

**Estudio físico de suelos de dos sitios para
determinar la factibilidad del establecimiento
de Caoba (*Swietenia humilis* Zucc.) y Teca
(*Tectona grandis* L.f.)**

Dayske Shoji Sánchez

Honduras
Diciembre, 2002

ZAMORANO
CARRERA DE DESARROLLO SOCIOECONOMICO Y
AMBIENTE

**Estudio físico de suelos de dos sitios para
determinar la factibilidad del establecimiento
de Caoba (*Swietenia humilis* Zucc.) y Teca
(*Tectona grandis* L.f.)**

Tesis presentada como requisito parcial
para optar al título de Ingeniero Agrónomo
en el Grado Académico de Licenciatura.

presentado por

Dayske Shoji Sánchez

Honduras
Diciembre, 2002

El autor concede a Zamorano permiso
para reproducir y distribuir copias de este
trabajo para fines educativos. Para otras personas
físicas o jurídicas se reservan los derechos de autor.

Dayske Shoji Sánchez

Honduras
Diciembre, 2002

**Estudio físico de suelos de dos sitios para determinar la factibilidad del
establecimiento de Caoba (*Swietenia humilis*) y Teca (*Tectona grandis*
L.f.)**

Presentado por:

Dayske Shoji Sánchez

Aprobada:

George Pilz, Ph. D.
Asesor Principal

Peter Doyle, M. Sc.
Coordinador de Carrera de
Desarrollo Socioeconómico y
Ambiente

Carlos Gauggel, Ph. D.
Asesor

Antonio Flores, Ph. D.
Decano Académico

Rommel Reconco, M.B.A.
Asesor

Mario Contreras, Ph. D.
Director General

George Pilz, Ph. D.
Coordinador PIA

DEDICATORIA

A Dios todo poderoso

A mi padre, madre y hermanos por su apoyo incondicional

AGRADECIMIENTO

A mi familia por siempre haber estado para mí.

A Renata Tapia quien fue la persona que estuvo conmigo en todo momento y lugar.

Al Dr. Carlos Gauggel por su apoyo incondicional como maestro.

Al Ing. Xavier Tamashiro por la amistad y apoyo.

Al Ing. Carlos Orellana por su ayuda.

Al Ing. Claudio Trabanino por su cooperación.

A mis asesores por su dedicación.

A Harold Galo por su amistad y compañerismo.

A Pablo Avelar por los consejos desinteresados y la verdadera amistad.

A mis compañeros y amigos que tuve durante los 4 años de estudio.

RESUMEN

Shoji, Dayske. 2002. Estudio físico de suelos de dos sitios para determinar la factibilidad del establecimiento de Caoba (*Swietenia humilis*) y Teca (*Tectona grandis L.f.*). Proyecto Especial del programa de Ingeniería Agronómica, El Zamorano, Honduras.

El problema más común en el establecimiento de plantaciones es la falta de una distinción clara entre terrenos forestales apropiados y terrenos marginales lo que hace necesario tener mapas de suelos con detalles adecuados y descripciones para diferenciar los sitios más apropiados para el establecimiento de plantaciones forestales. Los objetivos fueron evaluar las características físicas de los suelos de Zona 1 y las Terrazas de Agronomía para el establecimiento de Teca y Caoba y a partir de ello, proponer prácticas adecuadas de manejo para los sitios de estudio. La metodología que se utilizó fue la de transectos al azar y para obtener la información adecuada se hicieron observaciones de campo haciendo uso del barreno holandés y calicatas; tomando muestras de los horizontes para llevar a cabo los análisis físicos correspondientes. Los suelos de las terrazas de Agronomía presentan un pie de arado que se refleja en un alto valor de resistencia a la penetración y un bajo valor de conductividad hidráulica; así también, a los 43 cm de profundidad se encuentra un horizonte de fragmentos gruesos de todo tamaño (IIC) el cual es definitivamente el mayor impedimento para el establecimiento de cualquier plantación forestal. Por el contrario, suelos francos, ligeramente livianos y con mejor drenaje interno ocurren en Zona 1 lo cual hace que sea un terreno apropiado para el establecimiento de plantaciones forestales. En conclusión, los suelos de las terrazas de agronomía se encuentran deteriorados y no se recomienda el establecimiento de plantaciones forestales sin embargo, Zona 1 sí representa un terreno apropiado pero se recomienda subsolar a más de 1 m de profundidad con ganchos espaciados a 0.75 m y aletas en las puntas, establecer parcelas de evaluación permanentes y llevar a cabo programas de conservación de suelo.

Palabras clave: Enmiendas, pH, manejo sostenible, conservación.

NOTA DE PRENSA

Análisis de Suelo: Una práctica rentable

Los países Latinoamericanos se caracterizan por tener como base de su economía a la agricultura la cual se hace cada vez más difícil por la escasez de terrenos apropiados y la creciente presión sobre los recursos naturales. Por otra parte, la producción forestal ha ido cambiando de un proceso netamente extractivo a uno en el cual, se mantiene el control sobre todas las variables que pudieran influir sobre el rendimiento y las utilidades de rubro.

Una de las variables que influye de forma directa sobre una producción forestal es el suelo, por ello es de vital importancia conocer sus características físicas, químicas y morfológicas para poder lograr condiciones de competitividad y de producción sostenible. Con este conocimiento es posible identificar procesos degradativos y elaborar programas de enmiendas regenerativas que permitan mantener e incrementar los rendimientos y sostenibilidad de los recursos.

Zamorano realizó un estudio con el objetivo de evaluar si el estado de sus suelos es apto para el establecimiento de plantaciones forestales y a su vez, determinar las enmiendas correctivas necesarias.

El estudio reveló que existen limitaciones físicas que impiden el crecimiento adecuado de ciertas especies forestales y por lo tanto se deben implementar enmiendas edáficas como el subsoleo (ruptura del pie de arado) y más importante aun, seguir una metodología para determinar el potencial de los suelos para la producción forestal.

El estudio de suelos debe convertirse en una práctica habitual y obligatoria en toda producción agrícola pues sólo de esta forma se podrá conocer los requerimientos óptimos para los cultivos y plantaciones.

Lic. Sobeyda Alvarez

CONTENIDO

	Portadilla.....	i
	Autoría.....	ii
	Página de firmas.....	iii
	Dedicatoria.....	iv
	Agradecimientos.....	v
	Resumen.....	vi
	Nota de prensa.....	vii
	Contenido.....	viii
	Índice de cuadros.....	x
	Índice de Fotos.....	xi
	Índice de anexos.....	xii
1.	INTRODUCCION	
1.1	Antecedentes.....	1
1.2	Justificación del estudio.....	2
1.3	Limitantes del estudio.....	2
1.4	Objetivo general.....	2
1.5	Objetivos específicos.....	3
2.	REVISION DE LITERATURA	4
2.1	Caracterización de la caoba del pacífico (<i>Swietenia humilis</i> Zucc.).....	6
2.1.1	Taxonomía.....	6
2.1.2	Descripción Botánica.....	6
2.1.3	Distribución.....	7
2.1.4	Requerimientos climáticos.....	7
2.1.5	Requerimientos altitudinales.....	7
2.1.6	Requerimientos edáficos.....	7
2.1.7	Aspectos fenológicos y de regeneración natural.....	7
2.1.8	Aspectos silviculturales.....	8
2.1.8.1	Normas técnicas de la Caoba.....	8
2.1.8.2	Preparación de sitio para plantaciones.....	8
2.1.8.3	Uso como especie en plantaciones forestales.....	8
2.1.8.4	Factores limitantes.....	8
2.2	Caracterización de la teca (<i>Tectona grandis</i> L.F.).....	9
2.2.1	Taxonomía.....	9
2.2.2	Descripción Botánica.....	9
2.2.3	Distribución.....	9
2.2.4	Requerimientos climáticos.....	9
2.2.5	Requerimientos altitudinales.....	9

2.2.6	Requerimientos edáficos.....	10
2.2.7	Aspectos fenológicos y de regeneración natural.....	10
2.2.8	Aspectos silviculturales.....	10
2.2.8.1	Normas técnicas de la Teca.....	10
2.2.8.2	Preparación del sitio para plantaciones.....	10
2.2.8.3	Factores limitantes.....	11
3.	MATERIALES Y METODOS.....	12
3.1	Ubicación.....	12
3.2	Descripción de la zona de estudio.....	12
3.2.1	Clima.....	12
3.2.2	Topografía.....	12
3.3	Materiales.....	12
3.4	Trabajo de campo.....	13
3.5	Trabajo de laboratorio.....	13
3.6	Métodos.....	14
3.6.1	Textura.....	14
3.6.2	pH.....	14
3.6.3	Estructura.....	14
3.6.4	Conductividad hidráulica.....	15
3.6.5	Color.....	15
3.6.6	Observación de calicatas.....	15
4.	RESULTADOS Y DISCUSION.....	16
4.1	Uso actual de la tierra.....	16
4.2	Suelos; características, descripción, distribución y clasificación.....	16
4.2.1	Tipo de suelo.....	16
4.3	Descripción de perfiles.....	17
4.3.1	Calicata 1.....	17
4.3.2	Calicata 2.....	20
4.3.3	Calicata 3.....	22
4.3.4	Calicata 4.....	24
4.3.5	Calicata 5.....	26
4.3.6	Calicata 6.....	28
5.	CONCLUSIONES.....	32
6.	RECOMENDACIONES.....	33
7.	BIBLIOGRAFIA.....	35
8.	ANEXOS.....	37

INDICE DE CUADROS

Cuadro	Pag
Cuadro 1. Valores de resistencia a la penetración por horizonte de cada calicata en las terrazas de Agronomía y Zona 1, El Zamorano, Honduras.....	30
Cuadro 2. Valores de conductividad hidráulica por horizonte de cada calicata en las terrazas de Agronomía y Zona 1, El Zamorano, Honduras.....	31

INDICE DE FOTOGRAFIAS

Fotografía	Pag.
Fotografía 1. Calicata 1 en terraza 1 de Agronomía, El Zamorano, Honduras.....	19
Fotografía 2. Calicata 2 en terraza 2 de Agronomía, El Zamorano, Honduras.....	21
Fotografía 3. Calicata 3 en terraza 3 de Agronomía, El Zamorano, Honduras.....	23
Fotografía 4. Calicata 4 en Zona 1, El Zamorano, Honduras.....	25
Fotografía 5. Calicata 5 en Zona 1, El Zamorano, Honduras.....	27
Fotografía 6. Calicata 6 en Zona 1, El Zamorano, Honduras.....	29

INDICE DE ANEXOS

Anexo	Pag.
Anexo 1. Definición diagramática y localización de varios tipos de estructura de suelos.....	37
Anexo 2. Relación entre textura, estructura y conductividad hidráulica.....	38
Anexo 3. Significado de las categorías de suelo.....	39
Anexo 4. Modelo para determinar el potencial de los suelos para la producción forestal.....	40

1. INTRODUCCION

El establecimiento de una plantación forestal es una inversión a largo plazo que demanda planificar el potencial de los recursos a utilizar. El problema más común en el establecimiento de plantaciones es la falta de una distinción clara entre terrenos forestales apropiados y terrenos marginales, lo que hace necesario tener mapas de suelos con detalles adecuados y descripciones para diferenciar, con base en la estabilidad, profundidad y potencial productivo del suelo, los sitios mas apropiados para un tipo de plantación, según los objetivos.¹

Es de vital importancia conocer las características físicas, químicas y morfológicas del suelo para poder lograr condiciones de competitividad y de producción sostenible puesto que a través de este conocimiento podremos identificar procesos degradativos y elaborar programas de enmiendas regenerativas que permitan no solo mantener sino incrementar los rendimientos y sostenibilidad de los recursos (Barahona, 2000).

El crecimiento y el rendimiento de las especies forestales en este estudio estuvieron sujetos a grandes variaciones, por esto, para tener éxito con plantaciones es necesario seleccionar el sitio de plantación por ser el factor que más influirá en el desarrollo de las mismas. El sitio necesariamente debe incluir condiciones climáticas y edáficas (Egüez, 1999).

Plantaciones bien establecidas con condiciones edáficas aceptables y buen manejo posterior que permitan alcanzar fustes limpios, mediante combinación de sitios apropiados y tratamientos oportunos a las masas hasta una altura de 5 a 6 metros serían la mejor opción para reducir los turnos de cosecha y garantizar la demanda de madera (Egüez, 1999).

1.1 ANTECEDENTES

Con la realización de este estudio se proveyó información confiable de la condición física de los suelos para diseñar el establecimiento y manejo más apropiado de plantaciones forestales maderables.

Este estudio incluyó las variables físicas más importantes que definitivamente influirán en el desarrollo de ambas especies, particularmente en los primeros años del establecimiento.

¹ Recoconco, R. 2002. Conceptos sobre plantaciones. El Zamorano, Honduras. Escuela Agrícola Panamericana (Comunicación personal)

Los terrenos designados para el estudio fueron dos: Zona 1 (detrás de horticultura), que estuvo manejado por el departamento de Horticultura el cual tenía a cargo la producción de frutales tales como cítricos y banano. El segundo terreno de estudio son las terrazas 1, 2 y 3 de Agronomía las cuales fueron manejadas por el Departamento de Agronomía, actualmente Zamoempresa de Cultivos Extensivos que producía, una vez al año semilla de maíz o sorgo forrajero para ensilaje.

A partir del año 2002 estos terrenos fueron dados para su administración a la Zamoempresa de Productos y Servicios Forestales, la cual pretende establecer plantaciones maderables donde la elección de la especie a plantar dependerá en gran medida de los resultados que ofreció el presente estudio.

1.2 JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO

Este trabajo evaluó el potencial que tienen los suelos de dos sitios de la Escuela Agrícola Panamericana “El Zamorano” para establecer especies maderables de Caoba (*Swietenia humilis*) y Teca (*Tectona grandis* L.f.).

A partir de este estudio se amplió y se proporcionó mayor conocimiento sobre el manejo eficiente de suelo para plantaciones maderables de alto valor económico como son las especies referidas anteriormente.

Las variables seleccionadas en este estudio fueron escogidas debido a su importancia como determinantes para el establecimiento de plantaciones forestales, así, a partir de ellas se obtuvo información crucial para la decisión del establecimiento de una u otra especie.

1.3 LÍMITANTES DEL ESTUDIO

La Zona 1 por haber sido destinada por muchos años a la producción de frutales y actualmente encontrarse en descanso cuenta con material vegetal en descomposición y especies gramíneas de rápido crecimiento lo cual, en cierta medida obstaculizó el estudio de variables *in situ*.

Otra limitante que afectó el estudio es la precipitación a lo largo de las épocas lluviosas pues una variable como la estructura, requieren de estudios *in situ*, misma que no se puede determinar en suelos con exceso de humedad.

1.4 OBJETIVO GENERAL

Evaluar las características físicas de los suelos de dos sitios de Zamorano para el establecimiento de plantaciones de Teca (*Tectona grandis* L.f.) y Caoba (*Swietenia humilis*).

1.5 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar estructura, textura, pH, infiltración de agua en los suelos del área de interés y evaluar su aptitud para el establecimiento de plantaciones forestales.
- Identificar capas de pie de arado las que determinan el crecimiento de las especies en sus primeras etapas de desarrollo.
- Proponer prácticas adecuadas de manejo y/o enmiendas de suelos para los sitios de estudio.

2. REVISION DE LITERATURA

Las plantaciones de árboles se realizan con el fin de maximizar la producción de productos forestales para fines comerciales usando los mismos principios de la agricultura. La tierra se prepara, se añade fertilizante, se planta y se va eliminando la maleza hasta que los árboles logren imponerse a las plantas competidoras. En pocos años los árboles pueden cosecharse tal como una producción agrícola. (Odum, 2001)

Las plantaciones forestales requieren mayor administración que un bosque natural, y por lo tanto, mayor uso de energía directa e indirecta, sin embargo también rinden más.

Actualmente, la cosecha mundial de madera procede de tres fuentes principales: bosque primario, bosque secundario, y plantaciones. En los últimos años, cada una de ellas produce aproximadamente una tercera parte de la cosecha global sin embargo, la proporción producida en plantaciones está incrementando. En América Latina, existe una fuerte tendencia a usar especies exóticas en las plantaciones las cuales en su mayoría alcanzaron un gran éxito. (Whitmore, s.f.)

La importancia económica de una plantación se debe a que no solo se puede utilizar el producto principal que es la madera, si no que además es posible obtener productos no maderables tales como, resinas, corteza, utilizarlo como fuente alterna de energía, pulpa para papel y postes para redes eléctricas y telefónicas (Rojas y Ortiz, 1991); por otro lado, siguiendo las consideraciones de Monreal y Fierros, 2001, el establecimiento de plantaciones forestales comerciales en terrenos anteriormente descubiertos de vegetación forestal, trae consigo una serie de beneficios ambientales, económicos y sociales que son muy poco conocidos. Los menos conocidos son los beneficios ambientales, tales como:

- Captura y secuestro de carbono
- Protección de cuencas y recarga de mantos acuíferos
- Protección de la biodiversidad dentro de la plantación
- Enriquecimiento de la biodiversidad en los terrenos plantados

Tomando en cuenta que el principal objetivo de las plantaciones forestales es la obtención de materias primas, es más fácil reconocer los beneficios económicos que se derivan de ellas:

- Reactivación económica local o regional
- Reducción del déficit en la balanza comercial forestal
- Captación de ingresos fiscales (vía impuestos sobre la renta)
- Reducción de los costos de extracción y transporte de productos forestales
- Abasto adecuado de materias primas para las industrias forestales

- Optimización de la capacidad productiva del suelo
- Obtención de subproductos

Los trabajos de plantación y su cosecha, se traducen en una serie de beneficios sociales, como los que se anotan a continuación:

- Generación de empleos
- Prestaciones sociales

Desde el punto de vista socioeconómico, las plantaciones forestales representan un potencial para impulsar el desarrollo en una región o país, ya que pueden estar encaminadas a satisfacer la demanda interna de productos forestales y además generar excedentes para generar divisas. Así mismo, la utilización de tierras ociosas, con poco valor agropecuario y la creación de empleos, son factores que contribuyen a impulsar una región. Además, deben considerarse beneficios adicionales como el mantenimiento de la infraestructura caminera y de comunicaciones, así como los servicios (introducción de energía eléctrica, agua potable y otras prestaciones sociales).

Países pequeños con pocos recursos forestales maderables como Malawi, Uruguay y Swazilandia, han iniciado programas de plantaciones que cubren decenas de miles de hectáreas. Otros países que cuentan con extensiones considerables de bosques o selvas, como China, India y Brasil, también están estableciendo grandes áreas con plantaciones forestales exclusivamente para la producción de madera (Monreal y Fierros, 2001).

Según Monreal y Fierros, 2001, el 85% de las plantaciones comerciales en los países en vías de desarrollo se realizaron con tres géneros: *Eucalyptus*, *Pinus* y *Tectona* donde el 15% restante con otras especies de acuerdo a la siguiente distribución: *Eucalyptus* 37% (especies: *grandis*, *camaldulensis*, *globulus*, *saligna*, *deglupta* y *urophylla*); *Pinus* 33% (especies principales: *patula*, *caribaea*, *elliottii*, *taeda*, *oocarpa*, *merkusii* y *kesiya*); *Tectona grandis* 14.2%, otras latifoliadas 11.6% (géneros *Acacia*, *Gmelina*, *Triplochiton*, *Albizzia*, *Swietenia* y *Cedrela*) y otras coníferas 3% (géneros: *Cupressus* y *Araucaria*, entre otros).

Plantaciones bien establecidas con condiciones edáficas aceptables y buen manejo posterior que permitan alcanzar fustes limpios mediante combinación de sitios apropiados y tratamientos oportunos a las masas hasta una altura de 5 a 6 metros serían la mejor opción para reducir los turnos de cosecha y garantizar la demanda de madera (Egüez, 1999).

2.1 CARACTERIZACION DE LA CAOBA DEL PACIFICO (*Swietenia humilis* Zucc.)

2.1.1 Taxonomía

Familia: *Meliaceae*

Nombre científico: *Swietenia humilis*

Nombres comunes: Caoba, Mara, Cáugano, Caobilla, Combilla.

2.1.2 Descripción Botánica

La Caoba del pacifico es un árbol que puede alcanzar entre 15 y 20 metros de altura y posee troncos que pueden medir desde 30 hasta 50 centímetros de diámetro a la altura del pecho (DAP). Posee una copa redonda que aparentemente esta verde durante lo largo del año sin embargo, esta cambia de color una vez que es cuando el fruto esta maduro. (CONSEFORH, 1999)

Las ramas de esta especie tienen de 4 a 10 hojuelas o foliolos de un color verde brillante los cuales se diferencian de la Caoba del Atlántico (*Swietenia macrophylla* King.) por su menor tamaño. Las flores de la Caoba del Pacifico son blancas, pequeñas y están agrupadas en racimos. Sus frutos, erectos por encima del follaje hacen que el árbol sea fácilmente reconocible y distinguible de las otras especies.

El fruto es una cápsula que tiene dimensiones aproximadas de 10 cm de ancho y 15 cm de largo, cada fruto posee entre 40 y 55 semillas las cuales, cuando están maduras son de un color café claro con un ala que mide entre 6 y 8 centímetros de largo; dicha ala tiene una función importante que es la de permitir a las semillas ser dispersadas por el viento (CONSEFORH, 1999).

2.1.3 Distribución

Según Lamb (1966), la Caoba se distribuye desde México a los 23° N pasando por la costa Atlántica de América Central hasta Costa Rica. Se la encuentra, de acuerdo a los ecosistemas clasificados por Holdridge (1967) en los siguientes ecosistemas o zonas de vida: bosque muy seco tropical, bosque seco tropical, bosque seco subtropical y bosque húmedo subtropical cálido, en estos ecosistemas puede soportar 6 o más meses sin lluvia. En su hábitat natural la temperatura media anual varía entre los 18° C y más de 24° C.

2.1.4 Requerimientos climáticos

Son factibles las plantaciones de Caoba en lugares con temperaturas que van desde 12° C hasta los 37° C sin embargo debe tomarse en cuenta que la especie no tolera heladas (Lamb, 1966). La Caoba del pacifico requiere de por lo menos 800 mm de lluvia con un máximo de 1000 mm por año en los sitios de plantación.

2.1.5 Requerimientos altitudinales

La Caoba es fácilmente localizada en altitudes que van desde el nivel del mar hasta los 800 m aun que si bien es posible encontrar Caoba del Pacifico en altitudes de hasta 1000 m su mejor desarrollo esta dado a los 800 m. (CONSEFORH, 1999)

2.1.6 Requerimientos edáficos

La Caoba del Pacifico tiene preferencia por suelos ligeros, profundos y bien drenados y se obtienen mejores resultados de plantaciones en lugares localizados en valles.¹

El desarrollo optimo se produce en suelos con un rango de pH entre 6.5 y 7.5 (Mayhew y Newton, 1998).

La caoba crece mejor en suelos profundos con mas de 50 centímetros de profundidad efectiva (CONSEFORH, 1999).

Para plantaciones de Caoba una resistencia a la penetración mayor a 3 kg/cm² limita fuertemente la penetración de raíces.²

2.1.7 Aspectos fenológicos y de regeneración natural

La caoba pertenece al grupo ecológico de las heliófitas, debido a su naturaleza es de hábito no gregario pero puede crecer muy bien en plantaciones puras. La mayoría de los árboles de esta especie, si fueron plantados en un mismo periodo de tiempo en determinada área, tienden a presentar aproximadamente el mismo tamaño. (Gullison et al, 1996).

Según la literatura referente a Caoba la semilla de esta especie soporta ciertos niveles de sombra para germinar y para su posterior establecimiento hasta el estadio de brinjal sin embargo, a medida que estos se desarrollan se hacen más exigentes en luz, a partir de esto se puede concluir q esta es una especie que requiere claros para renovarse. Con sombra muy intensa podría morir y aun si sobreviviese a la misma, si permaneciera así por un periodo de tiempo prolongado podría perder la capacidad de reaccionar a la luz (Lamb, 1966).

¹ Agudelo, N. 2002. Requerimientos edáficos para Caoba. El Zamorano, Honduras. Escuela Agrícola Panamericana (Comunicación personal)

² Gauggel, C. 2002. Resistencia a la penetración en suelos para Caoba. El Zamorano, Honduras. Escuela Agrícola Panamericana (Comunicación personal)

2.1.8 Aspectos silviculturales

2.1.8.1 Normas técnicas de la Caoba (fuente: Kandecor, 2002)

- 1.- Tiempo para corte: maderas entre 15 y 30 años de plantadas.
- 2.- Color rosado oscuro para el corte
- 3.- Anillos de crecimiento cerrados y semicerrados.
- 4.- Densidad de 600 a 700 kl/mt³
- 5.- No se aceptan nudos muertos.
- 6.- Libre de ataque de insectos, de hongos y costaneras.
- 7.- Se permiten ligeros puntos oscuros.
- 8.- No se aceptan 2 nudos vivos por pieza y no mayores de 50 mm.
- 9.- No se aceptan fibras encontradas.
- 11.- Secado al horno al 16% de humedad relativa.

2.1.8.2 Preparación de sitio para plantaciones Uno de los factores más importantes a tomar en cuenta debe ser la selección del sitio para la plantación, su calidad determinara el manejo, rentabilidad de la plantación y el turno de corta entre otros factores. El terreno necesariamente deberá estar libre de malezas y es recomendable, en áreas con suelos muy degradados, la aplicación de fertilizantes (Mayhew y Newton, 1998)

2.1.8.3 Uso como especie en plantaciones forestales Existen pequeñas superficies plantadas con la especie pero no se conoce ninguna plantación a escala operativa o comercial, es decir, de mas de 200 ha.

Es recomendable manejar la especie con un turno de 30 años y realizar en la misma de tres a cuatro raleos pues a la edad de cosecha se deben tener entre 200 y 300 árboles por hectárea.¹

2.1.8.4 Factores limitantes El factor mas importante que limitaría la producción de una plantación de Caoba es el suelo, suelos poco profundos, arcillosos y con mal drenaje limitan el crecimiento de la especie (Mayhew y Newton, 1998). Otro factor muy importante a tomar en cuenta es el relacionado al barrenador de las Meliáceas (*Hysipyla grandela*) que es una de las plagas que más ataca a la Caoba del Pacífico, el mayor daño lo hace en los brotes nuevos, especialmente en el meristemo apical el cual, una vez atacado, se ramifica produciendo varios tallos (CONSEFORH, 1999).

¹ Agudelo, N. 2002. Recomendaciones para el establecimiento de plantaciones de Caoba. El Zamorano, Honduras. Escuela Agrícola Panamericana (Comunicación personal)

2.2 CARACTERIZACION DE LA TECA (*Tectona grandis* L.F.)

2.2.1 Taxonomía

Familia: *Verbenaceae*.

Nombre científico: *Tectona grandis* L.F.

Nombres comunes: Tagun, Sagon, Teak, Shilp tru, Indian oak.

2.2.2 Descripción Botánica

La Teca es un árbol de hoja caduca que presenta un fuste cilíndrico que puede alcanzar alturas mayores a 25 m cuando crece bajo condiciones favorables. Las hojas son elípticas y de una longitud de 30 a 60 cm. Esta especie brota de cepa vigorosamente y en ocasiones conserva esa capacidad incluso cuando ha alcanzado un gran tamaño. Comienza a florecer y producir semillas a una edad temprana, 20 años después de ser plantada y 10 años después del rebrote de cepa produciendo abundante semilla durante todos los años (Seth y Kaul, 1978). Sus flores son numerosas y se disponen en panículas erectas terminales; presentan un cáliz en forma de campana, de color amarillo verdoso con un estilo blanco amarillento con pubescencia de pelos ramificados. El ovario es ovado o cónico, densamente pubescente, con cuatro celdas. Los pedicelos miden de 0.9 a 4.5 mm de largo. Las brácteas son grandes, foliáceas con bractéolas numerosas. (Chaves, 1991).

2.2.3 Distribución

La especie es originaria de Birmania, Tailandia y algunas partes de la India, se la encuentra entre los 12° y 25° N. Esta también presente al sur del Ecuador, en Java y algunas islas del archipiélago indonesio. De acuerdo a su distribución es una especie que se encuentra en los trópicos y subtropicos de Asia.¹

2.2.4 Requerimientos climáticos

Según Seth y Kaul (1978) la Teca tiene su mejor desarrollo con precipitaciones anuales de 1250 a 3750 mm y temperaturas que oscilan entre los 13° C y 37° C, sin embargo, la Teca es capaz de soportar precipitaciones anuales tan bajas como 500 mm por año y tan altas como 5100 mm al año. En cuanto a la temperatura; su desarrollo óptimo se da a los 25° C.²

2.2.5 Requerimientos altitudinales

La Teca se desarrolla bien en altitudes menores de 1000 m.s.n.m. aun que ha sido observada hasta los 1300 m de altitud en India Central (Seth y Yadav, 1959).

¹ Agudelo, N. 2002. Distribución natural de la Teca. El Zamorano, Honduras. Escuela Agrícola Panamericana (Comunicación personal)

² Agudelo, N. 2002. Requerimientos de temperatura para Teca. El Zamorano, Honduras. Escuela Agrícola Panamericana (Comunicación personal)

2.2.6 Requerimientos edáficos

La especie crece en una gran variedad de suelos sin embargo, su mejor crecimiento se presenta en suelos aluviales, profundos, porosos, fértiles y bien drenados con pH neutro o ácido.

Según Seth y Yavad (1959) los bosques naturales de Teca aparecen principalmente en terrenos montañosos y ondulados en los que la roca madre esta formada por basalto o granito. Los mejores bosques de Teca tanto naturales como de plantación crecen en terrenos aluviales y profundos. Las plantaciones de Teca han fracasado totalmente cuando se han establecido en tierras bajas y mal drenadas de suelo arcilloso.

Los suelos para plantaciones de Teca deben necesariamente tener una resistencia a la penetración menor a 3 kg/cm².¹

2.2.7 Aspectos fenológicos y de regeneración natural

La Teca es una especie de luz, por ello pertenece al grupo de las Heliófitas, no tolera la sombra ni la supresión en ninguna fase de su ciclo vital y para conseguir un desarrollo adecuado requiere que no se impida el paso de luz desde arriba (Seth y Kaul, 1978).

2.2.8 Aspectos silviculturales

2.2.8.1 Normas técnicas de la Teca (fuente: Kandecor, 2002)

- 1.- Tiempo para corte: maderas entre 10 y 40 años de plantadas.
- 2.- Blanco mezclado con café clarscuro.
- 3.- No se permiten ataques de insectos y plagas.
- 4.- No se permiten ataques de hongos.
- 5.- No se aceptan costaneras ni defectos mecánicos.
- 6.- No se aceptan nudos vivos.
- 7.- No se aceptan nudos muertos.
- 8.- Secado al horno al 16% de humedad relativa

2.2.8.2 Preparación del sitio para plantaciones Una vez seleccionado el sitio se deberá realizar la limpieza del terreno a través de una chapea general; posteriormente se realizará el trazado. Se pueden realizar capeas y limpieza por carril, eliminando progresivamente la vegetación existente en los años siguientes a medida que crecen los árboles de la plantación. Para lograr un crecimiento adecuado de las plantas, es vital realizar controles de maleza periódicos, especialmente los primeros tres años, es posible utilizar leguminosas de cobertura para controlar la maleza y mejorar la fertilidad del suelo.²

¹ Gauggel, C. 2002. Resistencia a la penetración en suelos para Teca. El Zamorano, Honduras. Escuela Agrícola Panamericana (Comunicación personal)

² Agudelo, N. 2002. Guía técnica para una plantación pura de Teca. El Zamorano, Honduras. Escuela Agrícola Panamericana (Comunicación personal)

2.2.8.3 Factores limitantes La calidad del suelo podría limitar el crecimiento, y por ende, el rendimiento de la plantación; plantaciones de Teca en tierras bajas, con suelos arcillosos y mal drenados resultan en un total fracaso (Seth y Yavad, 1959). Presencia de capas endurecidas de suelo, drenaje deficiente, arcillas densas con bajo contenido de Calcio y Magnesio son otros factores que limitan el rendimiento de plantaciones.¹

¹ Agudelo, N. 2002. Limitantes en el establecimiento de una plantación de Teca. El Zamorano, Honduras. Escuela Agrícola Panamericana (Comunicación personal)

3. MATERIALES Y METODOS

3.1 UBICACION

El estudio se realizó en Zamorano, a 30 Km. al este de Tegucigalpa, 14° 00' latitud norte y 87° 02' longitud oeste; Departamento de Francisco Morazán, Honduras. El sitio experimental está a 800 metros sobre el nivel del mar.

3.2 DESCRIPCION DE LA ZONA DE ESTUDIO

3.2.1 Clima

La temperatura promedio en Zamorano es de 23° C, la temperatura promedio mas alta es de 27° C registrada en el mes de mayo y la temperatura promedio mas baja es de 22° C en el mes de enero.

Los registros de precipitación anual para el valle del Yeguaré son de 1200 mm, la temporada de lluvia corresponde a los meses de mayo a octubre donde el mes de septiembre es el de mayor precipitación.

3.2.2 Topografía

La topografía es plana, según Rivera (2000) la superficie del sitio de estudio tiene una ligera pendiente de entre 2 a 4%.

3.3 MATERIALES

- Cloruro de Potasio (KCl)
- Potenciómetro Acumet 900 Fisher Scientific
- Penetrómetro
- Tablas Munsell
- Fotografías aéreas
- Mapas del terreno
- Beakers de 50 ml
- Equipo para excavación de calicatas
- Barreno holandés

3.4 TRABAJO DE CAMPO

Una vez determinada la zona de estudio se realizó un estudio de suelos semidetallado efectuando barrenaciones con el barreno tipo holandés en una cuadrícula de 200 x 300 m lo cual equivale a un punto de toma de datos de 1 barrenación cada 6 ha.

Un estudio semidetallado de suelos es aquel en el cual se hace a una intensidad de observaciones con barreno cada 5 – 7 ha; esto depende mucho de la variabilidad del suelo. Una vez concluida la fase de barrenaciones se procedió a seleccionar los sitios más representativos de la población de suelos para excavar las calicatas.

El número de calicatas realizadas en el estudio fueron 6, dicho número fue determinado de acuerdo a los resultados que arrojaron las barrenaciones y a la poca variabilidad de suelos que se encontró. Debido a que el sitio de estudio se encuentra en un abanico aluvial no se necesitaron mayor número de calicatas puesto que el comportamiento de los suelos es predecible a lo ancho del abanico aluvial. Las calicatas fueron de dimensiones estándar, es decir, 1 m de ancho x 2 m de largo x 1.5 m de profundidad.

La metodología que se utilizó fue la propuesta por Cortes y Malagón (1984), dicha metodología ofrece la ventaja de que cuando se seleccionan transectos al azar se puede determinar con bastante precisión la composición de la zona de mapeo y las relaciones suelo paisaje. Una vez que se establecen estas relaciones se puede determinar la repetitividad de los paisajes observados incrementando la velocidad del mapeo ya que se la cantidad de transectos en paisaje es menor y mas fácil de distinguir.

Los datos determinados en las barrenaciones fueron los siguientes:

- Grosor de los horizontes.
- Textura
- Poros
- Consistencia

La toma de muestras para evaluar pH se realizó al azar pero tomando en cuenta que áreas que son diferentes en cuanto a tipo de suelo, topografía, vegetación o drenaje deben ser consideradas separadamente para el muestreo.

3.5 TRABAJO DE LABORATORIO

Utilizando el equipo del laboratorio de química y una vez recolectadas las muestras, se procedió a la determinación de pH.

3.6 MÉTODOS

3.6.1 Textura

Esta variable fue medida *in situ* a través del método del tacto tanto durante la realización de las barrenaciones como también en cada una de las calicatas.

3.6.2 pH

La medición de esta variable se realizó basada en la metodología original de Mc Lean (1986). El procedimiento que se siguió fue el siguiente: Se prepararon 3000 cc de Cloruro de Potasio (KCl). Se utilizaron un total de 52 beakers de 50 ml, 26 destinados a la medición con Cloruro de Potasio (KCl) y los restantes para la medición con agua destilada.

En cada beaker se colocaron 25 g de suelo seco, a los primeros 26 se adicionaron 25 ml de agua destilada y a los restantes, 25ml de KCl.

Posteriormente se procedió al removido de las mezclas por 5 segundos y se dejó en reposo por 30 minutos. Concluido el periodo de reposo, se insertó el electrodo en el beaker y se tomó la medición.

3.6.3 Estructura

Según Foth (1990) la estructura se define como la agregación de las partículas primarias de suelo (arena, limo, arcilla) en partículas compuestas o en grupos de partículas primarias que están separados de los agregados adyacentes por debilidad de las superficies.

El nombre estructural de un suelo está formado por tres componentes, grado, clase y tipo. El grado se refiere a la dureza de los agregados del suelo, terminología usada para determinarlo es: débil, medio, fuerte y muy fuerte.

La clase se refiere al tamaño de los agregados del suelo, terminología usada para su determinación es: muy fino, fino, medio, grueso y muy grueso.

El tipo se refiere a la forma de agrupamiento que presentan las partículas del suelo en su estado natural.

Siendo un parámetro totalmente cualitativo no existe una metodología cuantitativa para determinarla por lo que esta variable fue medida necesariamente siguiendo una guía de campo (Anexos 1 y 2).

3.6.4 Conductividad hidráulica

Dicha variable fue determinada indirectamente a través de la textura y estructura del suelo siguiendo los parámetros establecidos por la FAO (Landon, 1991) como se indica en el anexo 3.

3.6.5 Color

Para la medición de dicha variable se siguió el método de las tablas de Munsell que se refiere a la comparación del color de la muestra de suelo con los colores expuestos en las tablas.

3.6.6 Observación de calicatas

La calicata es un escenario no disturbado de la situación actual del suelo, en ella se describieron las siguientes características basándose en la metodología propuesta en las normas del Manual de Levantamientos de Suelos (Soil Survey Divison Staff, 1993).

- Color
- Estructura
- Textura
- Consistencia
- Porosidad
- Raíces
- Limites entre horizontes
- Profundidad efectiva
- Resistencia a la penetración usando un penetrómetro

4. RESULTADOS Y DISCUSION

4.1 USO ACTUAL DE LA TIERRA

Parte de Zona 1 se encuentra en periodo de barbecho, en ella se pueden observar aún los árboles de la ex-plantación de cítricos además de múltiples especies de gramíneas y arbustos de leguminosas que invadieron el terreno.

Las terrazas uno, dos y tres de Agronomía se encuentran en la actualidad sujetas a la producción de sorgo para forraje, el terreno ocupado es aproximadamente un 80 por ciento del total del área que representan estas tres terrazas.

4.2 SUELOS; CARACTERISTICAS, DESCRIPCION, DISTRIBUCION Y CLASIFICACION

4.2.1 Tipo de suelo

Los suelos de la zona de estudio pertenecen al orden de los inceptisoles, dicho suelo posee un horizonte ocrico severamente erosionado que actualmente es muy delgado y con un croma pálido. Debido a la agricultura intensiva y las prácticas usadas, se han dado procesos degradativos fuertes y masificación, especialmente en la zona comprendida por las terrazas de agronomía.

Ocurre en el horizonte A un pie de arado (Ap) de diferente grosor teniendo una profundidad máxima de 43 cm formado debido a labranza intensiva a una misma profundidad con alta humedad, esto es reflejado en un alto valor de resistencia a la penetración y un bajo valor de conductividad hidráulica. Estos últimos dos aspectos son mas visibles en las terrazas de agronomía donde además, a los 43 cm de profundidad, se encuentra un horizonte de fragmentos gruesos de todo tamaño (IIC) el cual es definitivamente el mayor impedimento para el establecimiento de cualquier plantación forestal.

En la zona comprendida por la terrazas de Agronomía se encuentra un suelo de textura franca en los primeros 30 cm, sin embargo, a mayor profundidad la textura cambia a arcilla arenosa lo que es un problema para plantaciones ya sean de Teca o Caoba dado que limitan el drenaje interno del suelo y a humedades debajo de capacidad de campo presentan consistencias muy firmes y extremadamente firmes. Por el contrario, suelos francos, ligeramente livianos y con mejor drenaje interno ocurren en Zona 1 lo cual hace

que sea un terreno apropiado para el establecimiento de plantaciones de cualquiera de las dos especies.

A partir de las 26 muestras al azar que se tomaron en la zona de estudio para la determinación de pH se obtuvo que la medición con Cloruro de Potasio (KCl) dio un resultado de 5.28, a su vez, la determinación con agua destilada arrojó un resultado de 6.82. Basándonos en estos resultados se concluye que el terreno posee suelos ligeramente ácidos muy próximos a neutrales. En este tipo de suelos se encontrarán menores problemas de deficiencias o toxicidades elementales siendo suelos bien amortiguados ya que resisten cambios en el pH.

Los datos de pH obtenidos son apropiados para el establecimiento de plantaciones forestales en la zona de estudio, ambas especies requieren un suelo con un rango de pH entre ligeramente ácido y neutro.

Los colores denotan condiciones de anegamiento temporal, esto se puede observar en cromas de 2 o menos y valores en hue de 2.5 y 5.0.

4.3 DESCRIPCION DE PERFILES

El sitio específico de cada calicata fue determinado de acuerdo a características representativas del área de estudio, así también, la zona de estudio se encuentra en un abanico aluvial lo que permite predecir el comportamiento de los suelos.

4.3.1 Calicata 1

Localización: Extremo superior de terraza 1 de Agronomía colindando con el edificio de DPV, Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano, Honduras.

Vegetación: Gramíneas y arbustos de leguminosas.

Pendiente: 1.5%

Posición Geomorfológica: Abanico aluvial

Material parental: Aluvial

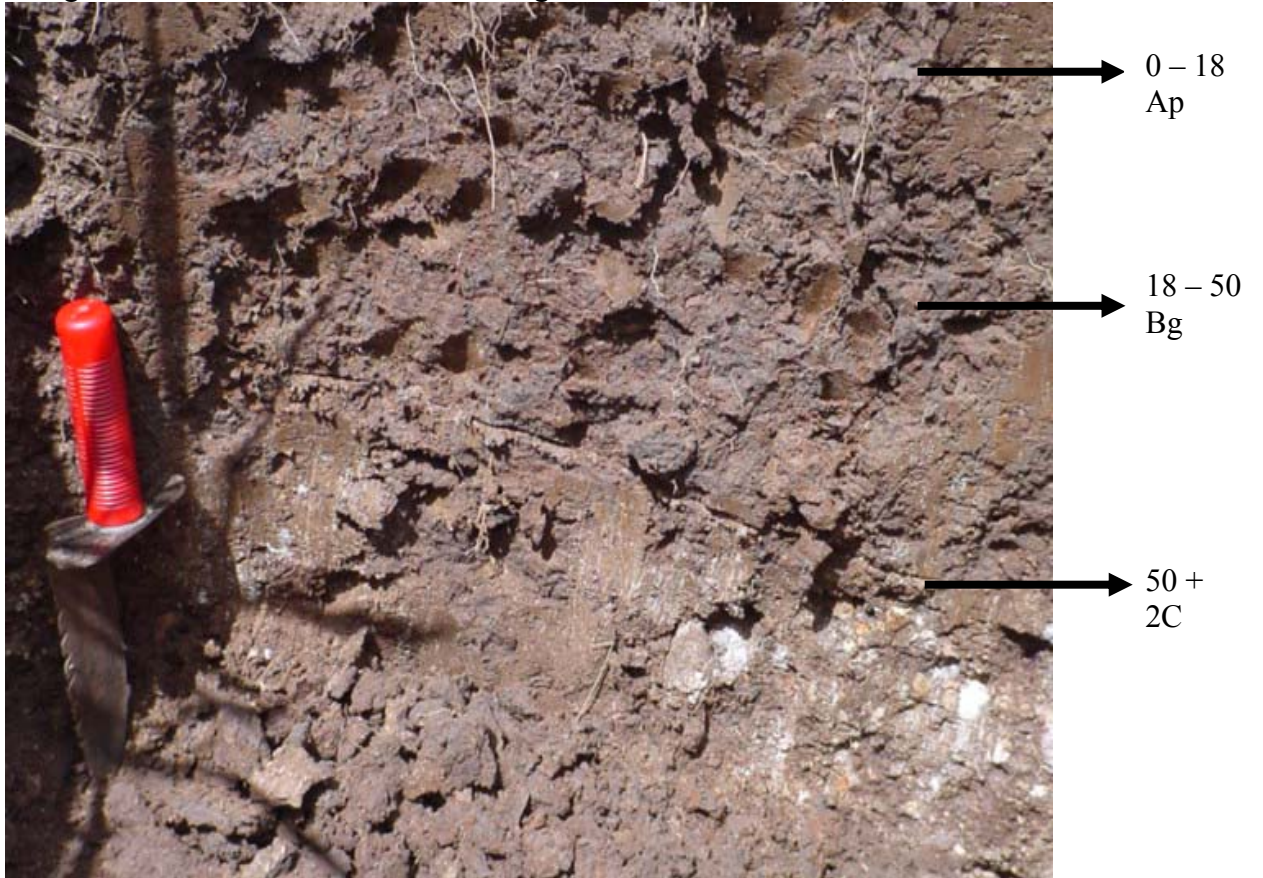
Clasificación taxonómica: Fluventic Distropect

Horizonte	cm	Descripción
Ap	00 – 18	Pardo grisáceo muy oscuro (10 YR 3/2); franco arcillosa; estructura blocosa subangular mediana gruesa débil; consistencia firme; poros finos y medianos vesiculares comunes. Raíces finas de gramíneas comunes; limite gradual.
Bg	18 - 50	Café oscuro (2.5 Y 3/2) con motas cafés (7.5 YR 3/4) gruesas prominentes y abundantes; arcilla arenosa; estructura bloques angulares medianos y gruesos moderados; caras de presión medianas débilmente expresadas; poros finos medianos comunes

vesiculares; raíces comunes finas; limite claro y plano.

2C	50 +	Café oscuro (7.5 YR 3/1) con motas comunes medianas y gruesas distintas de color café fuerte (7.5 YR 3/3); arcilla arenosa, presencia de grava angular y subangular abundante extremadamente firme; muy pocas raíces finas; muy pocos poros finos vesiculares.
----	------	--

Fotografía 1. Calicata 1 en terraza 1 de Agronomía, El Zamorano, Honduras.



4.3.2 Calicata 2

Localización: Terraza 2 de Agronomía, Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano, Honduras.

Vegetación: Sorgo forrajero

Pendiente: 1%

Posición Geomorfológica: Abanico aluvial

Material parental: Aluvial

Clasificación taxonómica: Fluventic Distropept.

Horizonte	cm	Descripción
Ap	00 – 20	Pardo grisáceo muy oscuro (10 YR 2/2); franco; estructura masiva <i>in situ</i> , disturbado bloques subangulares medianos y gruesos débiles; consistencia firme; poros finos y medianos vesiculares comunes. Raíces finas y medianas pocas; limite gradual.
Bg	20 - 48	Café oscuro (7.5 YR 2.5/3) con motas cafés (7.5 YR 3/4) gruesas prominentes y abundantes; franco; estructura bloques angulares medianos y gruesos moderados; consistencia firme; poros finos medianos comunes vesiculares; raíces comunes finas; limite claro y plano.
2C	48 +	Café oscuro (7.5 YR 3/2) con motas comunes medianas y gruesas distintas de color café fuerte (7.5 YR 3/3); arcilla arenosa, estructura masiva <i>in situ</i> , disturbado grava angular y subangular abundante extremadamente firme; muy pocas raíces finas; muy pocos poros finos vesiculares.

Fotografía 2. Calicata 2 en la terraza 2 de Agronomía, El Zamorano, Honduras.



0 - 20
Ap
Pie de
Arado.

20 - 48
Bg

48 +
2C
Pie de
arado.

4.3.3 Calicata 3

Localización: Terraza 3 de agronomía, colindando con la carretera a Danlí, Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano, Honduras.

Vegetación: Sorgo forrajero

Pendiente: 1%

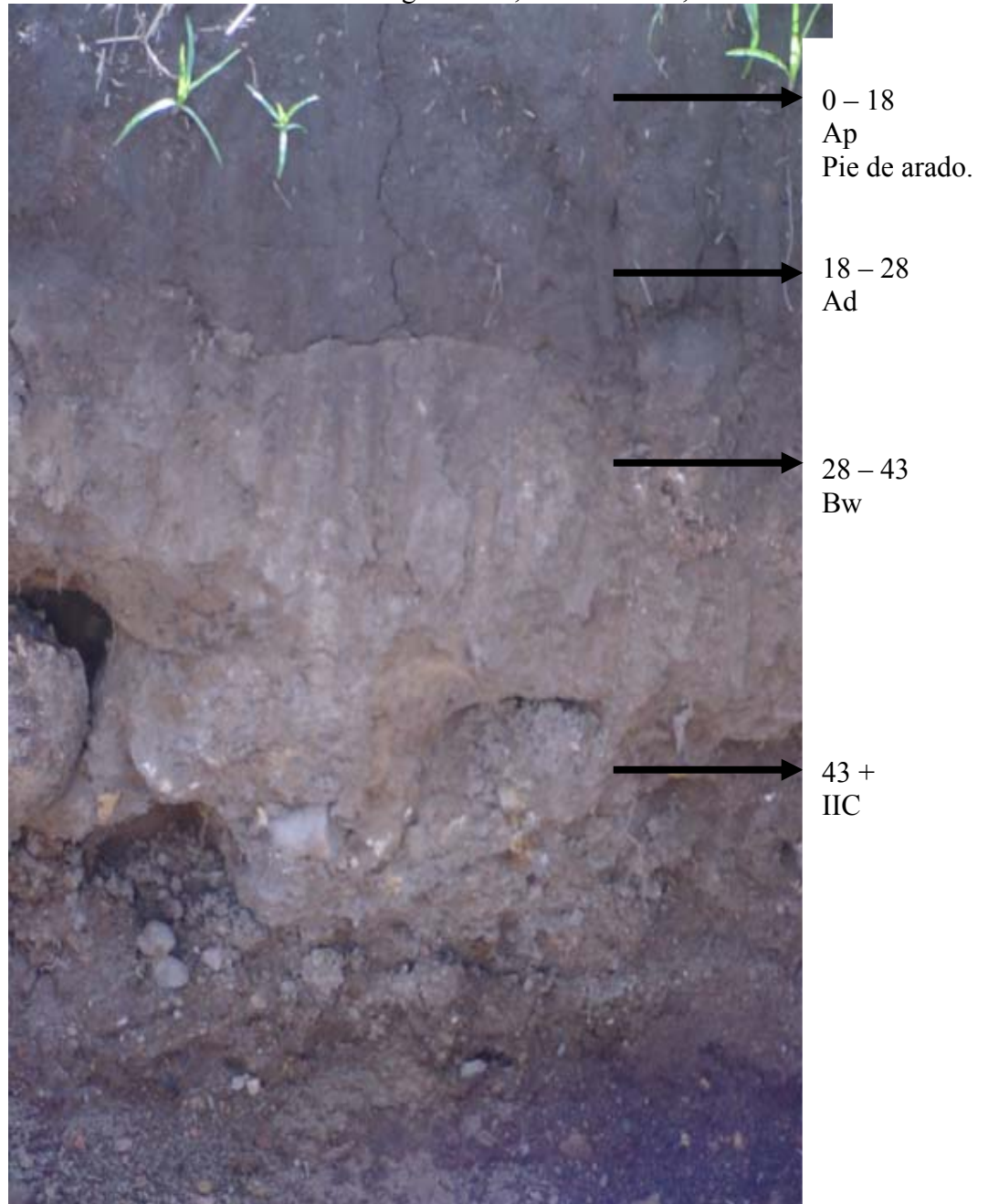
Posición Geomorfológico: Abanico aluvial

Material parental: Aluvial

Clasificación taxonómica: Lithic Fluventric Distropept.

Horizonte	cm	Descripción
Ap	00 – 18	Pardo grisáceo muy oscuro (10 YR 2/2); franco; estructura masiva <i>in situ</i> , disturbado bloques subangulares medianos y gruesos débiles; consistencia firme; poros finos y medianos vesiculares comunes. Raíces finas y medianas pocas; límite gradual.
Ad	18 – 28	Café oscuro (7.5 YR 2.5/3) con motas cafés (7.5 YR 3/4) gruesas prominentes y abundantes; franco; bloques angulares medianos y gruesos moderados; consistencia muy firme; poros finos medianos comunes vesiculares; pocas raíces comunes finas; límite claro y plano.
Bw	28 – 43	Café oscuro (7.5 YR 3/2) con motas comunes medianas y gruesas distintas de color café fuerte (7.5 YR 3/3); franco arenoso grueso, estructura bloques subangulares medianos y gruesos débiles consistencia firme; muy pocas raíces finas; muy pocos poros finos vesiculares; límite quebrado.
IIC	43 +	Fragmentos gruesos de todos los tamaños.

Fotografía 3. Calicata 3 en la terraza 3 de Agronomía, El Zamorano, Honduras.



4.3.4 Calicata 4

Localización: Extremo superior de Zona 1 colindando con la plantación de guayaba,
Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano, Honduras.

Vegetación: Cítricos y gramíneas.

Pendiente: 1.5%

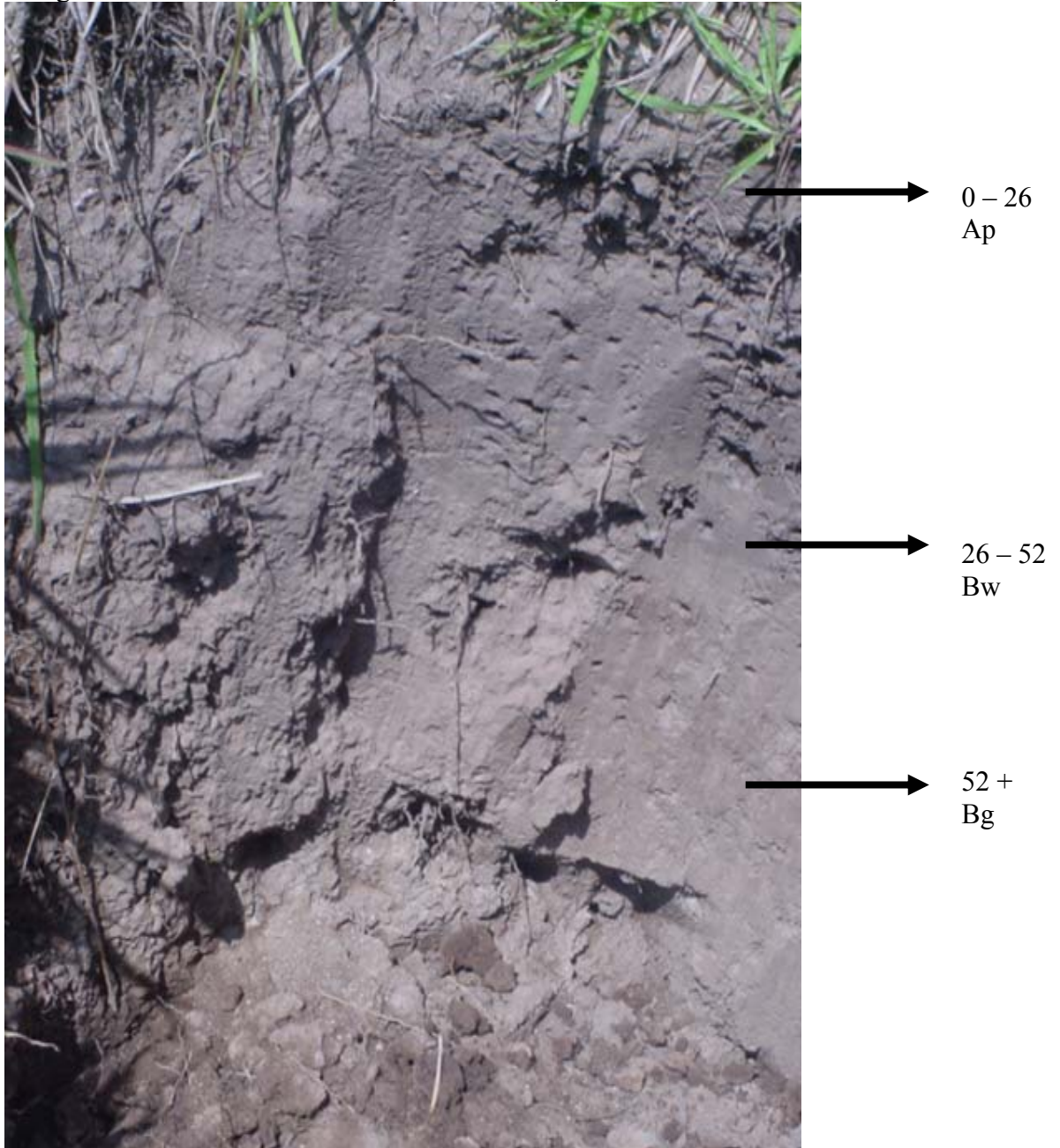
Posición Geomorfológico: Abanico aluvial

Material parental: Aluvial

Clasificación taxonómica: Fluventic Distrosept.

Horizonte	cm	Descripción
Ap	00 – 26	Pardo grisáceo muy oscuro (10 YR 2/2); franco; estructura bloques subangulares pequeños y débiles; consistencia firme; poros finos y medianos vesiculares comunes. raíces finas y medianas pocas; límite gradual.
Bw	26- 52	Pardo grisáceo oscuro (10 YR 3/3); franco; estructura bloques subangulares pequeños y débiles; poros finos medianos comunes vesiculares; raíces comunes finas; limite claro y plano.
Bg	52 +	Café (2.5 YR 4/1) con motas comunes medianas y gruesas distintas de color café (2.5 YR 4/3); franco arenoso; estructura bloques subangulares medianos a gruesos débiles; raíces finas; poros finos vesiculares.

Fotografía 4. Calicata 4 en Zona 1, El Zamorano, Honduras.



4.3.5 Calicata 5

Localización: Medio de Zona 1, Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano, Honduras.

Vegetación: Gramíneas.

Pendiente: 1%

Posición Geomorfológico: Abanico aluvial

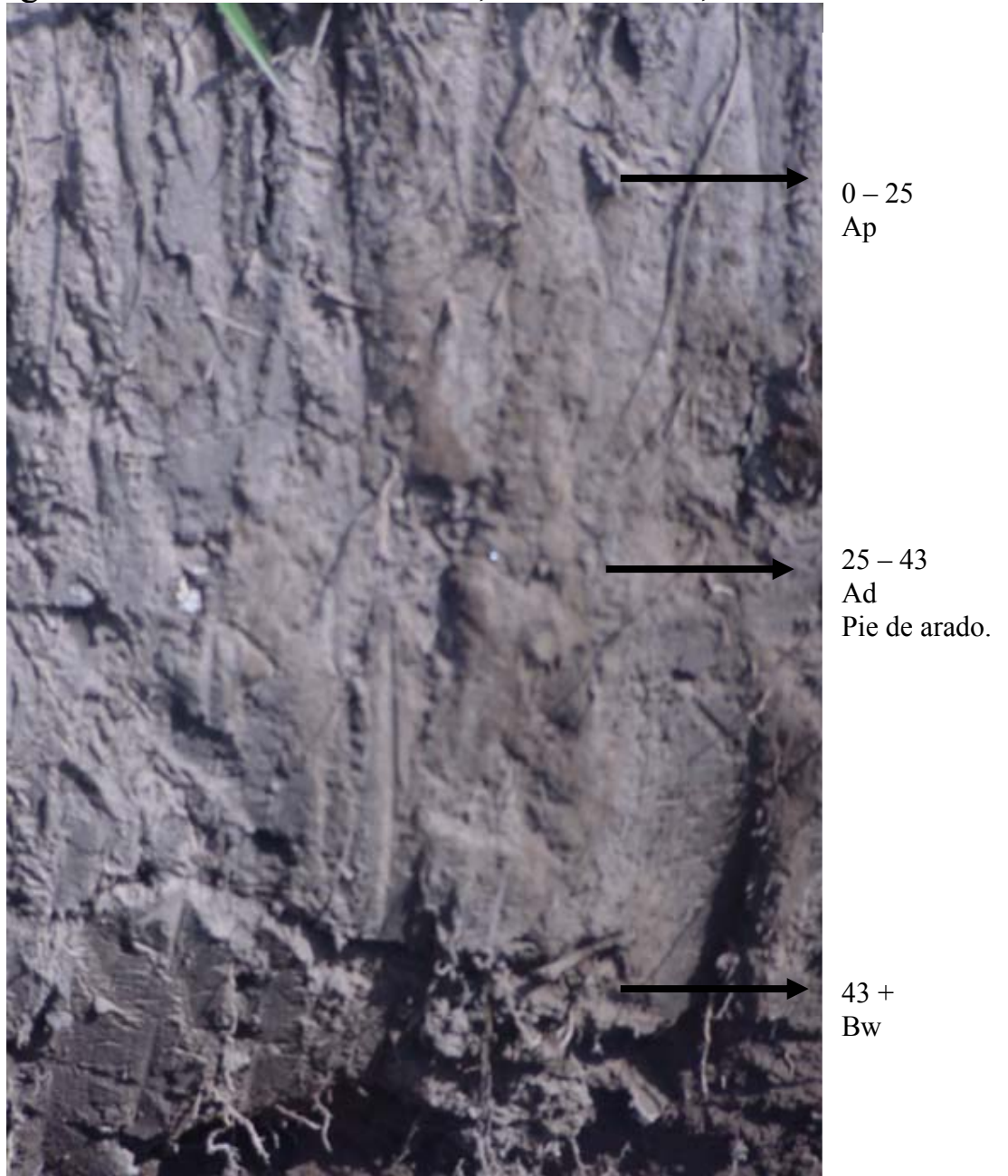
Material parental: Aluvial

Clasificación taxonómica: Fluventic Distropept.

Horizonte	cm	Descripción
Ap	00 – 25	Café oscuro (7.5 YR 3/2); franco; estructura granular de todos los tamaños débil; consistencia firme; poros finos y medianos vesiculares comunes. Raíces finas de gramíneas comunes; límite gradual.
Ad	25 – 43	Pardo grisáceo oscuro (10 YR 2/1); franco; estructura masiva <i>in situ</i> , disturbada granular de todos los tamaños débil; poros finos medianos comunes vesiculares; raíces comunes finas; límite claro y plano.
Bw	43 +	Café oscuro (7.5 YR 4/3); franco; estructura de bloques subangulares pequeños débiles; pocas raíces finas; pocos poros finos vesiculares.

Observaciones: Presencia de pie de arado entre los 15 y 30 cm de profundidad.

Fotografía 5. Calicata 5 en Zona 1, El Zamorano, Honduras.



4.3.6 Calicata 6

Localización: Extremo inferior de Zona 1, colindando con la quebrada “El Gallo”,
Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano, Honduras.

Vegetación: Cítricos y gramíneas

Pendiente: 0%

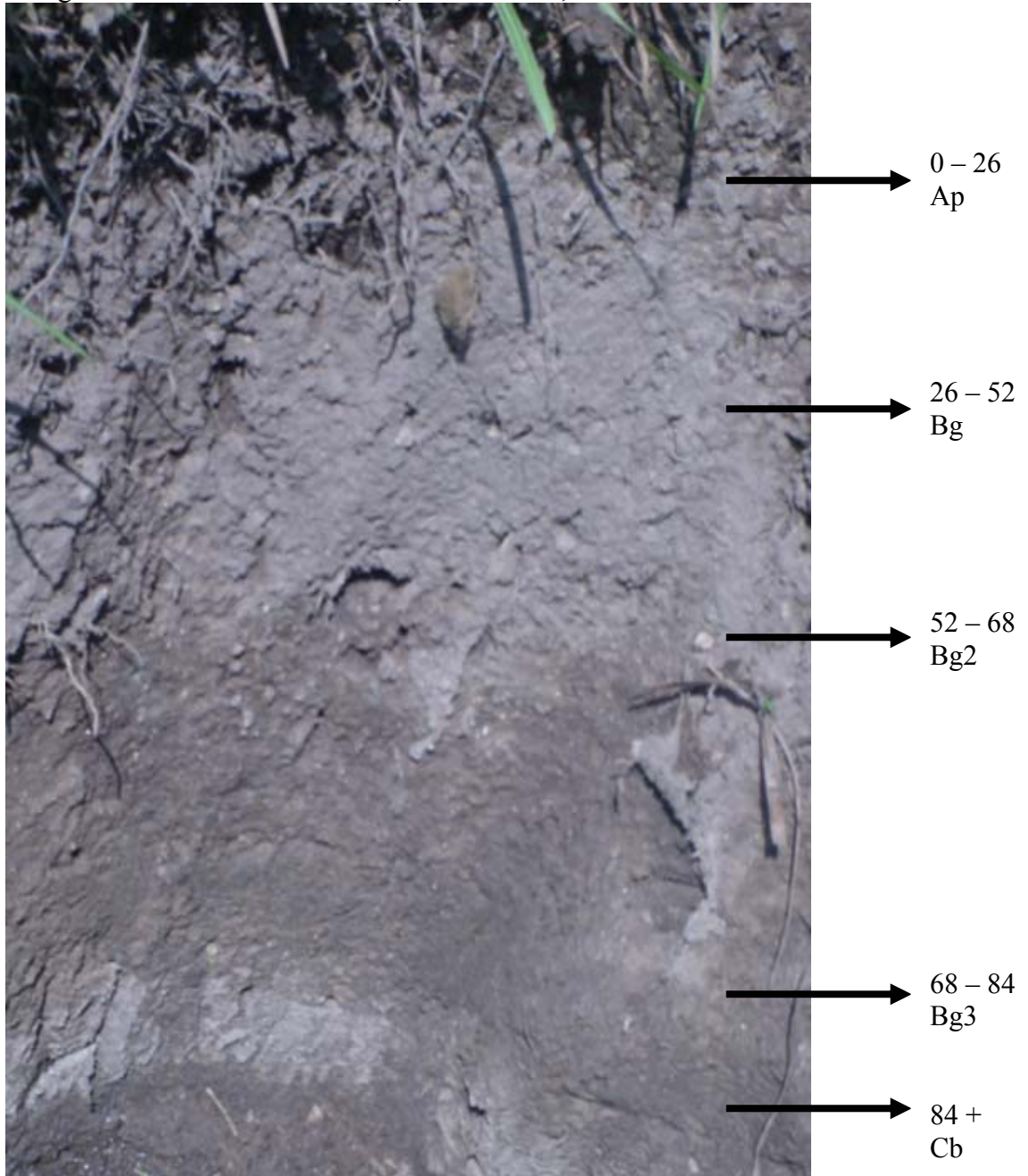
Posición geomorfológica: Abanico aluvial

Material parental: Aluvial

Clasificación taxonómica: Fluventic Distropt.

Horizonte	cm	Descripción
Ap	00 – 26	Café muy oscuro (7.5 YR 2.5/1); franco; estructura granular de todos los tamaños, débil, friable, grava fina y mediana común, poros finos y medianos muchos; raíces muchas medianas y finas; límite gradual y plano.
Bg	26 – 52	Pardo (2.5 Y 4/1) con motas cafés (2.5 Y 4/3) tenues comunes medianas; franco arenoso; estructura de bloques subangulares medianos gruesos débiles; concreciones de Hierro y Magnesio medianos finos comunes; grava fina común; pocas raíces finas; pocos poros finos vesiculares; límite claro y plano.
Bg2	52 – 68	Pardo (5 Y 4/1) con motas cafés (2.5 Y 4/4) distintas medianas comunes; franco arcillo arenoso; estructura de bloques subangulares comunes finos; presencia de grava fina común; poros finos pocos; raíces finas pocas.
Bg3	68 – 84	Pardo (5 Y 4/1) con motas amarillentas (10 YR 4/6) prominentes, gruesas y abundantes; arcilla arenosa; bloques subangulares gruesos débiles. consistencia firme.
Cb	84 +	Café oscuro (5 Y 3/1) con motas café fuerte (7.5 YR 5/6); arcilla; bloques subangulares muy gruesos débiles.

Fotografía 6. Calicata 6 en Zona 1, El Zamorano, Honduras.



Cuadro 1. Valores de resistencia a la penetración por horizonte de cada calicata en las terrazas de Agronomía y Zona 1, El Zamorano, Honduras.

Calicata	Horizonte ¹	Profundidad (cm)	Resistencia a la penetración (Kg/cm ²)
1	Ap	00 – 18	2.25
	Bg	18 – 50	2.45
	2C	50 +	> 4.50
2	Ap	00 – 20	> 4.50
	Bg	20 – 48	1.25
	2C	48 +	> 4.50
3	Ap	00 – 18	1.25
	Ad	18 – 28	2.45
	Bw	28 – 43	> 4.50
	IIC	43 +	∞∞∞
4	Ap	00 – 26	3.45
	Bw	26 – 52	4.00
	Bg	52 +	4.15
5	Ap	00 – 25	2.20
	Ad	25 – 43	> 4.50
	Bw	43 +	1.40
6	Ap	00 – 26	1.35
	Bg	26 – 52	> 4.50
	Bg2	52 – 68	2.25
	Bg3	68 – 84	∞∞∞
	Cb	84 +	∞∞∞

∞∞∞ Datos no tomados

A partir de estos datos podemos decir que la profundidad efectiva para la zona representativa de las calicatas 1 y 2 son aproximadamente 50 cm con un cambio brusco en la zona de la calicata 3 donde se tienen 28 cm de profundidad efectiva.

Las zonas representativas de las calicatas 4, 5 y 6 tienen una profundidad efectiva en promedio de 26 cm.

¹ El significado de cada horizonte se puede apreciar en el anexo 4.

Cuadro 2. Valores de conductividad hidráulica por horizonte de cada calicata en las terrazas de Agronomía y Zona 1, El Zamorano, Honduras.

Calicata	Horizonte	Profundidad (cm)	Conductividad hidráulica (m/día)	Clase conductual
1	Ap	00 – 18	0.3	Lento
	Bg	18 – 50	0.1	Muy lento
2	Ap	00 – 20	< 0.05	Muy lento
	Bg	20 – 48	0.1	Muy lento
3	Ap	00 – 18	< 0.05	Muy lento
	Ad	18 – 28	0.1	Muy lento
4	Ap	00 – 26	0.5	Moderado
	Bw	26 – 52	1.5	Moderado rápido
5	Ap	00 – 25	1.5	Moderado rápido
	Ad	25 – 43	1.5	Moderado rápido
6	Ap	00 – 26	1.5	Moderado rápido
	Bg	26 – 52	1.5	Moderado rápido

Según los datos obtenidos para la conductividad hidráulica se puede determinar que la zona representada por las tres primeras calicatas tiene una conductividad muy lenta que se traduce en un valor menor a 0.1 m por día, dicho valor se debe principalmente a la presencia de un pie de arado bien definido y horizontes de estructura masiva. Por todo lo indicado anteriormente se puede afirmar que dicho terreno tiene drenaje interno pobre a muy pobre y anegamiento temporal durante periodos de precipitación prolongado lo cual es contraproducente para plantaciones de Teca o Caoba debido a que ambas especies requieren suelos bien drenados y sin anegamiento.

Las calicatas realizadas en Zona 1 dieron un resultado promedio de conductividad hidráulica de 1.3 m/día lo que se traduce en una clase conductual moderada; basándonos en este valor y a pesar de que para esta parte del terreno se encuentra un horizonte compactado, podemos afirmar que no existen problemas mayores de anegamiento o mal drenaje lo cual es requisito para el establecimiento de plantaciones.

5. CONCLUSIONES

- Debido a la intensidad de prácticas agrícolas, los suelos de Zona 1 y en especial, las terrazas de agronomía, presentan un alto nivel de degradación de las características físicas lo cual es una limitante seria para el establecimiento de plantaciones forestales. La principal limitante encontrada fue un horizonte de fragmentos gruesos de todos los tamaños a los 43 cm de profundidad en la terraza 3 de Agronomía. En las terrazas 2 y 3 las limitantes consisten en anegamiento temporal durante las épocas de lluvia y la presencia de un pie de arado bien definido que limita la penetración de raíces.
- Las terrazas de agronomía se encuentran en un abanico aluvial donde ocurren suelos francos, franco arcillosos, franco arenosos y arcillo arenosos con un pH promedio de 6.28. El drenaje interno para esta zona es pobre a muy pobre por lo que existirá anegamiento en algunas épocas del año.
- La Zona 1 se encuentra en una posición geomorfológica de abanico aluvial con suelos francos, ligeramente livianos, el drenaje interno de esta zona obedece a una clase conductual moderada rápida por lo que habrán menores problemas de anegamiento, sin embargo, para esta zona se puede observar un pie de arado bien definido entre los 15 y 30 cm de profundidad.
- A partir de los datos obtenidos para las características físicas del suelo en el sitio de estudio se puede concluir que solo Zona 1 es apta para el establecimiento de plantaciones forestales previa enmienda del pie de arado.
- Las terrazas de Agronomía, según los datos obtenidos, no representan un lugar apropiado para el establecimiento de plantaciones forestales de madera valiosa.

6. RECOMENDACIONES

- Para Zona 1 se deberá mejorar la profundidad efectiva destruyendo el pie de arado. Esto se podrá lograr mediante el subsoleo cruzado a mas de 1 m de profundidad con ganchos espaciados a 0.75 m y aletas en las puntas. La maquinaria a usar debe ser un tractor de oruga, preferentemente un D8 con la suficiente potencia para fracturar el terreno. Es muy importante tomar en cuenta que estas operaciones deberán realizarse cuando el terreno se encuentre seco.
- A partir de los resultados obtenidos y basándonos únicamente en factores físicos del suelo, se recomienda el establecimiento de plantaciones de Caoba, no sin antes aplicar las enmiendas edáficas pertinentes.
- El establecimiento de las plantaciones forestales podrá hacerse de dos vías, enmiendas edáficas de orden físico a través del uso de maquinaria agrícola o también existe la posibilidad de plantar los árboles haciendo un hueco mas grande y adicionando suelo de mejor calidad o mejorando el suelo local con materia orgánica a una relación de 2 suelo: 1 materia orgánica preferentemente compost; con esto se proporciona a la planta un mejor ambiente donde desarrollarse.
- Una vez implementadas las enmiendas correctivas se deberá hacer una evaluación de suelo periódica para determinar si se mantienen las condiciones apropiadas para la plantación forestal. Dicha evaluación deberá detectar compactación y determinar materia orgánica y nutrientes vía muestre y análisis bianual de suelos.
- Programas de conservación de suelo deben incluir cobertura verde como ciertas especies de leguminosas con el fin de reducir la degradación de los suelos forestales y mantener las propiedades deseables que el suelo ya posee.
- Un estudio más detallado que incluya barrenaciones del terreno a una distancia de 100 m x 100 m es recomendable con el fin de caracterizar los suelos a un alto grado de detalle. Por otro lado, dicho estudio debería incluir el análisis de algunas características químicas necesarias para el establecimiento de plantaciones forestales.
- Establecer parcelas permanentes de evaluación con el propósito de medir el comportamiento de los suelos, sobre todo para los primeros años de la plantación donde los árboles tienen mayores requerimientos y requieren de más cuidado.

- Una de las limitantes mas serias en este tipo de estudios es la falta de criterios para establecer el potencial de suelos para especies forestales. Con base en la experiencia de esta investigación se propone la siguiente metodología para establecer los criterios edáficos para especies forestales en general.
 1. Escoger plantaciones con índices de rendimiento altos, medios y bajos.
 2. Caracterizar los suelos morfológicamente, física y químicamente en las plantaciones escogidas para establecer diferencias entre rendimiento y características edáficas, se sugiere un mínimo de 10 observaciones por tipo de plantación.
Escoger árboles adultos jóvenes representativos de la plantación los cuales deberán tener las raíces expuestas; el área radicular deberá ser cuadriculada en transectos de 30 cm para estudiar y determinar las variables requeridas en cada una de las cuadrículas.
 3. Pasos 1 y 2 se deben repetir en diferentes regiones climáticas del país de interés para poder tener en cuenta las características climáticas y la interacción suelo-clima-especie.
 4. Algunas de las características que deberán estudiarse en cada una de las plantaciones son:
 - Profundidad efectiva
 - Horizontes maestros y diagnósticos de color, textura, estructura, presencia de raíces, presencia de pie de arado.
 - Propiedades físicas como resistencia a la penetración, densidad aparente.
 - Propiedades químicas como cantidad de materia orgánica.
 - Conductividad eléctrica para determinar sales solubles, sodio intercambiable, aluminio intercambiable.

Todas las anteriores variables se deben relacionar con los requerimientos de la especie de interés para poder establecer un sistema de clasificación.

En el anexo 5 se propone una metodología para determinar el potencial de los suelos para la producción forestal.

7. BIBLIOGRAFIA

Barahona, R. 2000. Caracterización detallada de los suelos de San Nicolás y prácticas recomendadas para su uso sostenible, El Zamorano, Honduras. Proyecto especial del programa de Ingeniero Agrónomo. Zamorano, Honduras. 56 p.

Chaves, E. 1991. Teca (*Tectona grandis* L.f.) árbol de uso múltiple en América Central. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 45p.

CONSEFORH. 1999. Caoba del Pacifico: Un árbol maderable de alto valor. Honduras. 45 p.

Cortes, A.; Malagón, D. 1984. Los levantamientos agrológicos y sus aplicaciones múltiples. Bogotá, Colombia, Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano. 360 p.

Egüez, J. D. 1999. Evaluación técnica económica de plantaciones de caoba (*Swietenia macrophylla* King) en Honduras. Proyecto especial del programa de Ingeniero agrónomo. Zamorano, Honduras. 57 p.

FAO. 1971. Guía para la descripción de suelo. 2 ed. Roma, FAO. 78 p.

Foth, H. D. 1990. Fundamentos de la ciencia del suelo. Trad: A.M. Ambrosio. México D.F., México, Compañía editorial continental. 443 p.

Gullison, R.E.; Panfil, S.N.; Strouse, J.J.; Hubell, S.P. 1996. Ecología y manejo de la Mara en el bosque de chimanes, Beni, Bolivia.

Holdridge, L.R. 1967. Life Zone Ecology. San José, Costa Rica, Tropical Science Center.

Kandecor. s.f. Caoba (en línea). Cartagena, Colombia. Consultado 28 de agosto de 2002. Disponible en <http://www.kandecor.com/caoba.htm>

Kandecor. s.f. Teca (en línea). Cartagena, Colombia. Consultado 28 de agosto de 2002. Disponible en <http://www.kandecor.com/teca.htm>

Lamb, B. 1966. Mahogany of tropical America; its ecology and management. Michigan, United States of America. University of Michigan. 220 p.

Landon, J. R. 1991. Booker tropical soil manual. 2 ed. Oxon, England, Booker Tate limited. 474 p.

Mayhew, J.E.; Newton, A.C. 1998. The silviculture of Mahogany, CABI publishing. 226 p.

Monreal Rangel, S. B.; Fierros Gonzáles A. M... 2001. Beneficios ambientales, económicos y sociales de las plantaciones forestales comerciales subsidiadas por el PRODEPLAN (en línea). México. Consultado 27 de agosto de 2002. Disponible en http://www.semarnat.gob.mx/produccion/plantaciones/beneficios_ambientales.pdf

Odum, H. T. 2001. Plantaciones forestales (en línea). Florida, Estados Unidos de América. Consultado 26 de agosto de 2002. Disponible en <http://www.unicamp.br/fea/ortega/eco/esp/esp-19.htm>

Olson, G. W. 1981. Soils and the environment: A guide to soil surveys and their applications New York, USA. Chapman and Hall. 178 p.

Rivera Jérez, J. L. 2000. Caracterización de tres sitios potenciales para plantaciones forestales en Zamorano. Proyecto especial del programa de Ingeniero agrónomo. Zamorano, Honduras. 80 p.

Rojas, F.; Ortiz, E.. 1991. *Pinus caribaea* Morelet var. hondurensis: Especie de árbol de uso múltiple en América Central. Turrialba, Costa Rica, Centro Agronómico Tropical de Investigación y enseñanza (CATIE). 59 p.

Seth, S.K.; Kaul, O.N..1978. Tropical forest ecosystems of India: the teak forests. Paris, France, UNESCO. p. 628 – 640.

Soil Survey Division Staff. 1993. Soil survey Manual. U.S. Dept. Agr. Handbook 18. Washington D.C. U.S, Govt. Printing Office. 437 p.

Whitmore, J.L.. s.f. La importancia social y ambiental de las plantaciones forestales (en línea). s.l. Consultado 27 de agosto de 2002. Disponible en <http://fred.csir.co.za/iufro/iufronet/d6/wu60304/ponencias/tema1/whitmore.htm>

8. ANEXOS

Anexo 1. Definición diagramática y localización de varios tipos de estructura de suelos

Tipo de Estructura	Descripción de agregado	Horizonte común de localización
Granular	Relativamente no poroso, peds pequeños y esferoidales, no se ajusta a los agregados próximos.	Horizonte A
Grumosa	Relativamente poroso, peds pequeños y esferoidales no se ajusta a los agregados próximos.	Horizonte A
Laminar	Agregados en forma de placas o láminas que a menudo se empalman dificultando la penetrabilidad.	Horizonte Ap y en suelos de arcilla endurecida.
De bloques	Peds en forma de bloques limitados por otros agregados cuyas características angulares agudas forman el molde para el ped.	Horizonte Bt, Bw
Bloques subangulares	Peds en forma de bloques limitados por otros agregados cuyas caras subangulares redondeadas forman molde para el ped.	Horizonte Bt, Bw
Prismática	Peds columnares sin la parte superior redondeada. Otros agregados prismáticos forman molde para el ped.	Horizonte Bt, Bw
Columnar	Peds de tipo columna con la parte superior redondeada limitados lateralmente por otros agregados columnares.	Horizonte Bt

Fuente: Adaptado de Foth, 1990.

Anexo 2. Relación entre textura, estructura y conductividad hidráulica.

Textura	Estructura	Indicador de conductividad hidráulica. (cm/h) (m/día)	
Arena gruesa, grava	ped simple	≥ 50	≥ 12
Arena de tamaño medio	ped simple	25 – 50	6 – 12
Arena fina, arena franca	migajosa, ped simple	12 – 25	3 – 6
Franco arenoso	Blocosa subangular y granular, migajosa fina	6 – 12	1.5 – 3
Franco arcilloso, limoso, franco limoso, franco arenoso, franco	Prismática media y blocosa subangular	2 – 6	0.5 – 1.5
Arcilla, arcilla limosa, – 0.5 arcilla arenosa, franco arcillo limoso, franco arcilloso, franco limoso, limoso, francoarcillo arenoso	Prismática fina y media, blocosa angular, laminar	0.5 – 2	0.1
Arcilla, franco arcilloso, arcillo limoso, franco arcillo arenoso.	Prismática fina o muy fina, blocosa angular, laminar	0.25 – 0.5	0.05 – 0.1
Arcilla, arcilla pesada	Masiva, fina o muy fina columnar	< 0.25	< 0.05

Fuente: Landon, 1991.

Anexo 3. Significado de las categorías de suelo.

A: Un horizonte mineral formado en la superficie o adyacente a ésta que:

- a) muestra una acumulación de materia orgánica humificada íntimamente asociada con la fracción mineral.
- b) posee una morfología adquirida por la formación del suelo pero carece de las propiedades de los horizontes E y B.

B: Un horizonte mineral en el que la estructura de la roca queda borrada o apenas observable, caracterizado por una o varias de las propiedades siguientes:

- a) una concentración iluvial de arcilla silicatada, hierro, aluminio o humus sola o en combinación.
- b) una concentración de sesquióxidos relativos a los materiales de partida.
- c) una alteración de los materiales a partir de su estado originario por lo que se forman arcillas silicatadas, se liberan los óxidos o se forma una estructura granular, en bloques o prismática.

C: Un horizonte mineral de material no consolidado, a partir del cual se supone que se ha formado el solum y que muestra propiedades diagnosticas de ningún otro horizonte dominante.

IIIC: Fragmentos gruesos de todos los tamaños.

2C: Discontinuidad litológica, es decir, el material del que se formó es diferente.

b: Horizontes de suelo enterrados o en disposición biseciente.

d:

g: Manchas de color resultantes de las variaciones en la oxidación y la reducción

p: Alterado por la aradura u otras practicas de labranza.

w: Alteración *in situ* reflejada por el contenido de arcilla, el color o la estructura.

Fuente: FAO, 1977

Anexo 4. Modelo para determinar el potencial de los Suelos para la Producción Forestal

