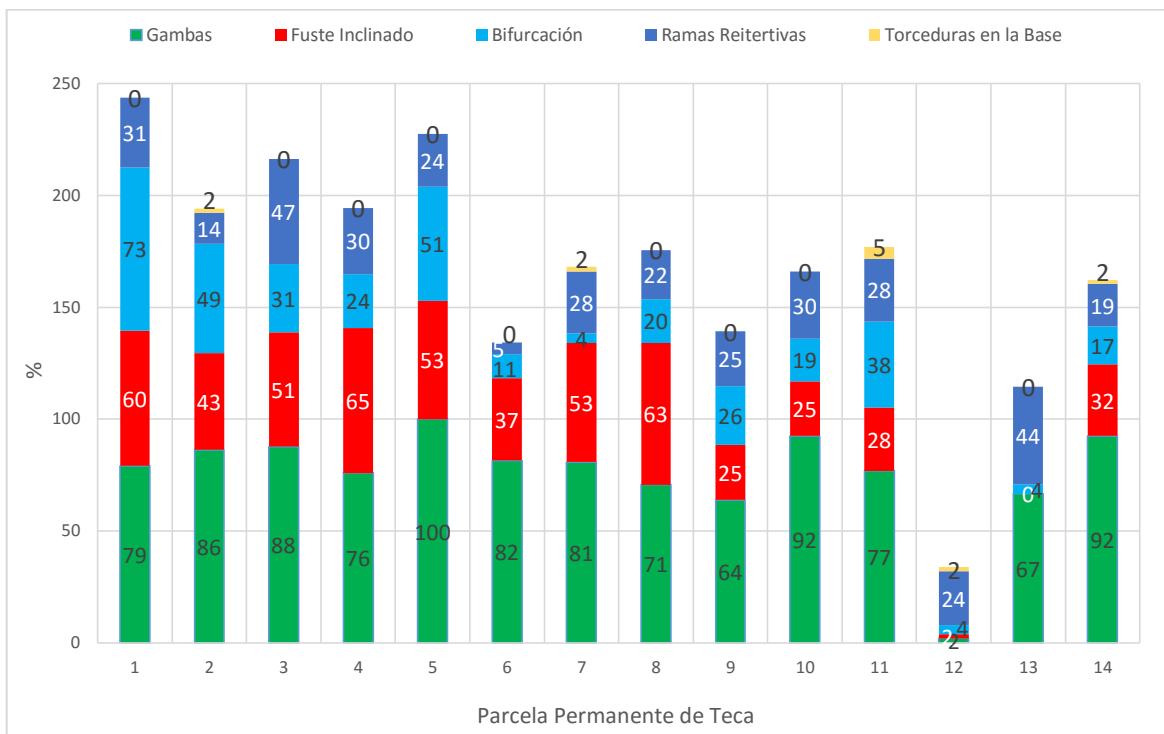


Figura 19. Calidad de fustes en plantaciones de teca en Bosque Cuyamapa de Catacamas, Olancho

5.7. Calidad del fuste de los árboles de caoba africana.

Para la comparación en la calidad de fuste de cada parcela se determinó que la que tiene mayor problemas de calidad de fuste es la parcela 1 (“Chaparría”), presenta 45% de gambas, 20% fuste inclinado, 80% bifurcación, 0% ramas reiterativas, 6% torceduras en la base. De igual forma se obtuvo la mejor parcela que fue la 5 (“Laguna 2008”), con 10% de gambas, 6% fuste inclinado, 0% bifurcación, 0% ramas reiterativas y 0% torceduras en la base. Por otra parte se identificó otra de las mejor parcela que fue la 3 (“Laguna 2005”), con 4% de gambas, 7% fuste inclinado, 4% bifurcación, 0% ramas reiterativas y 0% torceduras en la base (Figura 20).

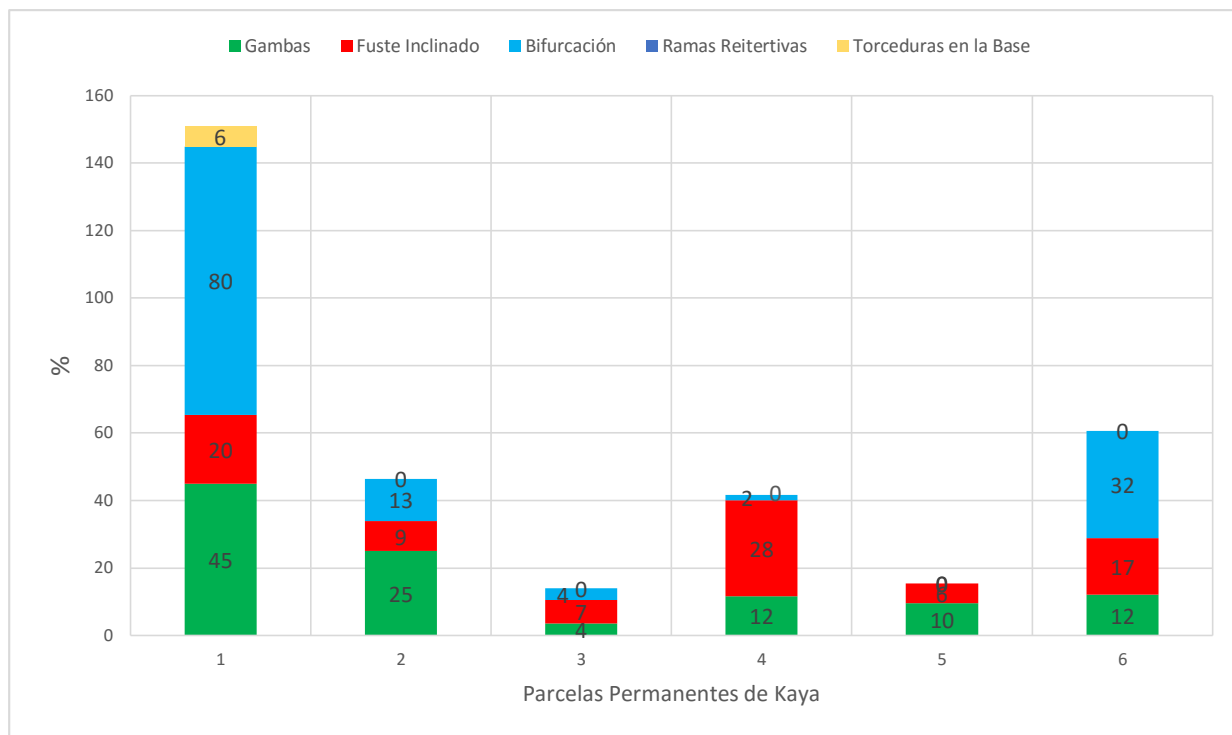


Figura 20. Calidad de fustes en plantaciones de caoba africana en Bosque Cuyamapa de Catacamas, Olancho

5.8. Propiedades físicas de suelo en parcelas de muestreo permanente en plantaciones de teca y caoba africana

Al hacer la comparación de los análisis físicos del suelo en el sitio de estudio se determinó que los tipos de suelo que presenta el bosque Cuyamapa son: franco, franco limoso, arenoso, arena franca, teniendo un mayor porcentaje de suelo en el Bosque de franco limoso.

De igual manera se determinó la parcela 13 con mayor crecimiento de teca que fue la (“Vega”), siendo la textura de suelo arenoso, con una estructura granular, con una consistencia friable, con humedad de 9.2%, asimismo con una densidad aparente de 0.85 g/cm³ y con un color de suelo gris.

De igual importancia se obtuvo la parcela 6 (“2005”), con menor crecimiento de teca, con una textura de suelos franco, con una estructura granular, con una consistencia friable, teniendo una humedad de 16.5%, por otra parte con una densidad aparente de 0.96 g/cm³ y un color de suelo de gris muy oscuro.

Asimismo se determinó la mejor parcela para caoba africana siendo la parcela 1 (“Chaparría”), con una textura de suelo franco limoso, con una estructura granular, con consistencia friable, teniendo una humedad de 18.0%, de igual forma una densidad aparente de 0.84 g/cm³ y un color se suelo de rojo muy oscuro.

De la misma manera se obtuvo la parcela con menor crecimiento para caoba africana fue la parcela 16 (“Laguna 2008”), con una textura de suelo franco limoso, con estructura granular, con una consistencia friable, con una humedad de 25.7%, teniendo una densidad aparente de 0.90 g/cm³ y un color de suelo café (Cuadro 4).

Cuadro 4. Análisis de las propiedades físicas del suelo en plantaciones de teca y caoba africana en Bosque cuyamapa de Catacamas, Olancho

Parcela	Nombre	Especie	Consistencia	Estructura	Humedad %	Densidad Aparente g cm ⁻³	Color		Textura
1	Cedro Espino 2	Teca	Friable	Granular	15.7	0.74	Café muy oscuro		Franco
2	Pastel 3	Teca	Friable	Granular	20.0	0.82	Negro		Franco Limoso
3	Oficina	Teca	Friable	Granular	23.0	0.90	Negro		Franco
4	Pastel	Teca	Firme	Granular	22.0	0.95	Rojo oscuro		Franco Limoso
5	Ganaderia 1	Teca	Friable	Granular	10.6	1.01	Café rojizo oscuro		Arenoso
6	2005	Teca	Friable	Granular	16.5	0.93	Gris muy oscuro		Franco
7	2005	Teca	Firme	Granular	18.4	0.96	Café rojizo oscuro		Franco Limoso
8	2005	Teca	Friable	Granular	22.2	0.85	Café rojizo oscuro		Arena Franca
9	Zopilote 1	Teca	Firme	Granular	17.8	0.88	Café oscuro		Arenoso
10	Pastel 3	Teca	Friable	Granular	10.7	0.91	Café rojizo oscuro		Arenoso
11	Teca vieja	Teca	Friable	Granular	10.8	0.89	Pardo grisáceo muy oscuro		Arena Franca
12	Zopilote 2	Teca	Extremadamente Firme	Granular	21.0	0.98	Pardo grisáceo muy oscuro		Arenoso
13	Vega	Teca	Friable	Granular	9.2	0.85	Gris		Arenoso
14	Teca vieja	Teca	Friable	Granular	20.7	0.90	Gris muy oscuro		Franco Limoso
1	Chaparría	Kaya	Friable	Granular	18.0	0.84	Rojo muy oscuro		Franco Limoso
2	Laguna 2008	Kaya	Friable	Granular	25.7	0.90	Café fuerte		Franco Limoso
3	Laguna 2005	Kaya	Friable	Granular	29.5	0.98	Pardo grisáceo muy oscuro		Franco Limoso
4	Laguna 2008	Kaya	Friable	Granular	24.4	1.07	Café amarillento oscuro		Franco
5	Laguna 2008	Kaya	Friable	Granular	19.5	1.04	Café		Franco
6	Cedro espino 1	Kaya	Friable	Granular	16.4	0.80	Gris muy oscuro		Franco

5.8.1. Infiltración de parcelas de muestreo permanente en plantación de teca

La cantidad o velocidad media de infiltración encontrada en cada uno de las parcelas de muestreo permanente de teca y caoba africana se presenta a continuación:

La velocidad de infiltración de los suelos encontrados en las parcelas de muestreo permanente de teca en Bosque Cuyamapa se determinó que la parcela 11 (“Teca vieja”), fue muy lenta la infiltración con un tiempo de 2 horas y una velocidad de 13.8 centímetros, debido que el suelo se encuentra compactado y no presenta porosidad teniendo un tipo de suelo arena-franca. Asimismo se observó que en la parcela 13 (“Vega”), se encontró con una menor infiltración con tiempo de 2 horas y una velocidad de 10.5 centímetros teniendo un tipo de suelo arenoso. De igual manera se identificó que en la parcela 7 (“2005”), se determinó con una menor infiltración con un tiempo de 2 horas y una velocidad de 1.8 centímetros obteniendo un tipo de suelo franco limoso. Por otra parte se determinó que la parcela 5 (“Ganadería 1), tuvo una menor infiltración con un tiempo de 42 minutos y una velocidad de 0 centímetros obteniendo un tipo de suelo arenoso (Figura 21).

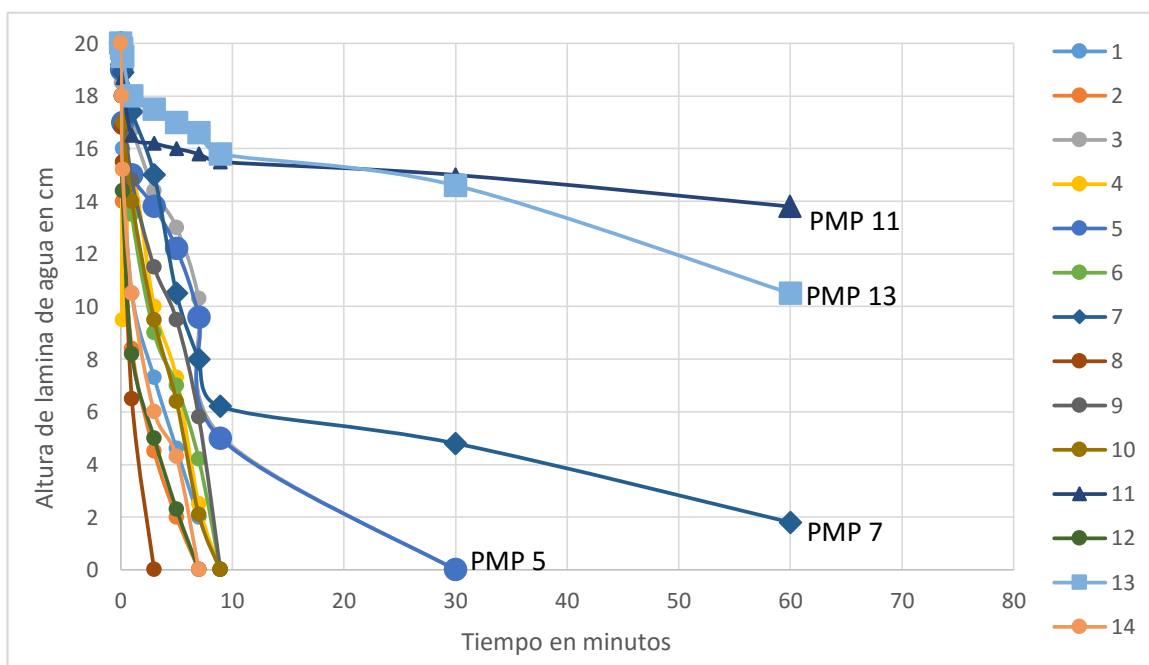


Figura 21. Velocidad de infiltración en parcelas de muestreo permanente en plantaciones de teca en bosque de Cuyamapa de Catacamas, Olancho

5.8.2. Infiltración de parcelas de muestreo permanente en plantación de caoba africana

De igual forma la velocidad de infiltración de los suelos encontrados en las parcelas de muestreo permanente de caoba africana en bosque Cuyamapa, se observó que la parcela 2, (“Laguna 2008”), fue muy lenta la infiltración con un tiempo de 2 horas y una velocidad de 3.5 centímetros, observando un tipo de suelo franco limoso. Por otra parte se determinó que en la parcela 1 (“Chaparría”), tuvo una menor infiltración con un tiempo de 1:42 minutos y una velocidad de 0 centímetros identificando un tipo de suelo franco limoso. Asimismo se identificó que la parcela 6 (“Cedro espino 1”), se observó una menor infiltración con un tiempo de 25 minutos y una velocidad de 0 centímetros, obteniendo un tipo de suelo franco (Figura 22).

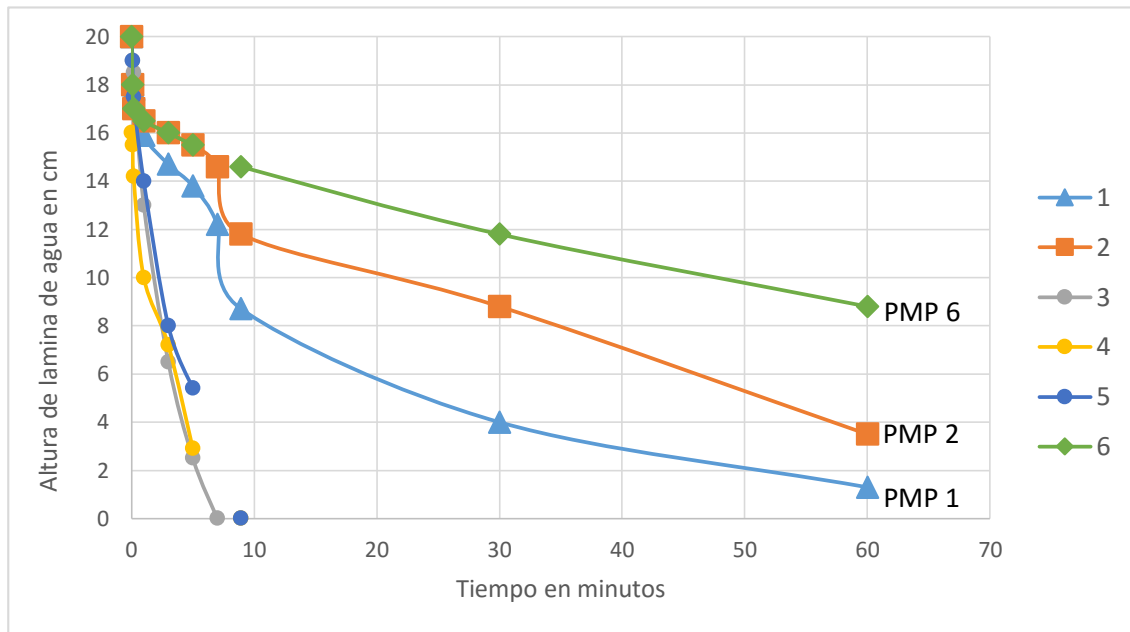


Figura 22. Velocidad de infiltración en parcelas de muestreo permanente en plantaciones de caoba africana en bosque de Cuyamapa de Catacamas, Olancho

5.9. Análisis de los componentes principales

De acuerdo al análisis de los componentes principales las variables, volumen y humedad, son las más importantes en el componente principal 1. Mientras la infiltración es importante en el componente principal 2. El componente principal 1 indica el 57.7 % de la varianza y el componente principal 2 indica el 17.2 % de la varianza. En el análisis se observa que la parcela 13 “Vega” presenta los mayores valores para teca, mientras que la parcela 3 “Laguna 2005” presenta las variables más bajas para kaya.(Figura 23).

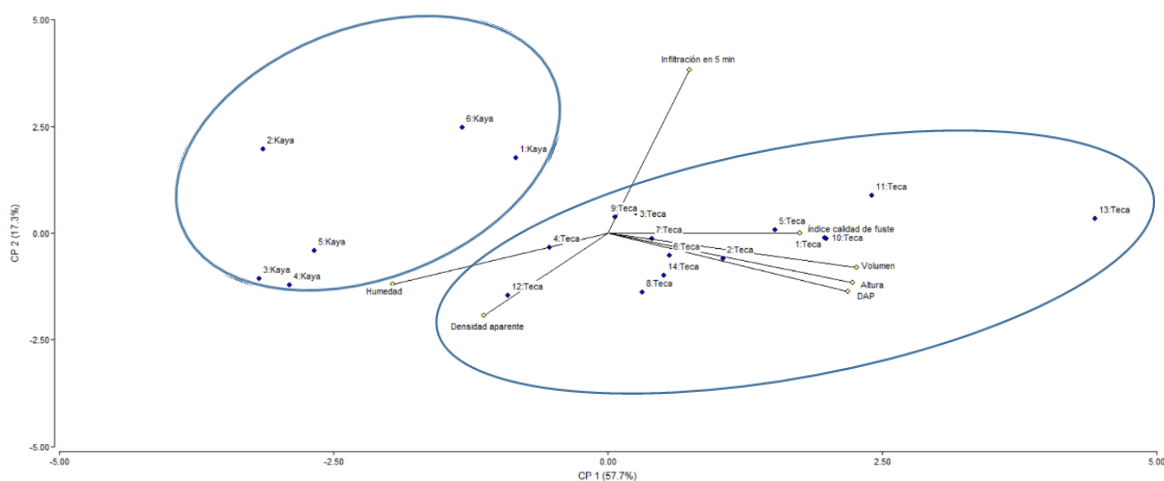


Figura 23. Componentes principales de las propiedades físicas del suelo y variables dasométricas en plantaciones de teca y kaya en los Bosques de Cuyamapa

5.10. Resumen de los comportamientos en teca y kaya

Cuadro 5. Resumen de la información de los mejores y más bajos resultados y su relación con las principales características físicas del suelo en las plantaciones de teca y kaya en los Bosques de Cuyamapa.

Parcelas en Teca	Parcela	Nombre de parcela	Altura en m de teca	Propiedades físicas del suelo
Parcelas con mejores resultados	13	Vega	22	[Consistencia: Friable], [Estructura: Granular], [Humedad: 9.2%], [Densidad aparente: 0.85 g/cm ³], [Color: Gris], [Textura: Arenoso]
	1	Cedro espino 2	15.7	[Consistencia: Friable], [Estructura: Granular], [Humedad: 15.7%], [Densidad aparente, 0.74 g/cm ³], [Color: Café muy oscuro], [Textura: Franco]
Parcelas con resultados más bajos	9	Zopilote 1	12.6	[Consistencia: Firme], [Estructura: Granular], [Humedad: 17.8%], [Densidad aparente: 0.88 g/cm ³], [Color: Café oscuro], [Textura: Arenoso]
	6	2005	12	[Consistencia: Friable], [Estructura: Granular], [Humedad: 16.5%], [Densidad aparente, 0.93 g/cm ³], [Color: Gris muy oscuro], [Textura, Franco]
Parcelas en Kaya	Parcela	Nombre de parcela	Altura en m de kaya	Propiedades físicas del suelo
Parcelas con mejores resultados	1	Chaparría	8.6	[Consistencia: Friable], [Estructura: Granular], [Humedad: 18.0%], [Densidad aparente: 0.84 g/cm ³], [Color: Rojo muy oscuro], [Textura: Franco limoso]
	4	Laguna 2008	8.6	[Consistencia: Friable], [Estructura: Granular], [Humedad, 24.4%], [Densidad aparente, 1.07 g/cm ³], [Color: Café amarillento oscuro], Textura, Franco]
Parcelas con resultados más bajos	5	Laguna 2008	6.8	[Consistencia: Friable], [Estructura: Granular], [Humedad: 19.5%], [Densidad aparente: 1.04 g/cm ³], [Color: Café], [Textura: Franco]
	2	Laguna 2008	6.6	[Consistencia: Friable], [Estructura: Granular], [Humedad: 25.7%], [Densidad aparente: 0.90 g/cm ³], [Color: Café fuerte], [Textura: Franco limoso]

VI. CONCLUSIONES

- a. Las plantaciones de teca presentan mayor rendimiento en altura, circunferencia, volumen, diámetro a la altura del pecho (DAP) y calidad de fuste que las plantaciones de caoba africana en los Bosques de Cuyamapa.
- b. Las propiedades físicas del suelo son óptimas para el establecimiento de plantaciones de teca y caoba africana en los Bosques de Cuyamapa. Los suelos son franco, franco limoso, arenoso lo cual permiten una mayor infiltración.
- c. El levantamiento de la línea base sirve como referencia para conocer el estado actual del bosque Cuyamapa y futuras investigaciones. Siendo la parcela 13, “Vega”, que obtuvo un mejor rendimiento en cuanto a altura, circunferencia, DAP y volumen, debido a los nutrientes y minerales disponibles en el suelo obteniendo un tipo de suelo arenoso.

VII. RECOMENDACIONES

- a. Darle seguimiento al proceso de investigación en bosque Cuyamapa, a través del monitoreo de las parcelas de muestreo permanente para hacer las respectivas comparaciones de cuánto podría ser el aumento de la altura de árboles, calidad del fuste y DAP, año con año en las plantaciones forestales de teca y caoba africana.

- b. Instalar plantaciones forestales en otras zonas del país con el objeto de crear y mejorar condiciones socio ambientales en las comunidades y seguir brindando asistencia técnica y capacitaciones a los productores para que tengan un mejor rendimiento en sus plantaciones forestales.

- c. Rotular y señalizar las vías de acceso para que las personas que tengan interés puedan visitar las instalaciones del bosque Cuyamapa.

- d. Promover la importancia de los bienes y servicios ambientales que brindan las plantaciones forestales.

VIII. BIBLIOGRAFÍA

Bokkestih, A.; Francis, J. 2000. *Khaya senegalensis* Juss-caoba de zonas secas. In Bioecología de árboles 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.

CATIE (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, CR). 1998. Metodología para el análisis financiero de concesiones forestales en la Reserva de la Biosfera Maya, Guatemala. Turrialba, Costa Rica, 1998.

Chaves E. 1991. (*Tectona grandis* L.f.). Especie de árbol de uso múltiple en América Central. CATIE. Turrialba, Costa Rica. 60 p. Serie III.

Chaves, Fonseca. 1991. Teca, (*Tectona grandis* L.f.). Especie de árbol de uso múltiple en América Central. Informe Técnico 179. Turrialba, Costa Rica: Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. 47 p.

Ferreira, O. 2005. Herramienta para el manejo de bosques. Inventario forestal. Siguatepeque, Honduras. 141 p.

Fonseca, W. 2004. Manual para productores de teca (*Tectona grandis* L.f.), (En línea) Heredia, Costa Rica. Consultado el 11 de agosto del 2015. Disponible en: <http://www.fonafifo.go.cr/text-files/proyectos/manualproductoresteca.pdf>

FHIA. 2012. Plantaciones forestales y agroforestales de impacto económico, social y ambiental. FHIA. La lima, Cortes. 36 p.

Guamán, L. 2002. Estudio técnico económico para establecer una plantación de caoba africana (*Khaya senegalensis* Juss.) en el valle de Yeguaré, Honduras, (En línea) Zamorano. Consultado el 8 de diciembre del 2015. Disponible en: <http://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/2268/1/T1539.pdf>

Guiselle, B.2002. Programa de Restauración y Silvicultura del Bosque Seco A.C.G. p 88.

Gutiérrez, A. 2010. La densidad aparente en suelos forestales Universitaria Técnica Agrícola, Universidad de Sevilla: (En línea) consultado el 01/04/14 formato HML.

Hudson N. 2006. Soil consevation. Trad. B T Bastford.Ed en español. Reverte. Barcelona España. 337p.

IICA. (Instituto interamericano de cooperación para la agricultura). 1985. Física de los suelos: manual de laboratorio. Ed Julio b. 2da Edición. San José, Costa Rica.295p.

Krishnapillay, B. 2000. Silvicultura y ordenación de plantaciones de teca. Unasyuva (It): 201.

Maghembe, J.A; Kaoneka, A.R.; Lulandala, L.L. 1986. El cultivo intercalado, deshierbe y efectos sobre el crecimiento y contenido de nutrientes en teca. At Morogoro, Tanzania. Ecología y manejo forestal. No. 16: 269-279 p.

Montero, M. 1999. Factores de sitio que influyen en el crecimiento de (*Tectona grandis* L.f.).Dugand, en Costa Rica. Tesis de Maestría. Universidad Austral de Chile, Valdivia, CATIE, Turrialba, Costa Rica. 111 p.

Orozco, F. 2008 Evaluación De Plantaciones De Teca (*Tectona Grandis* L.f.), Mediante Parcelas Permanentes De Medición, En El Trópico De Cochabamba” Cochabamba –Bolivia.

Rodas, A. 2006. Efectos de establecimiento de plantaciones forestales (*Tectona grandis* L.f.) en áreas de potero sobre las características del suelo en Peten, Guatemala. Turrialba, Costa Rica (En línea) Consultado el 8 de septiembre del 2015.

Salazar, R. 1973. Requerimientos edafológicos y climáticos para la (*Tectona grandis* L.f.). Turrialba (CR) 24(1):66-71.

Torran, E. 2007. Impacto de las plantaciones sobre el contenido de humedad del suelo. (En línea). Concepción del Uruguay. Consultado el 12 de diciembre del 2015. Disponible en <http://www.edutecne.utn.edu.ar/tesis/Torran-TesisFinal.pdf>

USDA (United States Department de Agriculture). 1999. Soil Taxonomy un sistema básico de clasificación de suelo para la Realización e Interpretación Los estudios edafológicos. Departamento de Agricultura Agriculture Handbook, por segundaedición Unidos . BySoilSurveyStaff.436 p.

Ugalde, A. L. 2000. Guía para el establecimiento y medición de parcelas para el monitoreo y evaluación del crecimiento de árboles en investigación y en programas de reforestación con la metodología del Sistema MIRA, CATIE, Turrialba, Costa Rica.

Vaides, L.E.E. 2004. Características de sitio que determinan el crecimiento y productividad de teca (*Tectona grandis* L.f.), en plantaciones forestales en diferentes regiones de Guatemala. Tesis M.Sc. CATIE. Turrialba, Costa Rica, 01 p.

Vargas, J. Orozco, F. 2008 Metodología Para El Establecimiento De Parcelas Permanentes De Medición (PPM'S.) de teca, serebó y balsa. Cochabamba –Bolivia.

Wadsworth, F. 2,000. Producción Forestal para América Tropical. Washington, EE.UU, Departamento de agricultura de los EE.UU. 603p.

Weaver, P. 1993. (*Tectona grandis* L.f.). Teak New Orleans. (En línea) Consultado el 2 de agosto del 2015. Disponible en: <http://www.fs.fed.us/global/iitftectonagrandis.pdf>

Woods, P.V.; Nambiar, E.K.S. y Smethurst, P.J. 1992. Efecto de las malezas anuales sobre el agua y la disponibilidad de nitrógeno en una plantación joven. Ecología y manejo forestales. No.48: 145-163 p.

ANEXOS

Anexo 1. Formulario de campo para la determinación del manejo en las plantaciones de taca y caoba africana en bosques Cuyamapa de Catacamas, Olancho.

Bosques de Cuyamapa											
Establecimiento de Parcelas de Medicion Permanente (PMP)											
Fecha de Establecimiento PMP:			Edad (meses)	Rodal:	Especie:	Parcela N°					
Fecha de Plantacion						Area Parcela (m ²)	1,000.0				
Coordenadas Centro Parcela			Responsables:	Lado Parcela (m)	31.63						
X	Y	Z		Largo subhipotenusa (m)	22.36						
				Lado Subparcela (m)	15.86						
Arbol N°	CAP (cm)	% Pendiente			Distancia Base (m)	Calidad del Fuste					
		Base	Copa	Apice		PS	GM	TB	FI	BF	RR
1											
2											
3											
4											
5											
6											
7											
8											
9											
10											
11											
12											
13											
14											
15											
16											
17											
18											
19											
20											
21											
22											
23											
24											
25											
26											
27											
28											
29											
30											
31											
32											
33											
34											
35											
36											
37											
38											
39											
40											
PS	Posicion sociologica			GM	Gambas o aletones			TB	Torcedura en la base		
FI	Fuste inclinado			BF	Bifurcacion			RR	Ramas reiterivas		

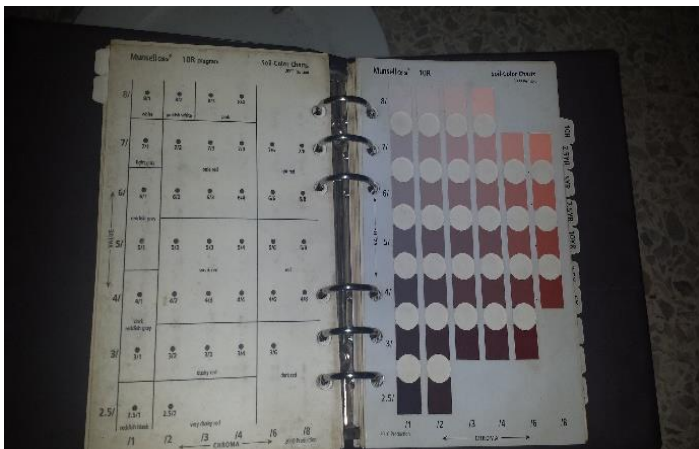
Anexo 2. Instalación de plancheta en el centro de la parcela de muestreo permanente (PMP).



Anexo 3. Muestra de suelo para determinar la textura de suelo.



Anexo 4. Procedimiento para determinar color de suelo.



Anexo 5. Procedimiento técnico para determinar consistencia de suelo.



Anexo 6. Procedimiento técnico para determinar densidad aparente.



Anexo 7. Muestra de suelo para determinar la humedad de suelo.



Anexo 8. Procedimiento técnico para determinar infiltración.



Anexo 9 .Base de datos de las 20 PMP de teca y kaya en los Bosques de Cuyamapa, con la información de las variables dasométricas

X	Y	Rodal: Cedro Espino 2		
		Especie: Teca		
Arbol Nº	CAP (cm)	% Pendiente	Altura	Volumen
1	57.7	11.5	1.5684	
	57.6	11.5	1.5841	
	53.3	10.7	1.3022	
4	69.4	13.9	2.4223	
5	55.6	11.1	1.5154	
6	61	12.2	1.9188	
7	57.5	11.5	1.5365	
8	73.6	14.7	2.7243	
9	60.4	12.1	1.8580	
10	60.5	12.1	1.8175	
11	62.6	12.5	1.8960	
12	55.7	11.1	1.4418	
13	69	13.8	2.4248	
14	51.3	10.3	1.2063	
15	55	11.0	1.4251	
16	53.8	10.8	1.2162	
17	67	13.4	2.3148	
18	58.1	11.6	1.6762	
19	76	15.2	2.7946	
20	48.8	9.8	1.1825	
21	70.2	14.0	2.4157	
22	69.9	14.0	2.3951	
23	64.4	12.9	2.0066	
24	58.7	11.7	1.6452	
25	59.5	11.9	1.7580	
26	53.1	10.6	1.3463	
27	63.2	12.6	1.9071	
28	60.9	12.2	1.8653	
29	65.2	13.0	2.1921	
30	63.9	12.8	2.1316	
31	47.8	9.6	1.1200	
32	71.6	14.3	2.6436	
33	59	11.8	1.8172	
34	58.7	11.7	1.8646	
35	71	14.2	2.9204	
36	38.1	7.6	0.6376	
37	65.4	13.1	2.2600	
38	58	11.6	1.6704	
39	54	10.8	1.5594	
40	49	9.8	1.2687	
41	67	13.4	2.6577	
42	50.3	10.1	1.3047	
43	53.6	10.7	1.4998	
44	49.1	9.8	1.2892	
45	63.5	12.7	2.0279	
46	63.5	12.7	2.1820	
47	49.7	9.9	1.2108	
48	58.4	11.7	1.8021	

X	Y	Rodal: Pastel 3		
		Especie: Teca		
Arbol Nº	CAP (cm)	% Pendiente	Altura	Volumen
2	64	12.8	2.1904	
	62.5	12.5	2.1635	
	56	11.2	1.6171	
	62.5	12.5	2.1884	
5	56.7	11.3	1.4122	
6	59.1	11.8	1.6232	
7	63	12.6	2.1225	
8	71.7	14.3	2.8146	
9	74	14.8	2.7889	
10	70.5	14.1	2.4680	
11	73.9	14.8	2.8161	
12	61	12.2	1.8951	
13	52.7	10.5	1.4852	
14	56	11.2	1.5772	
15	64.1	12.8	2.1188	
16	63.9	12.8	2.1575	
17	57.8	11.6	1.6802	
18	50.4	10.1	1.2775	
19	52.6	10.5	1.3034	
20	57.7	11.5	1.6108	
21	57.4	11.5	1.4892	
22	51.1	10.2	1.2135	
23	65.5	13.1	2.1304	
24	49	9.8	1.1311	
25	48.7	9.7	1.1928	
26	60.8	12.2	1.8121	
27	51.5	10.3	1.1819	
28	57.5	11.5	1.6628	
29	63	12.6	1.9961	
30	58	11.6	1.6490	
31	60.7	12.1	1.7123	
32	61	12.2	1.9425	
33	51.6	10.3	1.3221	
34	50.5	10.1	1.2501	
35	64	12.8	2.0078	
36	55.5	11.1	1.4511	
37	56.7	11.3	1.5964	
38	56	11.2	1.6171	
39	56.2	11.2	1.6086	
40	49.8	10.0	1.1526	
41	59.3	11.9	1.7238	
42	50.5	10.1	1.1689	
43	48.5	9.7	1.0932	
44	63	12.6	1.9456	
45	52.2	10.4	1.3357	
46	54.2	10.8	1.3839	
47	53.2	10.6	1.2072	
48	57.6	11.5	1.5841	
49	61.2	12.2	1.8598	
50	59.1	11.8	1.6899	
51	51	10.2	1.2916	

X	Y	Rodal: Oficina		
		Especie: Teca		
Arbol Nº	CAP (cm)	% Pendiente	Altura	Volumen
3	53.5	10.7	1.1480	
	48.8	9.8	1.0613	
	50.6	10.1	1.1084	
	60.3	12.1	1.7130	
5	40.9	8.2	0.6922	
6	50.9	10.2	1.1875	
7	60	12.0	1.4897	
8	58	11.6	1.5634	
9	50.1	10.0	1.0546	
10	50.3	10.1	1.0631	
11	60.3	12.1	1.6204	
12	44.4	8.9	0.8911	
13	50.9	10.2	1.2205	
14	50.2	10.0	1.0107	
15	40.9	8.2	0.7668	
16	50.3	10.1	1.0792	
17	40.8	8.2	0.7842	
18	40.7	8.1	0.7593	
19	50.3	10.1	1.1275	
20	50.5	10.1	1.1852	
21	40.6	8.1	0.6821	
22	60.1	12.0	1.6326	
23	46.6	9.3	0.9124	
24	60.4	12.1	1.7651	
25	49.4	9.9	1.1341	
26	58.8	11.8	1.4747	
27	56.2	11.2	1.5080	
28	70.5	14.1	2.2782	
29	46.5	9.3	0.9085	
30	50.6	10.1	1.1899	
31	49	9.8	1.0547	
32	51	10.2	1.1094	
33	54	10.8	1.3366	
34	58.5	11.7	1.5251	
35	50	10.0	1.1618	
36	54.8	11.0	1.3383	
37	51.5	10.3	1.2326	
38	45.5	9.1	0.9226	
39	52	10.4	0.6714	
40	56.5	11.3	1.4226	
41	68.8	13.8	2.1998	
42	58.2	11.6	1.5310	
43	73	14.6	2.5444	
44	50	10.0	1.1459	
45	54	10.8	1.3552	
46	56	11.2	1.3376	
47	65	13.0	2.0442	
48	58	11.6	1.4991	
49	65	13.0	1.9904	

X	Y	Rodal: Oficina		
		Especie: Teca		
Arbol Nº	CAP (cm)	% Pendiente	Altura	Volumen
4	53.5	10.7	1.1480	
	48.8	9.8	1.0613	
	50.6	10.1	1.1084	
	60.3	12.1	1.7130	
5	40.9	8.2	0.6922	
6	50.9	10.2	1.1875	
7	60	12.0	1.4897	
8	58	11.6	1.5634	
9	50.1	10.0	1.0546	
10	50.3	10.1	1.0631	
11	60.3	12.1	1.6204	
12	44.4	8.9	0.8911	
13	50.9	10.2	1.2205	
14	50.2	10.0	1.0107	
15	40.9	8.2	0.7668	
16	50.3	10.1	1.0792	
17	40.8	8.2	0.7842	
18	40.7	8.1	0.7593	
19	50.3	10.1	1.1275	
20	50.5	10.1	1.1852	
21	40.6	8.1	0.6821	
22	60.1	12.0	1.6326	
23	46.6	9.3	0.9124	
24	60.4	12.1	1.7651	
25	49.4	9.9	1.1341	
26	58.8	11.8	1.4747	
27	56.2	11.2	1.5080	
28	70.5	14.1	2.2782	
29	46.5	9.3	0.9085	
30	50.6	10.1	1.1899	
31	49	9.8	1.0547	
32	51	10.2	1.1094	
33	54	10.8	1.3366	
34	58.5	11.7	1.5251	
35	50	10.0	1.1618	
36	54.8	11.0	1.3383	
37	51.5	10.3	1.2326	
38	45.5	9.1	0.9226	
39	52	10.4	0.6714	
40	56.5	11.3	1.4226	
41	68.8	13.8	2.1998	
42	58.2	11.6	1.5310	
43	73	14.6	2.5444	
44	50	10.0	1.1459	
45	54	10.8	1.3552	
46	56	11.2	1.3376	
47	65	13.0	2.0442	
48	58	11.6	1.4991	
49	65	13.0	1.9904	

X	Y	Rodal: Ganaderia 1		
		Especie: Teca		
Arbol Nº	CAP (cm)	% Pendiente	Altura	Volumen
5	79	15.8	3.1388	
	70	14.0	2.5267	
	60.4	12.1	1.7883	
	50.5	10.1	1.3962	
5	60.4	12.1	1.8115	
6	70.4	14.1	2.5557	
7	50.9	10.2	1.2700	
8	60.8	12.2	1.8827	
9	50.9	10.2	1.2040	
10	60.1	12.0	1.5177	
11	60.4	12.1	1.8115	
12	60.3	12.1	1.9213	
13	60.1	12.0	1.7016	
14	60.2	12.0	1.7534	
15	50.7	10.1	0.9982	
16	60.5	12.1	1.7243	
17	60.7	12.1	1.7123	
18	60.9	12.2	1.7708	
19	50.6	10.1	1.0921	
20	50.9	10.2	1.2535	
21	50.7	10.1	1.2600	
22	70	14.0	2.4644	
23	50	10.0	1.1777	
24	67.5	13.5	2.2335	
25	65.5	13.1	1.8299	

26	56.5	11.3	1.3210	
27	66	13.2	2.1630	
28	60	12.0	1.7647	
29	61.8	12.4	1.9451	
30	56	11.2	1.3376	
31	53	10.6	1.2697	
32	61	12.2	1.8951	
33	53	10.6	1.2518	
34	62.8	12.6	1.6822	
35	59.8	12.0	1.8668	
36	64.8	13.0	2.0049	
37	69	13.8	2.3035	
38	59	11.8	1.6399	
39	51	10.2	0.9438	
40	54.1	10.8	1.1739	
41	61.5	12.3	1.5169	
42	54	10.8	1.3923	
43	52.5	10.5	1.1405	
44	58	11.6	1.5634	
45	61	12.2	1.8714	
46	59.4	11.9	1.4151	
47	55.5	11.1	1.3334	
48	56	11.2	1.3975	
49	64.6	12.9	1.8863	
50	56	11.2	1.3177	
51	54.8	11.0	1.3383	

X	Y	Rodal: Laguna 2005		
		Especie: Teca		
Arbol Nº	CAP (cm)	% Pendiente	Altura	Volumen
6	72.1	14.4	2.6475	
	56.4	11.3	1.3973	
	67.3	13.5	2.2202	
	62.2	12.4	2.0689	
5	66.2	13.2	2.3436	
6	64.5	12.9	2.2777	
7	64.5	12.9	2.1718	
8	62.2	12.4	1.8226	

X		Y		Rodal: Laguna 2005	
617430		1639916		Especie: Teca	
Arbol Nº	CAP (cm)	Altura	% Pendiente	Volumen	
7	57.3	11.5	1.2750		
	60.5	12.1	1.1884		
	56.1	11.2	1.3224		
	58.2	11.6	1.1860		
5	53.2	10.6	1.1531		
6	52	10.4	1.2394		
7	59.1	11.8	1.1118		
8	64.3	12.9	1.9741		
9	63.3	12.7	1.8366		
10	45	9.0	0.7348		
11	60.5	12.1	1.5612		
12	62.4	12.5	1.7848		
13	46.5	9.3	0.7984		
14	55.1	11.0	1.3336		
15	59.4	11.9	1.5499		
16	45.6	9.1	0.8869		
17	53.4	10.7	1.1074		
18	56.2	11.2	1.2466		
19	48.5	9.7	0.9284		
20	53.7	10.7	1.2484		
21	50.3	10.1	1.0309		
22	55.5	11.1	1.0393		
23	48.1	9.6	0.9574		
24	50.8	10.2	0.9529		
25	51.2	10.2	1.0681		
26	73.5	14.7	2.4762		
27	44.6	8.9	0.8611		
28	50.5	10.1	1.1202		
29	55.2	11.0	1.2803		
30	47.3	9.5	0.8831		
31	51	10.2	1.1591		
32	63.9	12.8	1.9236		
33	44.7	8.9	0.8523		
34	59	11.8	1.3740		
35	57.1	11.4	1.3284		
36	53.2	10.6	1.2072		
37	59	11.8	1.5513		
38	57.9	11.6	1.2378		
39	89.2	17.8	3.8497		
40	75.9	15.2	2.6772		
41	66.8	13.4	1.8465		
42	78.7	15.7	2.9573		
43	63.5	12.7	1.9253		
44	69	13.8	2.2126		
45	82.5	16.5	2.8164		
46	78	15.6	2.7500		
47	55.5	11.1	1.1177		

X		Y		Rodal: Teca vieja	
617923		1633639		Especie: Teca	
Arbol Nº	CAP (cm)	Altura	% Pendiente	Volumen	
11	68	15.3	2.2446		
	53.4	14.0	1.2708		
	65.1	14.8	1.9898		
	54	12.8	1.1834		
5	75.3	18.3	3.2938		
6	60	15.3	1.7475		
7	71.2	15.8	2.5415		
8	68.4	14.5	2.1594		
9	64.6	14.5	1.9261		
10	69.6	14.0	2.1587		
11	50.2	14.5	1.1631		
12	71.9	15.0	2.4683		
13	71.7	15.0	2.4546		
14	69.8	17.3	2.6752		
15	80.2	13.8	2.8152		
16	74.7	15.0	2.6643		
17	60.2	12.8	1.4708		
18	67.4	14.0	2.0244		
19	64	15.5	2.0209		
20	77.2	15.5	2.9405		
21	71.7	14.5	2.3728		
22	68.6	13.3	1.9848		
23	61.2	12.3	1.4605		
24	72.1	14.5	2.3993		
25	69.6	16.0	2.4671		
26	65.4	15.5	2.1103		
27	61.5	13.0	1.5651		
28	64.5	14.8	1.9533		
29	69.8	14.3	2.2099		
30	69.2	15.8	2.4007		
31	77.9	15.8	3.0423		
32	69.1	13.8	2.0898		
33	53.2	14.3	1.2838		
34	65.9	13.8	1.9007		
35	74.6	14.5	2.5686		
36	64.3	11.5	1.5135		
37	56	13.3	1.3226		
38	74	14.0	2.4403		
39	63	12.3	1.5476		

X		Y		Rodal: Laguna 2005	
617045		1633970		Especie: Teca	
Arbol Nº	CAP (cm)	Altura	% Pendiente	Volumen	
8	60.2	12.0	1.6381		
	52.5	10.5	1.1230		
	63.4	12.7	1.5354		
	48.2	9.6	0.8135		
5	49.4	9.9	1.0409		
6	62.1	12.4	1.6694		
7	55	11.0	1.3095		
8	55	11.0	1.3866		
9	63.4	12.7	1.7401		
10	53.3	10.7	1.2841		
11	61.9	12.4	1.7563		
12	58.1	11.6	1.7622		
13	57.1	11.4	1.5982		
14	67.2	13.4	2.0699		
15	50.5	10.1	1.1040		
16	71.2	14.2	2.2914		
17	49.2	9.8	0.9708		
18	55	11.0	1.3673		
19	69.3	13.9	2.1402		
20	57.5	11.5	1.3681		
21	57.6	11.5	1.4363		
22	58	11.6	1.3920		
23	61.2	12.2	1.5022		
24	63.2	12.6	1.9071		
25	53	10.6	1.1087		
26	56.2	11.2	1.2869		
27	59.2	11.8	1.5841		
28	51.3	10.3	1.3068		
29	49.7	9.9	1.0850		
30	63.4	12.7	1.8680		
31	60	12.0	1.5584		
32	56	11.2	1.5772		
33	62.2	12.4	1.6502		
34	65.9	13.2	2.1012		
35	63.7	12.7	1.8082		
36	51.1	10.2	1.1304		
37	67	13.4	1.9147		
38	68	13.6	1.9723		
39	55	11.0	1.1747		
40	67	13.4	1.7147		
41	55.5	11.1	1.1373		

X		Y		Rodal: Zopilote 2	
617923		1633639		Especie: Teca	
Arbol Nº	CAP (cm)	Altura	% Pendiente	Volumen	
12	52.5	13	1.1405		
	68.3	14.2	2.1085		
	57.5	13.2	1.3892		
	49.3	12.6	0.9748		
5	61.2	13.6	1.6214		
6	58.4	13.6	1.4764		
7	49.1	13	0.9976		
8	57.9	12.4	1.3232		
9	54.5	14	1.3236		
10	48.4	10.6	0.7904		
11	53.2	13.2	1.1892		
12	45.3	12.2	0.7969		
13	52.1	13.8	1.1924		
14	58.2	13.2	1.4232		
15	50.6	13.4	1.0921		
16	47.4	12.2	0.8725		
17	54.1	12.2	1.1366		
18	51.7	12.2	1.0380		
19	69.4	15.8	2.4223		
20	55	14.4	1.3866		
21	59.2	15.2	1.6957		
22	67.6	13.6	1.9783		
23	52.4	14.2	1.2411		
24	57.6	14	1.4785		
25	52.7	13.4	1.1846		
26	57.1	14.4	1.4945		
27	54.7	13.6	1.2953		
28	48.2	11.6	0.8578		
29	48.3	13.8	1.0248		
30	61.5	13.8	1.6614		
31	61.5	13	1.5651		
32	53.5	14.6	1.3302		
33	54.5	13.6	1.2858		
34	56	14.2	1.4175		
35	54.1	19.8	1.8446		
36	49.1	12.4	0.9516		
37	54	13.4	1.2438		
38	56.3	13.4	1.3520		
39	55.3	14.8	1.4407		
40	48.3	11.6	0.8614		
41	49.5	14.2	1.1075		
42	49.3	14.2	1.0986		
43	54.5	12.6	1.1913		
44	57	12.6	1.3031		
45	70	13.4	2.0900		
46	50	11.6	0.9231		
47	50	12.8	1.0186		
48	60.2	14.6	1.6842		
49	55.5	14.2	1.3923		
50	50	19.4	1.5438		

X		Y		Rodal: Laguna 2005	
617045		1633970		Especie: Teca	
Arbol Nº	CAP (cm)	Altura	% Pendiente	Volumen	
9	60.2	12.0	1.6381		
	52.5	10.5	1.1230		
	63.4	12.7	1.5354		
	48.2	9.6	0.8135		
5	49.4	9.9	1.0409		
6	62.1	12.4	1.6694		
7	55	11.0	1.3095		
8	55	11.0	1.3866		
9	63.4	12.7	1.7401		
10	53.3	10.7	1.2841		
11	61.9	12.4	1.7563		
12	58.1	11.6	1.7622		
13	57.1	11.4	1.5982		
14	67.2	13.4	2.0699		
15	50.5	10.1	1.1040		
16	71.2	14.2	2.2914		
17	49.2	9.8	0.9708		
18	55	11.0	1.3673		
19	69.3	13.9	2.1402		
20	57.5	11.5	1.3681		
21	57.6	11.5	1.4363		
22	58	11.6	1.3920		
23	61.2	12.2	1.5022		
24	63.2	12.6	1.9071		
25	53	10.6	1.1087		
26	56.2	11.2	1.2869		
27	59.2	11.8	1.5841		
28	51.3	10.3	1.3068		
29	49.7	9.9	1.0850		
30	63.4	12.7	1.8680		
31	60	12.0	1.5584		
32	56	11.2	1.5772		
33	62.2	12.4	1.6502		
34	65.9	13.2	2.1012		
35	63.7	12.7	1.8082		
36	51.1	10.2	1.1304		
37	67	13.4	1.9147		
38	68	13.6	1.9723		
39	55	11.0	1.1747		
40	67	13.4	1.7147		
41	55.5	11.1	1.1373		

X		Y		Rodal: Vega	
617997		1633469		Especie: Teca	
Arbol Nº	CAP (cm)	Altura	% Pendiente	Volumen	
13	73.6	21	3.6210		
	71.6	21.6	3.5248		
	66.3	21.6	3.0223		
	68.3	20.7	3.0737		
5	62.4	22.2	2.7515		
6	62.9	20.7	2.6069		
7	78.2	19.5	3.7958		
8	62.9	20.4	2.5691		
9	72.3	22.5	3.7438		
10	68.2	21.9	3.2424		
11	77.9	22.5	4.3462		
12	72	22.8	3.7623		
13	98	20.7	6.3281		
14	60.5	21.6	2.5166		

X		Y		Rodal: Teca vieja	
618265	1633572	Especie: Teca			
Arbol Nº	CAP (cm)	Altura	% Pendiente	Volumen	
14	54.5	17.3	1.6309		
6	58	15.8	2.0638		
7	60.1	13.5	1.5521		
8	59.2	13.5	1.5060		
9	57	15.5	1.6030		
10	57.3	14.8	1.5415		
11	59.2	16.5	1.8407		
12	48	13.5	0.9901		
13	58.3	13.3	1.4335		
14	65.9	15.5	2.1427		
15	61.3	13.5	1.6147		
16	61.4	14.3	1.7100		
17	61.8	15.0	1.8236		
18	50.5	14.5	1.1771		
19	63.9	14.8	1.9171		
20	59.4	14.5	1.6285		
21	61.2	14.8	1.7585		
22	55.9	12.5	1.2433		
23	58.9	13.5	1.4908		
24	57.2	12.8	1.3279		
25	59.3	14.8	1.6510		
26	54.2	14.0	1.3091		
27	64.5	15.8	2.0857		
28	51.9	15.0	1.2861		
29	57.9	18.0	1.9208		
30	56.3	15.3	1.5386		
31	56.3	14.8	1.4882		
32	62.2	16.8	2.0627		
33	62.9	13.3	1.6687		
34	51.5	15.8	1.3297		
35	63.2	14.5	1.8435		
36	63.5	14.0	1.7969		
37	60.5	14.8	1.7185		
38	54.9	15.5	1.4871		
39	51.9	16.0	1.3718		
40	62.3	15.0	1.8532		
41	60.3	16.0	1.8518		
42	48	14.0	1.0267		
43	59.2	15.5	1.7291		
44	55.5	13.8	1.3482		
45	60	14.8	1.6902		
46	57.1	15.3	1.5827		
47	54	16.8	1.5547		
48	51.5	15.0	1.2664		
49	54.5	14.5	1.3709		
50	49.5	16.0	1.2479		
51	50	15.8	1.2533		
52	61	15.3	1.8063		
53	55.5	13.0	1.2746		

X		Y		Rodal: Chaparria	
617319	1635099	Especie: Kaya			
Arbol Nº	CAP (cm)	Altura	% Pendiente	Volumen	
1	41.9	8.1	0.4527		
2	39.1	7.8	0.3796		
3	46.3	8.25	0.5629		
4	47.5	9.15	0.6571		
5	62.5	10.35	1.2869		
6	59.2	7.65	0.8534		
7	37.4	6.45	0.2872		
8	46.7	8.4	0.5831		
9	48.9	8.4	0.6394		
10	39	6	0.2905		
11	48.9	8.25	0.6279		
12	64.5	10.8	1.4302		
13	69.2	9.6	1.4633		
14	48.9	8.55	0.6508		
15	39	8.7	0.4212		
16	41.9	8.85	0.4946		
17	40.3	8.55	0.4420		
18	41.4	7.65	0.4174		
19	34.8	9	0.3469		
20	57.3	10.35	1.0817		
21	54.3	9.75	0.9151		
22	48.2	7.95	0.5879		
23	47.2	9.15	0.6489		
24	52.4	10.5	0.9177		
25	53.3	8.85	0.8003		
26	44.3	7.8	0.4873		
27	48.5	7.5	0.5616		
28	54	9.15	0.8493		
29	41.2	8.1	0.4377		
30	45.4	7.8	0.5117		
31	67.9	9.45	1.3868		
32	48.8	8.4	0.6368		
33	44	7.65	0.4714		
34	47.3	7.8	0.5555		
35	44.3	8.4	0.5247		
36	40.4	8.1	0.4208		
37	44.2	9	0.5597		
38	45.2	8.7	0.5658		
39	48.2	8.4	0.6212		
40	40	7.5	0.3820		
41	44.3	8.1	0.5060		
42	50.7	9.6	0.7855		
43	43	7.95	0.4679		
44	54.5	9.15	0.8651		
45	47.9	9	0.6573		
46	48	10.05	0.7371		
47	45.6	9.6	0.6354		
48	55.9	9.15	0.9101		
49	50	9.3	0.7401		

X		Y		Rodal: Especie: Kaya	
617044	1634933	Especie: Kaya			
Arbol Nº	CAP (cm)	Altura	% Pendiente	Volumen	
2	7.5	0.5500			
3	6.5	0.2661			
4	7.8	0.2235			
5	7.4	0.3971			
6	41.2	6.2	0.1568		
7	28.3	7.5	0.3858		
8	40.2	7.7	0.2604		
9	32.7	6.9	0.3532		
10	40.1	7.1	0.5149		
11	47.9	6.6	0.3002		
12	37.8	6.2	0.2753		
13	37.5	6.2	0.2827		
14	38	6.3	0.2760		
15	37.1	7.7	0.4054		
16	40.8	6.5	0.2318		
17	33.6	6.8	0.2800		
18	36.1	6.6	0.2648		
19	35.5	6.2	0.2384		
20	34.9	6.3	0.2745		
21	37	6.5	0.2676		
22	36.1	6.6	0.3195		
23	39	5.7	0.1274		
24	26.5	6.6	0.2923		
25	37.3	8.1	0.4613		
26	42.3	7.1	0.3223		
27	37.9	6.2	0.1992		
28	31.9	5.4	0.4883		
29	53.3	6.5	0.2236		
30	33	7.1	0.2812		
31	35.4	7.7	0.3994		
32	40.5	7.5	0.2339		
33	31.3	5.1	0.0959		
34	24.3	6.3	0.3470		
35	41.6	6.6	0.2358		
36	33.5	8.6	0.4801		
37	42	5.3	0.0899		
38	23.2	8.1	0.3822		
39	38.5	6.9	0.2003		
40	30.2	6.3	0.2881		
41	37.9	5.4	0.1861		
42	32.9	5.6	0.1435		
43	28.5	5.6	0.2030		
44	33.9	6.2	0.2263		
45	34	5.9	0.2178		
46	34.2	7.2	0.3037		
47	36.4	6.9	0.3375		
48	39.2	7.5	0.4211		
49	42	6.5	0.3603		
50	40.5	6.2	0.2093		
51	32.7	4.7	0.1701		
52	33.9	6.2	0.2005		
53	32	6.9	0.3341		
54	39	7.1	0.2925		
55	36.1	5.9	0.1907		
56	32	5.9	0.1621		
57	32	6.2	0.2537		

X		Y		Rodal: Especie: Kaya	
617159	1634174	Especie: Kaya			
Arbol Nº	CAP (cm)	Altura	% Pendiente	Volumen	
3	52	8.9	0.7617		
4	44	6.0	0.3697		
5	34.4	8.0	0.2995		
6	44.1	8.4	0.5200		
7	47.5	8.4	0.6033		
8	44.5	7.8	0.4917		
9	35.4	5.9	0.2334		
10	44	7.2	0.4437		
11	47.1	8.3	0.5826		
12	51.2	8.7	0.7260		
13	54	11.4	1.0581		
14	51.5	9.3	0.7851		
15	43.4	8.0	0.4766		
16	53.5	9.9	0.9020		
17	56.3	10.5	1.0594		
18	38.5	6.8	0.3185		
19	45.9	7.7	0.5130		
20	35.1	6.9	0.2706		
21	48	7.1	0.5170		
22	44	8.3	0.5084		
23	50.6	9.3	0.7579		
24	45	9.0	0.5801		
25	53.2	9.3	0.8378		
26	59.3	9.8	1.0914		
27	47.5	8.9	0.6356		
28	55	9.6	0.9244		
29	47	8.4	0.5906		
30	48	8.4	0.6160		
31	52.5	9.2	0.8028		
32	54.2	8.1	0.7574		
33	41.5	7.2	0.3947		
34	51.2	8.7	0.7260		
35	49.2	8.6	0.6588		
36	46.3	8.1	0.5527		
37	48.4	9.2	0.6823		
38	65	10.2	1.3718		
39	50.2	10.5	0.8423		
40	41.9	8.0	0.4443		
41	46.2	4.4	0.2955		
42	44.9	7.7	0.4909		
43	48.9	6.8	0.5138		
44	49.5	7.8	0.6084		
45	58.9	8.0	0.8779		
46	54	8.9	0.9214		
47	36	6.9	0.2846		
48	38	8.3	0.3792		
49	48.3	8.0	0.5904		
50	47	7.7	0.5379		
51	41	7.7	0.4093		
52	39.5	7.8	0.3874		
53	55	8.1	0.7799		
54	44.5	8.0	0.5011		
55	51.5	8.3	0.6965		
56	44	8.4	0.5176		
57	43	8.3	0.4856		
58	50	8.1	0.6446		
59	50	8.9	0.7043		

X		Y		Rodal: Especie: Kaya	
617297	1634182	Especie: Kaya			
Arbol Nº	CAP (cm)	Altura	% Pendiente	Volumen	
4	58.2	9.2	0.9865		
5	52.3	9.9	0.8620		
6	63.1	10.2	1.2927		
7	53.4	10.2	0.9258		
8	46.4	9.0	0.6168		
9	56.3	9.0	0.9080		
10	62.5	10.5	1.3056		
11	38.2	7.5	0.3484		
12	39.1	8.4	0.4088		
13	48.2	8.9	0.6545		
14	45.9	9.0	0.6036		
15	47.5	8.3	0.5925		
16	47.2	9.0	0.6382		
17	50.2	9.5	0.7580		
18	41.6	8.9	0.4875		
19	51.6	9.2	0.9563		
20	47.3	8.9	0.6485		
21	55.1	8.3	0.7973		
22	42.6	8.4	0.4852		
23	48.7	10.1	1.0429		
24	39.9	8.0	0.4029		
25	45.4	8.3	0.5413		
26	41	8.9	0.4735		
27	51	11.7	0.9687		
28	42.5	8.3	0.4743		
29	42	7.8	0.4380		
30	37	7.5	0.3268		
31					