

00361



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA  
DE MEXICO**

**FACULTAD DE CIENCIAS**

**DIVISION DE ESTUDIOS DE POSGRADO**

19  
20

**"ANALISIS DE LOS SUELOS FORESTALES  
TROPICALES DE UNA ZONA DE APROVECHAMIENTO  
SILVICOLA EN EL EJIDO DE NOH-BEC EN EL ESTADO  
DE QUINTANA ROO Y SU RELACION CON LA  
VEGETACION NATURAL"**

**T E S I S**

QUE PARA OBTENER EL GRADO ACADEMICO DE  
MAESTRO EN CIENCIAS (BIOLOGIA)  
P R E S E N T A :  
CARLOS CESAR MAYCOTTE MORALES



DIRECTOR DE TESIS: M. en C. OTILIO A. ACEVEDO SANDOVAL

FALLA DE ORIGEN 1995



Universidad Nacional  
Autónoma de México

UNAM



## **UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso**

### **DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

## ***Agradecimientos***

**A los miembros del jurado:**

**Presidente : M. en C. Nelly Diego Pérez.**  
**Vocal : Dr. David Flores Román.**  
**Vocal : Dra. Norma Eugenia García Calderón.**  
**Vocal : M. en C. Otilio Arturo Acevedo Sandoval.**  
**Secretario : Dr. Alejandro Velázquez Martínez.**  
**Suplente : Dr. Gilberto Hernández Silva.**  
**Suplente : M. en C. Jorge Enrique Gama Castro.**

**Quienes con su apoyo, entusiasmo y sugerencias se finalizó la realización de este trabajo.**

**A el M. en C. Carlos Alberto Ortiz Solorio por sus atinados comentarios.**

**A el Ing. José Manuel Chavez Bravo por su apoyo en los programas estadísticos.**

***A mi esposa Grisel y mis  
hijos César y Jordana***

## INDICE

Apéndice	... I
Cuadros	... II
Gráficas	... III
Mapas	... IV
Matrices de correlación	... V
Tablas	... VI
Resumen	... VII
INTRODUCCION	... 1
Objetivo	... 3
REVISION DE LITERATURA	... 4
Suelos forestales	... 4
Calidad de sitio	... 7
Fuentes de nutrimentos	... 8
Materia orgánica del suelo	... 9
Descomposición de la materia orgánica	... 12
Elementos esenciales	... 15
Nitrógeno	
Fósforo	
Potasio	
Calcio	
Magnesio	
Azufre	
Repercusiones en la silvicultura	... 23
Regeneración	... 25
Superficie forestal en Quintana Roo	... 29
Suelos de Quintana Roo	... 30
Descripción de la zona de Estudio	... 38
Localización	
Clima	
Hidrología	
Geología	

Fisiografía y orografía  
Suelos  
Vegetación  
Aspectos socioeconómicos

MÉTODO	... 45
RESULTADOS	... 50
INTERPRETACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS	... 72
CONCLUSIONES	... 79
LITERATURA CITADA	... 81
APÉNDICES	... 86

**APÉNDICES**

<b>APÉNDICE I</b>	<b>...86</b>
Usos maderables y no maderables de las especies estudiadas	
<b>APÉNDICE II</b>	<b>...89</b>
Resultados del inventario forestal de la zona de muestreo (cuadros 12 al 16)	
<b>APÉNDICE III</b>	<b>...94</b>
Resultados de los muestreos generales de la regeneración en la zona de muestreo (cuadros 17 y 18)	
<b>APÉNDICE IV</b>	<b>...96</b>
Resultados de las categorías diamétricas, de las categorías de altura del fuste comercial, del estado sanitario y de la forma del fuste general de los árboles de la zona de estudio. (cuadros 19 al 22)	
<b>APÉNDICE V</b>	<b>...97</b>
Matriz de correlación general.	

**CUADROS**

Cuadro 1	...31
Suelos de Quintana Roo	
Cuadro 2	...39
Constantes climatológicas de NOHBEC	
Cuadro 3	...54
Total de especies en la zona de muestreo	
Cuadro 4	...55
Número de especies con menos de 10 individuos en la zona de muestreo	
Cuadro 5	...57
Resultados de los muestreos de regeneración	
Cuadro 6	...58
Especies con menos de 10 individuos en los muestreos de regeneración	
Cuadro 7	...60
Resultados de los análisis de suelos de los sitios 2 y 4	
Cuadro 8	...61
Resultados de los análisis de suelos de los sitios 6 y 8	
Cuadro 9	...62
Resultados de los análisis de suelos de los sitios 10 y 12	
Cuadro 10	...63
Resultados de los análisis de suelos de los sitios 14 y 16	
Cuadro 11	...64
Resultados de los análisis de suelos de los sitios 18 y 20	
Cuadro 12	...89
Resultados del inventario de los sitios no. 1, 2, 3 y 4	



Cuadro 13	...90
Resultados del inventario de los sitios no. 5, 6, 7 y 8	
Cuadro 14	...91
Resultados del inventario de los sitios no. 9, 10, 11 y 12	
Cuadro 15	...92
Resultados del inventario de los sitios no. 13, 14, 15 y 16	
Cuadro 16	...93
Resultados del inventario de los sitios no. 17, 18, 19 y 20	
Cuadro 17	...94
Resultados de regeneración de los sitios no. 2, 4, 6, 8 y 10	
Cuadro 18	...95
Resultado de regeneración de los sitios no. 12, 14, 16, 18 y 20	
Cuadro 19	...96
Resultado de las categorías diamétricas	
Cuadro 20	...96
Resultado de las categorías de A.F.C.	
Cuadro 21	...96
Resultados del estado sanitario	
Cuadro 22	...96
Resultados de la forma de los árboles	

#### **GRAFICAS**

Gráfica 1	...39
Constantes climatológicas de NOHBEC	
Gráfica 2	...54
Número total de especies en la zona de muestreo	

Gráfica 3	...56
Porcentaje de especies en la zona de muestreo	
Gráfica 4	...55
Número de especies con menos de 10 individuos en la zona de muestreo	
Gráfica 5	...56
Porcentaje de especies con menos de 10 individuos en la zona de muestreo	
Gráfica 6	...57
Número de especies totales encontradas en los muestreos de regeneración.	
Gráfica 7	...59
Porcentaje de especies totales en los muestreos de regeneración.	
Gráfica 8	...58
Número de especies con menos de 10 individuos en los muestreos de regeneración.	
Gráfica 9	...59
Porcentaje de especies con menos de 10 individuos en los muestreos de regeneración.	
Gráfica 10	...70
Ajuste de correlación pH-% de regeneración	
Gráfica 11	...70
Ajuste de correlación % de M.O.-% de regeneración	
Gráfica 12	...71
Ajuste de correlación % de limo-% de regeneración	
Gráfica 13	...71
Ajuste de correlación % de arcilla-% de regeneración	
<b>MAPAS</b>	
Mapa 1	...33
Distribución de suelos en el Estado de Quintana Roo (Clasificación Maya)	

<b>Mapa 2</b>	...34
<b>Distribución de suelos en el Estado de Quintana Roo (Clasificación FAO/UNESCO)</b>	
<b>Mapa 3</b>	...40
<b>Ubicación del ejido de NOH-BEC</b>	
<b>Mapa 4</b>	...49
<b>Ubicación de la zona de muestreo</b>	
<b>MATRIZ DE CORRELACION</b>	
<b>Matriz de correlación 1</b>	...65
<b>Relación regeneración-pH</b>	
<b>Matriz de correlación 2</b>	...65
<b>Relación regeneración-materia orgánica</b>	
<b>Matriz de correlación 3</b>	...66
<b>Relación regeneración-conductividad eléctrica</b>	
<b>Matriz de correlación 4</b>	...66
<b>Relación regeneración-nitrógeno total</b>	
<b>Matriz de correlación 5</b>	...66
<b>Relación regeneración-fósforo</b>	
<b>Matriz de correlación 6</b>	...67
<b>Relación regeneración-potasio</b>	
<b>Matriz de correlación 7</b>	...67
<b>Relación regeneración-fierro</b>	
<b>Matriz de correlación 8</b>	...67
<b>Relación regeneración-calcio</b>	
<b>Matriz de correlación 9</b>	...68
<b>Relación regeneración-arena</b>	
<b>Matriz de correlación 10</b>	...68
<b>Relación regeneración-arcilla</b>	
<b>Matriz de correlación 11</b>	...68
<b>Relación regeneración-limo</b>	
<b>Matriz de correlación 12</b>	...69
<b>Relación regeneración-C/N</b>	
<b>Matriz de correlación general</b>	...97

**TABLAS**

Tabla 1	...65
Análisis de varianza Regeneración-pH	
Tabla 2	...65
Análisis de varianza Regeneración-Materia orgánica	
Tabla 3	...66
Análisis de varianza Regeneración-Conductividad eléctrica	
Tabla 4	...66
Análisis de varianza Regeneración-Nitrógeno total	
Tabla 5	...66
Análisis de varianza Regeneración-Fósforo	
Tabla 6	...67
Análisis de varianza Regeneración-Potasio	
Tabla 7	...67
Análisis de varianza Regeneración-Fierro	
Tabla 8	...67
Análisis de varianza Regeneración-Calcio	
Tabla 9	...68
Análisis de varianza Regeneración-Arena	
Tabla 10	...68
Análisis de varianza Regeneración-Arcilla	
Tabla 11	...68
Análisis de varianza Regeneración-Limo	
Tabla 12	...69
Análisis de varianza Regeneración-C/N	

## RESUMEN

En el ejido de Noh Bec, municipio de Felipe Carrillo Puerto estado de Quintana Roo los aprovechamientos forestales son el principal eje económico. En base al sistema de aprovechamiento que se ha introducido, en donde además de explotar las maderas preciosas se incorporan a la explotación las maderas corrientes tropicales se pretenden crear las condiciones para la regeneración natural. Este sistema no ha superado el peligro de un empobrecimiento paulatino del recurso genético y más grave aún del recurso suelo.

El objetivo del presente trabajo es "Analizar la relación que existe entre el estatus nutricional del suelo de una zona de aprovechamiento forestal tropical y la regeneración", el cual para cumplirse utilizó un método compuesto de 4 fases que son: a) En la línea de muestreo ubicar 20 sitios de 500 m<sup>2</sup> cada uno y distantes 100 m uno de otro, b) realizar un inventario tomando como base 10 cm o más d.a.p. para árboles, c) realizar 3 muestreos de regeneración de 1 m<sup>2</sup> cada uno por sitio considerando 10 cm o menos d.a.p. y d) realizar un muestreo de suelos por cada sitio par a 3 diferentes profundidades. Este método arroja 516 árboles representando a 29 especies de las cuales el Zapote (*Manilkara zapota* (L.) v. Royen), Zapotillo (*Pouteria unilocularis* (Donn. Sm.) Baehni), Bojón (*Cordia alliodora* (Ruíz & Pav.) Cham.) y Ramón (*Brosimum alicastrum* Sw.) presentan mayor frecuencia. En los muestreos de regeneración se tienen 477 plantas (22 especies) de las cuales 309 (20 especies) son arbóreas destacando el Ramón (*Brosimum alicastrum* Sw.).

La región presenta suelos de material calcáreo sedimentario de origen marino con alto contenido de calcio, textura arcillosa y pH de ácido a ligeramente básico en función de la profundidad. Este último a una profundidad de 0 a 20 cm. presenta el mayor índice de correlación con respecto a la regeneración (0.846) y permite aplicar un modelo de ajuste de correlación que es  $Y = -132.27 + 30.01X$  con  $R^2 = 0.716$  que indica que entre menos ácido sea el suelo mayor regeneración existe.

## INTRODUCCIÓN

Un grave problema en nuestra época es el que se refiere al manejo de las selvas de las regiones tropicales de México, ya que, continuamente se ha mencionado que dada la heterogeneidad de su composición no existen métodos eficaces y generalizados que puedan aplicarse al manejo de las selvas.

Estos ecosistemas por años han sufrido la explotación selectiva por parte del hombre sin considerar el enorme deterioro que esto ocasiona en la frágil estabilidad de este recurso.

En el ejido de Noh Bec en el Estado de Quintana Roo, con el sistema de aprovechamiento que se ha introducido, en donde además de explotar las maderas preciosas se incorporan a la explotación maderas corrientes tropicales, se pretenden crear las condiciones para la regeneración natural de las especies. Sin embargo, el sistema actual de aprovechamiento forestal no ha superado el peligro de un empobrecimiento paulatino del recurso genético y más grave aún, del recurso suelo. Estas observaciones implican la necesidad de tomar medidas silvícolas correspondientes con el objetivo de atenuar ese empobrecimiento. Sin embargo, el silvicultor debe de tomar en consideración que existen interacciones bióticas y abióticas que juegan un papel muy importante en el mecanismo del proceso de la regeneración, como son respectivamente: la apertura del dosel, la penetración de luz y el estatus nutricional del suelo, entre otros.

Al respecto De las Salas (1987), menciona que si se tiene en cuenta el gran número de factores que influyen sobre el crecimiento y distribución de las especies vegetales, no es extraño que éstos sean difíciles de detectar, no obstante, es cierto que algunos factores edáficos como: Textura, Porosidad, Densidad, Retención de humedad, etc., condicionan la presencia de cierto tipo de plantas.

La cubierta forestal tropical y su estructura proveen al suelo de un microclima y de un espectro de microorganismos diferentes de aquellos asociados con la mayoría de los suelos.

En general, el proceso dinámico de reciclaje de nutrimentos entre los diferentes componentes del bosque y la formación de ácidos orgánicos a partir de los desechos aportados por la hojarasca y el subsecuente lavado de las bases, da un carácter distintivo a los suelos bajo cubierta forestal.

A través de cientos y a veces de miles de años, la acción física de las raíces y la descomposición de los materiales orgánicos, van formando las capas edáficas, siendo estas cada vez constituídas por partículas de tamaño coloidal, éste es un micro ambiente propicio para la retención de los nutrimentos vegetales en formas de iones intercambiables; es decir, las arcillas y la materia orgánica finamente dividida llegan a un estado coloidal, en éste estado las partículas se caracterizan por una gran superficie en relación con su peso, dichas superficies se encuentran cargadas electricamente y a ellas se adsorben los cationes y aniones, de donde lo toman luego las raíces. La capa orgánica es importante además porque retiene el agua y propicia espacios donde se realiza el intercambio de gases, ambos elementos importantes para las funciones de absorción de nutrimentos, respiración de las raíces y el establecimiento de la regeneración (Santillán, 1986).

Para que el silvicultor conozca más acerca del ecosistema que lo rodea y de las interacciones que influyen en las especies susceptibles de explotación, es necesario llevar a cabo un gran número de investigaciones, que nos proporcionen la información necesaria para el óptimo aprovechamiento del ecosistema.

**OBJETIVO**

En base a lo anteriormente expuesto se desprende el objetivo de la presente investigación:

"Analizar la relación que existe entre el estatus nutricional del suelo de una zona de aprovechamiento forestal tropical y la regeneración natural.



## REVISIÓN DE LITERATURA

### SUELOS FORESTALES

El suelo se define como un sistema complejo, abierto, polifuncional, polifásico y estructurado que ocupa la parte superficial de la corteza terrestre, en su mayor parte no consolidado por efecto del intemperismo de la roca y los factores formadores que tiene como característica principal la fertilidad (Rozanov, 1983; citado por Oleschko, 1995). La estrecha relación suelo-planta es la base para el estudio de los suelos forestales, ya que, dentro de la silvicultura el suelo es algo más que un medio para el crecimiento de los árboles, debido a que se espera que los bosques sirvan para los usos múltiples de recreación, estética, refugio faunístico y protección de las cuencas acuíferas, entonces el suelo que mantiene a estos bosques también tiene que servir para propósitos múltiples (Pritchett, 1986).

La cubierta forestal y su capa superficial resultante proporcionan un microclima y un espectro de microorganismos diferentes de los relacionados con suelos de uso agrícola o pecuario. Procesos tan dinámicos como los ciclos de nutrimentos entre los componentes de los campos forestales y la formación de ácidos orgánicos a partir de residuos en descomposición y la subsecuente lixiviación de las bases constituye un carácter distintivo a los suelos con cubierta forestal.

En un sentido más amplio, se considera que un suelo forestal es cualquier suelo que se ha desarrollado bajo la influencia de una cubierta forestal, éste punto de vista reconoce los efectos singulares de arraigamiento profundo de los árboles, los organismos específicos que se relacionan con la vegetación así como la capa de litter y la lixiviación favorecida por los productos de su descomposición en la génesis del suelo (Pritchett, 1986).

En la actualidad son pocos los bosques sin perturbar que existen en las regiones pobladas de la tierra. La conversión de terrenos forestales a terrenos de cultivo y nuevamente en bosques a ocurrido por ciclos, un ejemplo de cambios en el uso del suelo a plazos relativamente cortos es el que ocurre en los trópicos donde el sistema de producción agrícola de roza-tumba y quema constituye una forma de rotación de cultivos que supone 2 o 3 años de cultivo alternándose con 10 o 20 años de regeneración de bosques. Tales prácticas alteran muchas propiedades del suelo forestal original, lo mismo que muchas otras perturbaciones producidas artificialmente, así como algunos actos de la naturaleza, como son las tormentas y los incendios (Chijiote, 1984).

Afortunadamente, los requerimientos del suelo para los cultivos agrícolas, a menudo difieren de los requerimientos para los cultivos forestales. No es raro observar que algunos de los sitios altamente productivos en materia forestal son muy malos para uso agrícola, ya que, el drenaje deficiente, laderas pronunciadas o la presencia de la roca madre favorecen el uso forestal sobre el agrícola (Jordan, 1983).

Los árboles por lo general se establecen en determinada localidad durante muchos años, desarrollando raíces profundas en el subsuelo. Durante ese período devuelven al suelo cantidades considerables de materia orgánica en forma de hojas, ramas, troncos, etc. La capa de litter ejerce una profunda influencia sobre las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo. La sombra de los árboles también cubre el suelo que se mantiene varios grados más fresco que en los suelos cultivados. La presencia de vegetación forestal y de litter también da por resultado condiciones de humedad y de temperaturas más uniformes (Sánchez, 1976).

Cuanto más favorable sea el régimen del suelo, más fomentará el estado ácido resultante de la descomposición y la lixiviación de la capa de litter que a su vez promueve el desarrollo de una población de microorganismos más diversificada y activa que las que se hallan en los suelos agrícolas (Barnard, 1980).

Las tasas de crecimiento de los árboles pueden aumentarse considerablemente mediante un manejo intensivo, incluyendo la adición de nutrimentos a los suelos deficientes. Sin embargo, las demandas netas de nutrimentos de los árboles de los bosques son considerablemente menores que las de la mayor parte de los cultivos agrícolas (Jordan, 1983).

Por lo tanto, los suelos agrícolas pueden describirse como productos artificiales de las actividades humanas, en tanto que los suelos forestales son entidades naturales que manifiestan una sucesión bien definida de horizontes naturales (Theng, 1991).

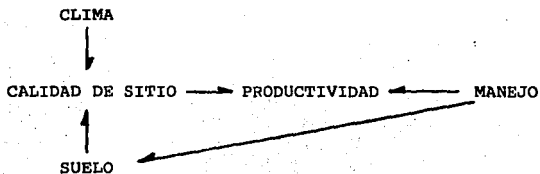
Una intensa tala perturba el litter superficial a corto plazo, la preparación de este suelo por medios mecánicos incorpora la capa de litter al suelo mineral, lo cual favorece la actividad microbiana. La fertilización aumenta el nivel de nutrimentos en la superficie del suelo pero también puede afectar el ritmo de descomposición de la capa orgánica. De todos modos, estas prácticas ejercen una influencia a corto plazo sobre las características de la superficie de los suelos y los hacen cada vez más semejantes a los suelos agrícolas. Afortunadamente, la mayor parte de esos cambios son relativamente temporales y existen solamente hasta que la cubierta forestal vuelve a quedar bien establecida, con el desarrollo de follaje forestal y de una capa de humus sobre el suelo forestal, el suelo vuelve a adquirir muchas de las propiedades que lo distinguen de los suelos de cultivo (Pritchett, 1986).

### CALIDAD DE SITIO

El manejo forestal está enfocado principalmente a mantener la productividad del bosque. Esta es determinada por el clima y las propiedades inherentes del suelo (calidad de sitio), que a la vez son afectadas por el manejo del bosque (Figura 1).

El uso de especies mejoradas de árboles, control de malezas y la fertilización ayudan a mejorar la productividad, mientras que, la explotación inapropiada y las operaciones de preparación del sitio remueven nutrientes y compactan seriamente el suelo, lo cual puede tener un impacto negativo en la productividad y también en la calidad del sitio (Dyck, 1994).

Figura 1 Relación entre productividad, calidad de sitio y prácticas de manejo.



Fuente: Dyck, 1994.

La calidad del sitio es la suma de muchos factores ambientales: la profundidad del suelo, su textura, las características de sus perfiles, su composición mineral, las pendientes, la exposición, el microclima, las especies que viven sobre él y otros más. Estos factores, a su vez, son función de la historia geológica, de la fisiografía, el macroclima y el desarrollo de la sucesión vegetal.

Los potenciales de producción se forman lentamente en las zonas que presentan suelos residuales y más rápido en los sitios sujetos a la deposición de partículas de suelo transportadas por el agua o el viento (Daniel, 1982).

Dado que la calidad del sitio, se mide en términos de la máxima cantidad de madera producida (volumen) dentro de un cierto período, el valor que se le asigne puede variar según la especie de que se trate. Entonces el problema consiste en determinar la calidad del sitio en una zona particular en relación con las especies de árboles que crecen en ella. Dicha zona puede sustentar una comunidad pura o mezclada, que podría ser de edad uniforme o no y estar total o parcialmente poblada; sin embargo, los estándares utilizados para definir la calidad del sitio (tablas de rendimiento normal para las diferentes especies) contienen datos basados en rodales puros de edad uniforme y con población normal, desafortunadamente es difícil encontrar este tipo de comunidades, de manera que se desarrolló (Jones, 1969; citado por Daniel, 1982) un método indirecto de estimación de la calidad de un sitio a partir de la tabla de rendimiento o índice de sitio. El empleo de este método en bosques tropicales es muy limitado debido a que en estos es muy difícil determinar la edad (Hernández, 1985).

#### **FUENTES DE NUTRIMENTOS**

En conjunto, el bosque y el suelo constituyen un sistema en el cual cada elemento de la comunidad, tanto orgánico como inorgánico, afecta a los otros y a su vez es afectado por éstos.

La nutrición mineral básica de la vegetación está provista por la disolución y absorción de los minerales del suelo a su vez éste último es reabastecido y cambiado por los productos orgánicos desprendidos de la vegetación (Pritchett, 1986).

Aunque la formación del suelo se debe en parte al proceso de intemperismo y de los factores formadores del mismo, también es influenciada en gran medida por la circulación de sustancias químicas solubles de las raíces de las plantas a los tallos y el follaje; regresando al suelo en forma de hojas, frutos, ramas y raíces transformándose por efecto de los organismos en compuestos solubles por la descomposición de este mantillo a través de la acción de las bacterias, hongos y fauna del suelo (Ortega, 1981).

Las cantidades relativas de los diferentes nutrimentos absorbidos por los árboles juega un papel muy importante en la determinación del crecimiento relativo y capacidad competitiva de las diferentes especies. Además, el proceso de descomposición, afectará la naturaleza de desarrollo del suelo y a través de esto ejercerá una influencia importante sobre la vegetación subsecuente. Los árboles, como todas las otras plantas superiores, requieren de muchos elementos químicos para vivir y desarrollarse. Los cuales provienen directamente del intemperismo de los minerales de la roca (Sánchez, 1976; Jordan, 1983).

También pueden provenir de procesos secundarios o reciclados a través de la descomposición de la materia orgánica siendo lixiviados de las superficies de las plantas, por el desprendimiento de las partículas secas y por la retraslocación dentro de la planta (Spurr, 1982).

#### **MATERIA ORGÁNICA DEL SUELO**

La adición de plantas muertas y residuos animales a la superficie del suelo, que se produce periódicamente en el bosque, tiene profundos efectos físico-químicos sobre el medio ambiente del bosque. Estos materiales mantienen los procesos vitales de otras plantas y animales, alternan las condiciones y el transporte del agua dentro del suelo y forman compuestos químicos que aportan materia adicional al suelo, el cual, a su vez, promueve el proceso de formación del suelo (Chijiote, 1984).

La materia orgánica es la fuente primaria de nitrógeno. El análisis de los límites entre el suelo orgánico y el mineral (los horizontes H y A,) muestran la presencia de gran cantidad de finas raíces arbóreas, indicando que estas capas, que contienen grandes cantidades de materia orgánica, son particularmente favorables para el desarrollo de las raíces. En las capas superiores de mantillo (L y F) y en los horizontes más profundos del suelo (B y C ) el desarrollo de las raíces disminuye rápidamente con respecto al que se observa en los horizontes H y A. Dentro de estos horizontes del suelo se presentan las máximas concentraciones de nutrimentos para las raíces. Durante la estación de crecimiento, en esta zona es donde se encuentran disponibles las mayores cantidades de agua y minerales (Harold, 1984).

Generalmente es aceptado que la alta proporción (60 - 95%) de los nutrimentos en los bosques tropicales son almacenados en la capa superficial del suelo. Estos nutrimentos son liberados por medio de la quema de la vegetación, convirtiendolos en elementos disponibles y aprovechables para el bosque (Theng, 1991). Además de servir como nutrimentos, las cenizas causan que el pH del suelo se incremente y de como resultado un suelo menos ácido y la toxicidad por aluminio y magnesio sea controlada por medio de los ácidos orgánicos que son responsables en parte de la disolución y movimiento del fierro, aluminio y magnesio a través del perfil del suelo, lo cual es muy importante en muchos suelos forestales (Ortega, 1981).

Los residuos ácidos producidos por la lixiviación del humus y del dióxido de carbono disuelto en el agua del suelo son efectivos al provocar la descomposición del material liberando así nuevos materiales en el suelo. Entonces el humus es responsable no solo de contribuir al ciclo mineral sino que afecta las relaciones suelo-agua y la erosión del suelo (Theng, 1991).

La mayor parte de la actividad biótica del suelo está asociada con la superficie orgánica ( horizontes L, F y H) sobre la parte superior del suelo mineral y en la interfase orgánica-mineral (horizonte A<sub>1</sub>). El grosor de la capa orgánica no sólo refleja la productividad de las localizaciones para el crecimiento arbóreo sino también la cantidad de actividad de los microorganismos. La productividad primaria de materia orgánica depositada sobre el piso forestal varía con la edad, las especies, la densidad de la localidad, la calidad de la localización y el clima (Harold, 1984). Así, la biomasa de los bosques tropicales varía de 90 a 330 ton/ha; los subtropicales hasta 1724 ton/ha con un promedio de 410 ton/ha anuales (Fassbender, 1975).

La diferencia en el carácter de las capas de mantillo superficial ha dado como resultado una capa de mantillo que no se incorpora y está bien separada del suelo mineral inferior. La capa orgánica superficial normalmente se encuentra fusionada o compactada, o ambas y se separa característicamente del suelo mineral excepto en las partes en que la capa mineral puede adquirir un color oscuro por los lavados del material de humus (Harold, 1984).

La capacidad de abastecimiento de nutrimentos (capacidad de intercambio catiónico) de humus Mor es sustancialmente menor que las del humus tipo Mull (Chijiote, 1984) y es la forma más evolucionada donde la descomposición es total y la materia orgánica está unida íntimamente con partículas minerales del suelo (Fassbender, 1975)



## DESCOMPOSICIÓN DE LA MATERIA ORGÁNICA

La efectividad global de las bacterias como *Micrococcus sp*, *Bacterium sp*, *Bacillus sp* etc., los hongos *Aspergillus sp*, *Penicillium sp* y *Fusarium sp* entre otros y la meso y macrofauna del suelo como Rizópodos, Flagelados, Nemátodos etc. en la descomposición del mantillo se aprecia en el hecho de que, tarde o temprano, el mantillo del suelo, en el mismo bosque desaparece tan rápidamente como es aportado por las plantas (David, 1989).

La lixiviación directa por el agua de lluvia debe agregarse a la acción de la biota del suelo como un factor importante en la descomposición. El proceso completo puede llevarse a cabo en unas pocas semanas o durar muchos años (Spurr, 1980).

La naturaleza del proceso y el tiempo que tarda en realizarse depende en gran medida de las especies arbóreas forestales y del clima en el cual crecen. Si el follaje es asimilable directamente por los organismos del suelo - y las condiciones parecen implicar que debe ser rico en calcio y otros nutrimentos y no excesivamente leñosa su estructura - y si el suelo forestal está templado, bien drenado y bien aireado, la materia orgánica regresa rápidamente al suelo y el mantillo no se acumula (David, 1989).

Aunque se deposita un mantillo significativamente mayor en los bosques tropicales, la rica microflora y microfauna puede descomponerlo a un ritmo de 6 a 10 veces mayor que en los bosques templados (Spurr, 1980).

Los tejidos blandos de las plantas y animales son normalmente descompuestos por la microflora del suelo, mientras que los materiales leñosos son degradados típicamente por una compleja interacción de microorganismos del suelo (Harold, 1984).



La materia orgánica coloidal posee propiedades de intercambio de cationes similares a las de las partículas de arcilla. La descomposición de la materia orgánica produce  $\text{CO}_2$  que forma  $\text{H}_2\text{CO}_3$  en el suelo. Este ácido aumenta la solubilidad de muchos compuestos del suelo aumentando así el aprovechamiento de nutrimentos (Ortiz, 1980).

El humus es altamente coloidal como la arcilla pero es amorfo y no cristalino. El área superficial y capacidad adsortiva del humus es mucho mayor que la de la arcilla. El humus tiene una CIC de 150 a 300 meq/100 gr., mientras que la mayoría de las arcillas varían de 8 a 100 meq/100 gr. de CIC. Las arcillas del suelo absorben solamente 15 a 20% de agua de una atmósfera saturada, pero el humus absorbe 80 a 90% de agua bajo las mismas condiciones. La baja cohesión y plasticidad del humus mejora las condiciones estructurales desarrolladas en los suelos de textura fina, por las grandes cantidades de arcilla (Ortíz, 1980).

El humus es un producto que resulta de la descomposición y síntesis de compuestos orgánicos, consiste de 3 principales grupos de compuestos orgánicos: lignina modificada la cual es muy resistente a la descomposición microbiana; las proteínas que están protegidas por la lignina y arcilla y los poliurónidos que son sintetizados por organismos del suelo (Dyck, 1994; Ortiz, 1980).

En los trópicos esta materia orgánica provee de gran cantidad de nitrógeno asimilable para las plantas, pero en regiones más secas y de otras latitudes la descomposición es lenta, lo cual limita la absorción de este elemento y el crecimiento de las plantas. En muchos bosques tropicales la descomposición de la materia orgánica del suelo es rápida y el nitrógeno no es un factor limitante, ya que muchos organismos del suelo y del follaje, como las algas verde-azules, son capaces de fijarlo (Jordan, 1983).

En sistemas agropastoriles del trópico, donde la materia orgánica es severamente agotada, el nitrógeno puede ser un factor limitante, ya que, cuando el bosque es sustituido para prácticas agrícolas u otros propósitos, los nutrimentos se pierden, lo cual es muy serio, porque las altas tasas de descomposición y lixiviación continúan, pero la recirculación de nutrimentos no (INIF, 1981).

#### **ELEMENTOS ESENCIALES**

Existen tres elementos, que son el nitrógeno, el fósforo y el potasio, que a menudo se llaman nutrimentos primarios, porque la planta los consume en cantidades relativamente grandes y son los que más a menudo están deficientes en los suelos. Otros tres como son el calcio, el magnesio y el azufre, también se absorben en cantidades bastante grandes, pero por lo general no son deficientes en los suelos y a estos se les llama nutrimentos vegetales secundarios, los elementos restantes se llaman micronutrimentos porque los árboles los necesitan en cantidades muy pequeñas y es menos probable que sean deficientes en los suelos (Pritchett, 1986).

#### **NITRÓGENO**

Este elemento constituye aproximadamente el 78% de la atmósfera, pero su mayor parte no es disponible para las plantas superiores, solamente mediante la fijación de nitrógeno por parte de los microorganismos del suelo y por medio de las descargas eléctricas, una pequeña parte de ésta reserva de nitrógeno queda disponible para ser asimilable por las plantas y éstas lo absorben en forma de iones de nitrato y nitrito (Tisdale, 1982).

Debido a las condiciones más extremas de los trópicos, por ejemplo, humedad, temperatura y régimen de lluvias muy elevadas, cabe esperar ritmos de mineralización más rápidos y mayores tasas de reciclaje de los nutrientes, muy superiores a las observadas en las regiones templadas. Se ha demostrado que los suelos de los bosques tropicales contienen más nitrógeno y materia orgánica que los suelos de los bosques de zonas templadas, las cantidades son del orden de 8500-12000 Kg/Ha. de nitrógeno en el primer caso y de 920-3150 Kg/Ha. de nitrógeno en el segundo (Chijiote, 1984).

El nitrógeno total en los suelos forestales se encuentra sobre todo en las capas de humus de la cubierta forestal y en el horizonte A, y queda disponible para las plantas superiores solamente después que la relación carbono-nitrógeno se aproxima a 10:1. Durante la mineralización de los materiales carbónicos, como es el litter de la cubierta forestal, la relación C:N disminuye con el tiempo, esto se debe a la pérdida del carbono en forma gaseosa, en tanto que el nitrógeno permanece inmovilizado en los compuestos orgánicos.

Los aumentos en la temperatura del suelo después del desmonte también estimulan la nitrificación, ya que gran parte del nitrógeno de las ramas y capas de hojarasca se volatiliza durante la quema y la menor acidez de la superficie del suelo que resulta de los depósitos de cenizas pueden estimular la mineralización del nitrógeno en la materia orgánica residual (Sánchez, 1976).

De ésta manera la disponibilidad del nitrógeno para los árboles a menudo aumenta temporalmente después de una quema controlada de la cubierta forestal debido a que las tasas anuales de disminución de carbono y nitrógeno se aceleran a más del 70%, cuando los ritmos normales en un bosque son de 2.5 al 25% anual. El nitrógeno también puede perderse por la desnitrificación de los suelos húmedos y mal ventilados, éste fenómeno podría

explicar una pérdida significativa del nitrógeno en los bosques de las planicies costeras y regiones tropicales, así como en otras áreas potencialmente húmedas después del desmonte y el correspondiente aumento en el manto freático cuando la transpiración se reduce de manera repentina (Jordan, 1983). Al derribar los bosques se interrumpe bruscamente la producción de residuos vegetales, que al depositarse en el suelo y a través del proceso de degradación y mineralización conllevan a la liberación de elementos nutritivos (Fassbender, 1975).

### **FÓSFORO**

El fósforo es un elemento esencial para los procesos de transferencia de energía que son esenciales para la vida y el crecimiento de todas las plantas verdes, éste se deriva principalmente de los fosfatos de calcio (apatitos) y de los fosfatos de hierro y aluminio que se presentan en los suelos y según se cree, las plantas lo absorben en forma de ion ortofosfato primario. Este elemento también se encuentra presente en la materia orgánica del suelo y algunos fosfatos orgánicos solubles como son los fosfatos de los ácidos nucleicos y la fitina, pueden ser directamente absorbidos por las plantas. La disponibilidad de fósforo inorgánico para los árboles depende principalmente de: 1) la acidez del suelo y sus efectos sobre la solubilidad del hierro, el aluminio y el magnesio que forman precipitados insolubles en suelos muy ácidos; 2) la disponibilidad de calcio que puede reaccionar con el fósforo para reducir su solubilidad en suelos menos ácidos y 3) la actividad de los microorganismos que controlan el promedio y la cantidad de descomposición de la materia orgánica. Cierta cantidad de hierro, aluminio y magnesio solubles suelen presentarse en los suelos minerales fuertemente ácidos (Fassbender, 1975). En tales condiciones no tarda en ocurrir una reacción con los iones de fosfato, haciendo que el fósforo se vuelva insoluble y no disponible para el consumo de la mayor parte de las plantas (Barnard, 1980).

Las reacciones químicas que ocurren entre el hierro, el aluminio y el magnesio solubles y los iones de fosfato dan por resultado la formación de los hidroxifosfatos, los cuales frecuentemente se representan como  $\text{Al}(\text{OH})_3$  y  $\text{Fe}(\text{OH})_3$ , pero las fórmulas más correctas probablemente serían  $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{XH}_2\text{O}$  y  $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{XH}_2\text{O}$  (X indica que el agua de hidratación asociada es diferente para diversos minerales) (Ortiz, 1980).

Ambos minerales tienen la tendencia a presentarse como material amorfo recubriendo las partículas de muchos suelos e impartiendo colores característicos. Con el tiempo estas costras de recubrimiento amorfas se transforman a cristalinas, lo cual es más común cuando la cantidad de ellas es considerable. Este proceso de cristalización de los compuestos amorfos de fierro es el responsable del endurecimiento irreversible de las lateritas que en algunos casos llega hasta producir materiales de aspecto rocoso. Este fenómeno es muy común en las regiones tropicales (Ortega, 1981).

El contenido total de fósforo es relativamente bajo en suelos minerales de áreas templadas, el contenido en fósforo total varía entre 0.02 y 0.08% (200-800 ppm) y en promedio gira alrededor de 0.05% (500 ppm). Los contenidos de fósforo en suelos de áreas tropicales son del orden de 18mg P/Kg a 3300mg P/Kg. Esta variación en el contenido de fósforo total se debe a la variabilidad de las rocas parentales, al desarrollo de los suelos y a otras condiciones edafológicas y ecológicas, como la textura, ya que, cuanto más fina sea ésta mayor es el contenido de fósforo (Fassbender, 1975).

### **POTASIO**

El potasio, a diferencia del nitrógeno, fósforo, azufre y otros diversos elementos, al parecer no forma parte integral del protoplasma, de las grasas o de otros elementos de las plantas. Actúa más bien como catalizador, pero es, no obstante, esencial para muchas funciones fisiológicas como el metabolismo de los carbohidratos, la síntesis de proteínas, la activación de varias enzimas y la actividad de los tejidos meristemáticos.

El potasio parece existir de manera abundante en la mayor parte de los suelos forestales, se deriva en primer lugar de los feldespatos y las micas y existe en los suelos formando compuestos inorgánicos. El contenido de potasio varía en los suelos tropicales generalmente entre 0.09% a 1.9%. Esta variación se basa en la distribución del contenido de potasio en los suelos a escala mundial, sigue un esquema geomorfológico relacionado a la presencia y a la meteorización de feldespatos y micas en los materiales parentales y el tipo de arcilla (Fassbender, 1975).

Se sospecha que los árboles son capaces de absorber potasio de feldespatos no intemperizados y a partir de otros minerales que contienen potasio, con ayuda de las ectomicorrizas. Además, parece que el potasio tiene ciclos rápidos y eficientes en los campos forestales establecidos.

### **CALCIO**

Participa en el desarrollo de los tejidos meristemáticos, en el desarrollo de la raíz y del vástago y probablemente en la formación de proteínas. El calcio está considerado como un elemento inmóvil pero previamente depositado avanza de un tejido antiguo a uno que está en desarrollo (Pritchett, 1986).



El contenido de calcio de los primeros 16 kilómetros de la corteza terrestre es de 3.6% (5.1% de CaO). Las rocas ígneas y sedimentarias contienen entre el 2 y 7% de Calcio y las calizas entre el 30 y 40%. La mayor cantidad de calcio nativo en el suelo se encuentra asociado a feldespatos (anortita y plagioclasa), piroxenos, anfíboles, micas (biotita) y minerales arcillosos (Fassbender, 1975).

El calcio en los suelos ácidos de las regiones húmedas se halla sobre todo en la forma cambiante y como minerales primarios no descompuestos. En la mayor parte de estos suelos los iones calcio y los iones hidrógeno se hallan presentes en la cantidad máxima en el complejo de intercambio (Tisdale, 1982).

Los árboles de raíces profundas, con requerimientos elevados de calcio como son los árboles de maderas duras penetran el suelo buscando las reservas del calcio en los horizontes inferiores y acumulan concentraciones de este elemento en el suelo superficial mediante la caída anual de las hojas. Las concentraciones relativamente altas de calcio en el suelo pueden favorecer a ciertas especies sobre otros tipos menos exigentes (Pritchett, 1986).

#### **MAGNESIO**

El magnesio es el único constituyente mineral de la molécula de clorofila y es un elemento esencial para la fotosíntesis. Es un elemento móvil que se transporta de las partes antiguas de la planta a las de reciente formación en caso de deficiencia.

Por lo tanto, los síntomas de deficiencia de magnesio, como la de potasio, a menudo aparecen primero en las hojas más antiguas. La mayor parte de los suelos forestales contienen elevadas cantidades de magnesio que aseguran un buen desarrollo de los árboles (Pritchett, 1986).

El contenido de Magnesio total de los suelos no calcáreos varía entre 0.1% y 1%. Igual que el Potasio y el Calcio el Magnesio nativo se encuentra en el suelo asociado a determinados minerales primarios o secundarios. En los suelos calcáreos se encuentra magnesio nativo en forma de dolomita ( $\text{CaCO}_3 \cdot \text{MgCO}_3$ ), magnesita ( $\text{MgCO}_3$ ) aumentando su contenido en MgO total hasta 2 y 3% (Fassbender, 1975).

#### **AZUFRE**

El azufre se deriva en primer término de las piritas y del yeso, pero en los suelos arenosos, donde este mineral está ausente, la principal fuente de este elemento puede ser la atmósfera.

El azufre se requiere para la síntesis de aminoácidos y proteínas y forma parte de la estructura del protoplasma celular. Este elemento se absorbe por las raíces de las plantas casi exclusivamente en forma de ion sulfato ( $\text{SO}_4^{-2}$ ). Pequeñas cantidades son absorbidas bajo la forma de dióxido de azufre ( $\text{SO}_2$ ) a través de las hojas. Esta oxidación se ve afectada por diversos factores como son: la temperatura, en donde se indica que si la temperatura del suelo es superior a 25°C el azufre sufre de oxidación, la humedad del suelo en donde la oxidación más rápida se verifica a un nivel de humedad próximo al que corresponde a la capacidad de campo y el pH del suelo que cuanto más ácido sea el suelo mayor rapidez de oxidación existe (Tisdale, 1982).

El contenido de azufre en los suelos varía para suelos inorgánicos entre 0.02 y 0.2% y para suelos orgánicos hasta 1%. La mayor parte del azufre inorgánico ocurre en forma de sulfatos; sólo en casos de anaerobismo, como en los suelos anegados y pantanosos, se presentan sulfuros como la pirita ( $\text{FeS}_2$ ). En algunos suelos calcáreos los sulfatos de calcio aparecen mezclados con carbonatos.

El azufre orgánico presente en la materia orgánica proviene de los residuos vegetales y animales caídos al suelo. Consiste en su mayor parte de proteínas, aminoácidos (cisteína, cistina y meteonina), péptidos (glutaciona, tiamina, biotina), tiocianatos, etc. (Fassbender, 1975).

En los suelos forestales gran parte del azufre se acumula en la materia orgánica de los horizontes superiores. Aunque el azufre se utiliza aproximadamente en las mismas cantidades que el fósforo, está más disponible en el suelo. Las bacterias que oxidan el azufre pueden convertir el azufre libre y el que existe en los compuestos orgánicos en sulfato y ácido sulfúrico. El azufre puede absorberse fácilmente como sulfato por las plantas o lixiviarse del suelo en ausencia de estas (Pritchett, 1986).

## REPERCUSIONES EN LA SILVICULTURA

El crecimiento de un árbol con una estructura genética determinada es una función de la edad y de muchos factores locales. Entre los elementos ambientales figuran la temperatura, la humedad disponible, la energía radiante, la composición de la atmósfera y del aire del suelo, los factores bióticos así como las propiedades físicas y químicas del suelo. Las propiedades físicas del suelo y el agua del suelo durante mucho tiempo se han considerado de importancia primordial para la productividad local y en años más recientes, la importancia de las propiedades químicas es un hecho que ha llegado a comprenderse y apreciarse mejor. No solamente son importantes para el crecimiento arbóreo la acidez del suelo, el intercambio catiónico y la disponibilidad de los nutrimentos, sino que en algunos sitios su importancia puede ser primordial (Barnard, 1980).

En la actualidad se reconoce que la captación anual de nutrimentos que llevan a cabo los árboles es relativamente grande y que los árboles hacen un buen uso de los nutrimentos disponibles a través de ciclos eficientes y de un aprovechamiento exhaustivo del suelo. No obstante, a medida que aumenta la intensidad del manejo forestal, aumentarán considerablemente los requerimientos provenientes del suelo (Chijiote, 1984).

Por lo general son entidades normalmente estables y plásticas que se alteran por la acción del fuego, la fuerza del viento u otros fenómenos naturales. Sin embargo, los efectos de las perturbaciones, asociadas con el manejo intensivo de los suelos forestales en sus propiedades físicas, en su materia orgánica y en su contenido de nutrimentos, población microbiana y la productividad a largo plazo, son problemas relativamente crecientes que se investigan actualmente (Fassbender, 1975).

Muchas prácticas de manejo de suelos para el cultivo, tienden a alterar las propiedades del suelo durante la etapa de desarrollo, por lo menos hasta que los nuevos bosques quedan bien establecidos. Esto impide a los silvicultores aplicar los resultados de la investigación agrícola a la resolución de los problemas del suelo forestal. Muchos de estos siguen siendo inherentes al ambiente forestal y exigen un trato especial. Es por tal motivo que la edafología forestal ha alcanzado nuevas alturas en combinación con la adopción difundida de las técnicas modernas de manejo forestal en un intento por satisfacer la demanda de productos forestales (Pritchett, 1986).

La entrada de nutrimentos a partir de fuentes atmosféricas, por fijación del nitrógeno que llevan a cabo los organismos del suelo y la intemperización geológica de la roca madre son suficientemente rápidas para abastecer los requerimientos de nutrimentos que no se satisfacen con los ciclos biológicos en los campos no perturbados. Sin embargo, las alteraciones de los bosques tanto por actividades humanas como naturales son sucesos comunes, incluso en los bosques naturales. Las alteraciones importantes pueden tener efecto drástico sobre los ciclos de nutrimentos. El que produzcan efectos a largo plazo sobre el crecimiento de los árboles y su desarrollo depende de la naturaleza de la perturbación y elasticidad del ecosistema, o sea, la capacidad del suelo para reabastecer la provisión de nutrimentos (Chijiote, 1984).

Sin embargo, la interrupción más notable en la recirculación de nutrimentos de los bosques manejados es la que resulta de las talas de rutina. Parte del nitrógeno se movilizará y se perderá de los materiales de la cubierta forestal como resultado de la eliminación del follaje del bosque y por la alteración producida por las operaciones de tala y de preparación del campo. Esto ocurre antes de que la regeneración natural desarrolle un fondo efectivo de nutrimentos. (Vickery, 1984).

Se necesita cierto aumento en la mineralización de las reservas de nutrimentos para el desarrollo de un nuevo bosque, hasta que la cubierta se aproxime nuevamente al equilibrio tanto en peso como en contenido de nutrimentos. Después, los ciclos biológicos proporcionan una gran parte de los elementos disponibles para los árboles. Las condiciones del suelo y de la localidad determinan en gran medida el tiempo que se necesita para que se acumule la cubierta forestal, así como el tamaño de los compartimentos en que se retienen los nutrimentos. Por lo tanto, la tasa o el ritmo de recirculación de nutrimentos es ante todo una función de la fertilidad del suelo forestal y el principal factor que contribuye a ella (David, 1989).

#### **REGENERACIÓN**

Uno de los más importantes retos y responsabilidades del sector forestal ha sido el establecimiento de bosques nuevos en suelos deforestados y la regeneración de los que ya existen después de su aprovechamiento (Daniel, 1982).

Los métodos de regeneración son los procedimientos ordenados mediante los cuales se cosechan los árboles que han llegado al final del turno, pero asegurando también la regeneración o establecimiento de una nueva masa forestal en sus primeras fases de desarrollo, para lograr esto último pueden ser necesarios tratamientos complementarios al suelo o a la vegetación, tales como escarificación, fertilización, limpia de malezas y desperdicios, etc. y en último de los casos hacer plantaciones (Santillán, 1986). La regeneración natural es uno de los aspectos de mayor importancia que todo silvicultor debe tomar en cuenta al planear y realizar labores silvícolas, ya que, el conocimiento de las especies y el medio en que se desarrollan contribuirá a cultivarlas correctamente (Rodríguez y García 1989) citados por Roque 1991.

Uno de los problemas para encarar las tareas de regeneración en bosques tropicales son las características particularmente complejas de su dinámica sucesional. Las especies forestales de valor comercial que no son agresivas en su establecimiento se establecen aprovechando aquellas perturbaciones que provocan la apertura del dosel y deben competir exitosamente con la vegetación secundaria de carácter arbustivo y con aquellas especies agresivas que no tienen una mayor demanda comercial. La característica de agresividad se refiere a que logran sobrevivir y desarrollar en condiciones de excesiva competencia como la maleza, sequedad por la elevada evaporación, sombra, etc. La sucesión vegetal de las selvas presenta particularidades aún desconocidas y las que son conocidas nos indican que se deben aplicar turnos muy largos y labores que resultan onerosas para la mayoría de los silvicultores.

Como ejemplo diremos que las especies pioneras son intolerantes y de rápido crecimiento, mientras que las especies clímax son tolerantes y de lento crecimiento; al mismo tiempo, la madera de las primeras es suave y liviana, mientras que las de las segundas es dura y más densa y de mayores dimensiones, razón por la cual son comercialmente más codiciadas, pero sin embargo su regeneración tiene una alta mortalidad (Santillán 1986).

El carácter de las especies que se pretende regenerar condiciona las características del manejo a que se someta a la masa, ya que, los bosques como todo cultivo exigen cierto grado de manejo para lograr un alto rendimiento. Uno de los aspectos para poder contribuir al desarrollo del aprovechamiento y la permanencia del bosque tropical es inducir la regeneración natural aplicando ciertos tratamientos silvícolas a la vegetación y al suelo.

Para esto se deberán de tomar en cuenta los factores bióticos y abióticos que definirán las condiciones microambientales y ecológicas que favorezcan el establecimiento de las especies deseadas (Gómez, 1976).

De acuerdo con Daniel 1982, menciona que si las condiciones del medio son poco favorables para el establecimiento de un nuevo bosque el silvicultor debe proporcionar las condiciones microambientales. Los factores que pueden manipularse para propiciar el establecimiento de las especies deseables son:

- 1) Factores físicos del microambiente atmosférico, como la temperatura, radiación solar y evapotranspiración.
- 2) Horizonte superficial del suelo y la vegetación competitiva.
- 3) En el suelo, modificando algunas propiedades físicas como la textura, porosidad, densidad, capacidad de retención y disponibilidad de agua, presencia de una capa de suelo endurecida y la necesidad de drenaje, los factores químicos de capacidad de intercambio catiónico, nutrición, pH, materia orgánica y los agentes bióticos asociados como las micorrizas.
- 4) Factores bióticos como el impacto potencial de los animales, insectos, enfermedades y aves.

Algunos de estos factores se pueden regular mediante el manejo de la densidad, estructura y composición, así como con tratamientos a la cama semillera, al suelo, a la vegetación herbácea y eliminación de residuos.

Para que exista un establecimiento adecuado es importante la existencia de propágulos y árboles jóvenes presentes en el momento de la formación del claro lo que está condicionado a varios factores como la proximidad de los árboles padres, eficacia de la dispersión, periodicidad de la floración, fructificación y grado de tolerancia a la sombra. Luego de la apertura germinan muchas semillas de especies del dosel superior e inclusive pioneras gracias a su capacidad de colonizar claros durante o después de la apertura. La primera respuesta de estas especies es el crecimiento rápido en altura, pues las especies de crecimiento rápido son las que tienen mayores posibilidades competitivas sobre las otras en un momento determinado (Gómez, 1976).



Otro de los aspectos que favorecen la recuperación del bosque tropical es el estado nutricional del suelo. Al respecto De las Salas (1987) menciona que si se tiene en cuenta el gran número de factores que influyen sobre el crecimiento y distribución de las especies vegetales no es extraño que estos sean difíciles de detectar. No obstante, es cierto que el factor edáfico condiciona la presencia de cierto tipo de plantas. La cubierta forestal y su estructura proveen al suelo de un microclima y de un espectro de microorganismos diferentes de aquellos asociados con la mayoría de otros suelos. El proceso dinámico de reciclaje de nutrimentos entre los diferentes componentes del bosque y la formación de ácidos orgánicos, a partir de los desechos aportados por el litter y el subsecuente lavado de las bases da un carácter distintivo a los suelos bajo cubierta forestal (Barnard, 1980).

### **SUPERFICIE FORESTAL EN QUINTANA ROO**

Uno de los estados de la República Mexicana que posee grandes zonas de bosques tropicales es el de Quintana Roo en donde la población vive del aprovechamiento de éste recurso ya sea realizando extracción de madera o desmontes para la introducción de sistemas agropecuarios. Este estado se encuentra localizado en la segunda región arbolada en importancia nacional (después de la región Noroeste comprendida por los estados de Chihuahua y Durango), ya que la región Sureste (Chiapas, Campeche, Oaxaca y Quintana Roo) posee una superficie forestal del 31% del total nacional. En ésta región se encuentran localizadas el 50% de las selvas bajas tropicales y el 78% de las selvas medianas y altas, ocupando aproximadamente un total de 12,187,383 has., con un volumen estimado de 1,026,600 metros cúbicos, del cual el 70.6% corresponden a selvas medianas y altas (INF, 1992-93).

De acuerdo con Miranda (1978), parte de la flora de la Península de Yucatán parece haber derivado de las regiones limítrofes continentales: Sur de México y Noroeste de Centro América. El tipo de vegetación que predomina en el estado en un 95% es el de selva alta y mediana subperennifolia (Miranda y Hernández, 1985), descrita como una vegetación en la que del 25 al 50% de las especies que la forman tiran sus hojas en la época de secas.

Las especies dominantes alcanzan de 20 a 30 metros de altura y sus componentes principales son el Chicozapote (*Manilkara zapota* L.), Caoba (*Swietenia macrophylla* King), Cedro rojo (*Cedrela mexicana* Roem.), Ramón (*Brosimum alicastrum* Sw.), Chechem negro (*Metopium brownii* [Jacq.] Urban), las cuales se establecen en todos los tipos de suelos formando variantes con adaptación edáfica.

Otro tipo de vegetación son las selvas bajas subperennifolias que forman los llamados bajos y una especie característica es el Guano Kum (*Cryosophila argentea* H. Bartlett.), que en algunas asociaciones es significativa.

La presencia de selvas altas es muy escasa al igual que otros tipos de vegetación como los manglares, que ocupan un área reducida. Según Miranda (1985), las agrupaciones primarias no óptimas son muy numerosas, como es lógico, por ubicarse la región dentro de la zona de huracanes o ciclones tropicales, donde la selva antes de llegar al estado de clímax está afectada por perturbaciones naturales masivas, generando constantemente áreas de sucesión joven.

#### **LOS SUELOS DE QUINTANA ROO**

De los 140,303 Km<sup>2</sup> de superficie de la Península de Yucatán, el estado de Quintana Roo ocupa 50,843 Km<sup>2</sup> en esta superficie, Aguilera (1958), identificó los suelos del estado en:

Serie Chetumal.- Suelos de color rojo y pardo rojizo, de estructura granular, mostrando los horizontes A-C, de rendzina roja.

Las muestras colectadas a profundidad 0-20 cm poseen textura arcillosa con un contenido de arcilla de 68 %. Los horizontes de estos suelos son neutros y alcalinos (7.1 pH), el contenido de materia orgánica es bajo (1.4%), y la capacidad de intercambio de bases regular (30 me/100 g.).

Serie Allende.- Los estudios de los perfiles de Allende indican que se trata de suelos de rendzina de color negro obscuro, son arcillosos, poseen una estructura granular debido a un alto contenido de humus y de iones de calcio (3525-3558 p.p.m.), la arcilla dominante es la montmorillonita. Por esta arcilla y el contenido de materia orgánica (6- 11.17%), tales suelos poseen un alto intercambio de cationes (31.4-53.1 me/100 g.).

El perfil de estos suelos de ek'lu'um, presenta un espesor de 0-30 cm. de textura arcillosa, no existe una diferencia clara en el perfil que queda reducido a los horizontes A-C (Cuadro 1).

Cuadro 1.- Suelos de Quintana Roo

Localización	Chetumal	Allende	Allende
Profundidad en cm.	0-20	0-20	0-20
Color	Rojo	Negro	Negro
Arena %	20.0	18.0	23.0
Textura Limo %	12.0	20-0	18.0
Arcilla %	68.0 arc.	62.0 arc.	59.0 arc.
pH	7.1	7.8	7.8
Materia Orgánica %	1.4	6.0	11.17
Nitrógeno total %	0.2	0.4	0.4
Relación C/N	4.1	8.7	16.0
C.B.I.T. me/100 g.	30.0	53.1	31.4
P	1.35	1.6	0.9
Elementos p.p.m. K	115.6	156.2	142.5
Ca	3630.0	3525.0	3558.0

fuelle: Aguilera 1958.

Staggerda (1941), expone las primeras ideas acerca de génesis de estos suelos de la siguiente manera: Los suelos se han desarrollado en la caliza, ayudados por la vegetación que ha aportado gran cantidad de materia orgánica. El carbonato de calcio que es el principal constituyente del material parental, ha estado sujeto a un proceso lento de disolución, como consecuencia de la solubilización y lixiviación provocada por las lluvias y el dióxido de carbono. Esto significa que los tipos de suelo que se presentan tienen una relación directa con las escasas variaciones del relieve que hay en la zona de estudio.

Según la clasificación FAO (INEGI,1994), los suelos de la zona se pueden dividir en tres grupos:

Grupo 1.- Aquí se encuentran los suelos de las series Tzequel y K'ankab de la clasificación maya, que solamente presentan horizontes A y C y en algunos casos el horizonte B que inicia su formación, tienen escasa capacidad de retención de agua y fuerte riesgo de erosión cuando se ubican en las partes más altas del relieve, pertenecen a este grupo los regosoles, rendzinas y cambisoles.

Grupo 2.- En este grupo los suelos de clasificación maya como Ya'axhom y Ak'alche' tienen los horizontes A, B y C bien desarrollados, ricos en arcilla, lo que los hace relativamente pesados con capacidad de drenaje moderada sin peligro de erosión. En las zonas planas y laderas de débil pendiente se localizan luvisoles y en la orilla de los bajos en donde se inician los procesos de acumulación de material de arrastre, se localizan vertisoles.

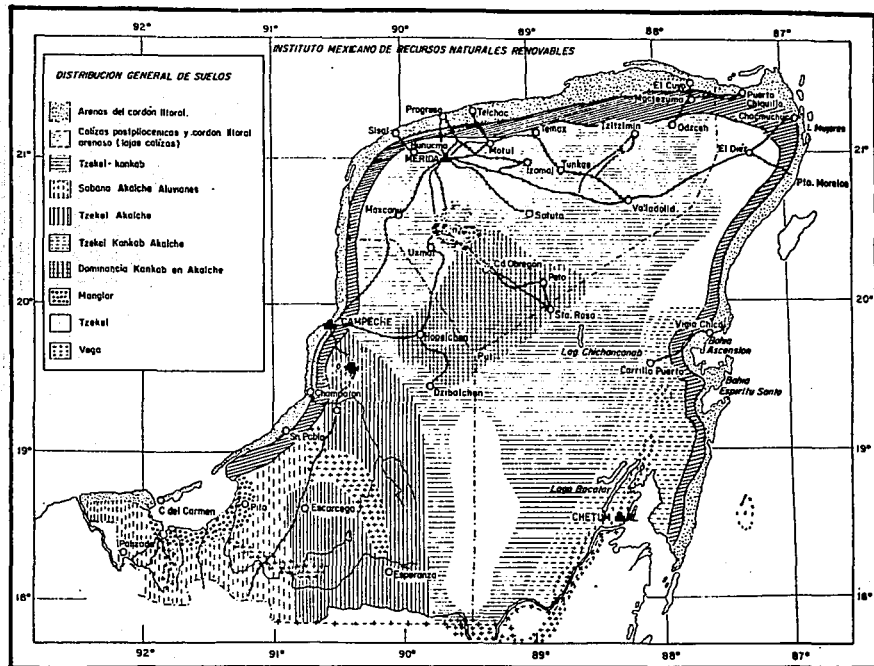
Grupo 3.- En este grupo se encuentran Gleysoles que son suelos muy arcillosos como el Ak'alche' de la clasificación maya, ubicados en las zonas más bajas del relieve. Tienen baja capacidad de drenaje por lo que acumulan grandes cantidades de agua en la temporada de lluvias (Mapa 1 y 2).

En base a ésta clasificación grupal, se pueden describir las series de suelos representativos del área de estudio de la siguiente manera:

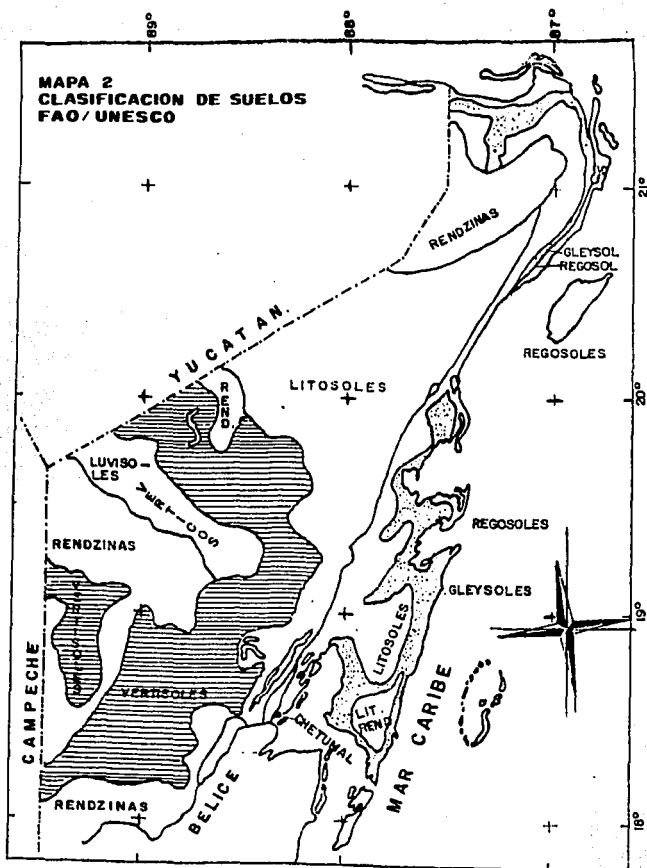
#### **Serie Tzequel**

Estos suelos se originan "in situ", a partir de la disolución mecánico-química de la roca caliza madre. Por regla general se localizan en los lomerios, las laderas con mayor pendiente y en las partes más altas del relieve, pero se encuentran también, como fase inicial en partes llanas.

MAPA No.1



Fuente: Aguilero, 1958



FUENTE: INEGI, 1994

La roca madre aflora en partes y es típica la superposición de una capa de rocas sueltas que se separan de la roca madre presentando un gran contenido de rocas y piedras superficiales, con muy escaso desarrollo del horizonte A y sin desarrollo del horizonte B.

La textura del suelo es arcillosa con una elevada proporción de humus y un contenido de nutrimentos relativamente equilibrado. El rendimiento se ve restringido debido a la alta tasa de infiltración y por el poco desarrollo del suelo está asociado a una escasa capacidad de retención de agua. Se delimitan como clase cuatro, con una profundidad no mayor a 40 cm, sus factores limitantes son la fuerte pendiente, su poco espesor, mucha pedregosidad, mucha rocosidad y permeabilidad muy rápida. En general estos suelos se recomiendan en primer lugar para silvicultura y en segundo término para la ganadería. Este tipo de suelos se relaciona con los litosoles de la clasificación FAO/UNESCO.

#### **Serie K'akab**

Estos suelos se originan "*in situ*", pero presentan un grado de desarrollo más avanzado que la serie anterior, Están próximos a las rendzinas y se localizan en pendientes ligeras que van del 1.5 al 10 % (lomas y lomeríos). Desarrollan un horizonte B de escasa potencia por procesos de intemperización y se distinguen por una alta proporción de rocas y por el rápido escurrimiento.

Presentan una textura arcillosa y buen contenido de materia orgánica y son susceptibles a erosionarse como la serie anterior cuando falta una cubierta vegetal. Se clasifican como clase cuatro para fines de riego y su profundidad no es más de 40 cm. Los factores limitantes son su poco espesor, topografía ondulada, pedregosidad, drenaje superficial e interno muy rápido y erosionables. El uso más apropiado es la forestería y en segundo lugar la agricultura en aquellas áreas de relieve plano. Estos suelos se correlacionan con las rendzinas líticas y con los luvisoles háplicos o líticos de la FAO/UNESCO.



**Serie K'ankab**

Son suelos coluviales originados a partir del material de erosión arrastrado por el agua desde las partes más elevadas, que presentan cierta laterización, esto ocasiona que sean arcillosos pero relativamente permeables y con una regular retención de agua. Su color rojo se debe a un elevado contenido de hematita y el contenido de nutrimentos, pero el contenido de materia orgánica es bajo y la disponibilidad en fósforo y nitrógeno es menor que en las dos series anteriores. Se delimitan como clase dos y tres para fines de riego, su profundidad es de más de 80 cm. Su principal limitante es su drenaje interno rápido. Estos suelos se relacionan con los luvisoles vérticos de la FAO/UNESCO.

**Serie Ya'axhom**

Son suelos coluviales formados a partir de sedimentos arcillosos depositados por la erosión hídrica con proporción dominante de caolinita. Estos constituyen la zona de transición hacia los bajos y pueden considerarse suelos fértiles pero con una disponibilidad de agua inestable. Su profundidad es de alrededor de los 2 metros, se relacionan con los suelos de tipo vertisol y su principal limitante es que el drenaje superficial e interno es lento, el uso más adecuado es el agrícola y en segundo término la ganadería.

**Serie Ak'alche'**

Son suelos coluviales ubicados en las partes más bajas del relieve y se originan a partir de sedimentos arcillosos arrastrados desde las partes superiores, pero con una mezcla mayor de arcillas que en la serie anterior. Estos suelos presentan deficiencia en el drenaje y se inundan fácilmente en la época de lluvias y por los mismos arrastres la proporción de materia orgánica es alta y se distinguen por su carencia de potasio. Son suelos profundos, del orden de los 2 metros aunque su espesor efectivo es de 15 a 60 cm. estos suelos se relacionan con los Gley de la clasificación FAO/UNESCO.

Su principal limitante es el exceso de humedad e inundación lo que lleva a que su uso sea agrícola.

## DESCRIPCIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO

### LOCALIZACIÓN

El estudio se realizó en terrenos del ejido de Noh-Bec, que se encuentra localizado al sur de la ciudad de Felipe Carrillo Puerto en el estado de Quintana Roo (Mapa 3), entre los paralelos 19° 02' 30'' y 19° 12' 30'' de latitud norte y de los meridianos 88° 13' 30'' y 88° 27' 30'' de longitud oeste, con una altura sobre el nivel del mar de 60 metros aproximadamente, colindando al norte con el ejido Petcacab, al sur con el ejido Chacchoben, al este con el ejido Cuahtémoc y al oeste con los ejidos de los Divorciados y Díaz Ordaz.

### CLIMA

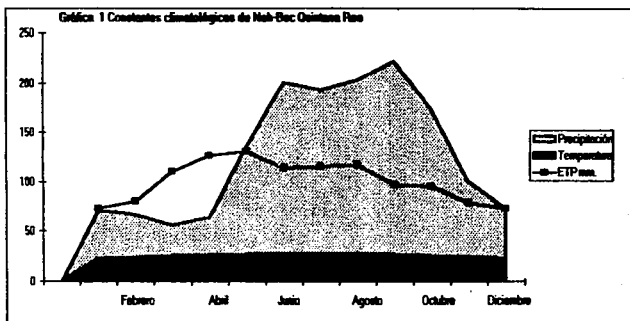
Según la clasificación de Köppen modificada por García (1986), el área de estudio comprende un tipo de clima Aw (x')i. Interpretándolo como un clima cálido subhúmedo con lluvias en verano con oscilaciones de temperatura inferiores a 6°C y una media anual de 26°C. La precipitación es de 1100 a 1300 mm., con una media anual de 1200 mm.

De los datos obtenidos de la estación meteorológica de Felipe Carrillo Puerto (Cuadro 2), se puede señalar que la temperatura máxima anual es de 28°C y la mínima de 22°C con una diferencia de aproximadamente 5°C (Gráfica 1), entre el mes más frío y el más caliente. La precipitación a través del año abarca un período de 6 meses sin descartar las lluvias ligeras (cabañuelas) que se presentan en el mes de febrero, esta cantidad de precipitación y las altas temperaturas traen como consecuencia que exista una gran cantidad de humedad atmosférica.

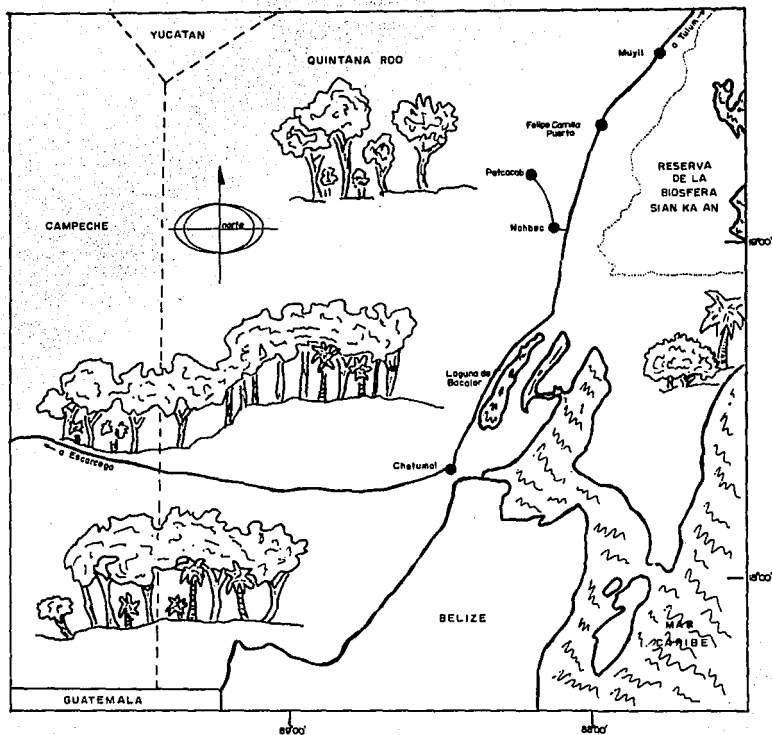
Los vientos dominantes son los alisios del este y sureste, sin descartar que la zona de estudio por encontrarse en la Península de Yucatán se ve afectada por los llamados nortes y ciclones que por su intensidad son bastante destructivos.

Cuadro 2 Constantes climatológicas de Mal-Bec Quintana Roo

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Media anual	Total
Temperatura	22.67	23.57	25.27	26.85	27.52	27.55	27.15	27.47	27.25	25.5	24.37	23.85	25.685	
Precipitación	47.75	42.72	30.47	36.52	107.9	173.12	165.87	175.37	195.3	147.35	75.75	48.55		1246.87
ETP mm.	72.4	79.54	109.46	125.86	129.84	113.26	114.78	116.28	96.22	94.86	77.4	72.4		1282.3



**MAPA 3**  
**UBICACION DE NOHBEC**



Fuente: Balmaceda, 1994

## **HIDROLOGÍA**

Cuanalo (1981), menciona la importancia de la falta de corrientes hídricas superficiales, ya que, solo en la época de máxima precipitación se observan pequeñas corrientes que descargan sus aguas en las partes bajas. El drenaje de la zona se realiza por corrientes subterráneas formándose extensos túneles por disolución de la roca caliza.

En Noh-Bec se encuentran dos tipos de aguas superficiales:

- A) mantos de agua que resultan de la acumulación de las aguas que traen los corrientales que vienen del sur en la época de lluvias y
- B) afloraciones de agua resultando del desplome de la bóveda calcárea de corrientes de agua subterránea (cenotes) (Argüelles 1991).

## **GEOLOGÍA**

El ejido Noh-Bec está dentro de la formación geológica de la Península de Yucatán denominada Carrillo Puerto. La Península es de reciente formación geológica, que emergió del mar en la era cenozoica, época terciaria, en los períodos del plioceno y mioceno (Ortega, 1992), por lo tanto sus suelos son de formación "in situ" a partir de una roca madre de características calizas (INEGI, 1986).

## **FISIOGRAFÍA Y OROGRAFÍA**

De acuerdo con Miranda (1978), la zona de estudio se encuentra en la subdivisión fisiográfica de la Península de Yucatán, siendo una región bastante homogénea que se caracteriza por ser prácticamente plana con pocas ondulaciones, ya que, sus desniveles varían entre dos y tres metros y su pendiente no es mayor del 3%, por lo tanto la zona de estudio es prácticamente plana, las parte más bajas son dos franjas casi paralelas que atraviezan el ejido en dirección SW-NE, en las que corre el agua en la época de lluvias. La transición de planada a bajos se da en distancias muy cortas.

## SUELOS

Los suelos de la región de estudio se utilizan para fines agrícolas, pecuarios y forestales siendo estos últimos los de mayor extensión y aprovechamiento. Los suelos de Noh-Bec se pueden clasificar dentro de los suelos de tipo Tzequel y K'ankab de la clasificación maya.

## VEGETACIÓN

Los recursos vegetales con que cuenta la comunidad son diversos, ya que, se encuentra en una selva mediana subperennifolia (85%) en la cual existe una gran cantidad de especies arbóreas, arbustivas y herbáceas. Actualmente este sistema natural es una fuente de ingresos para todo el ejido, concentrándose la explotación del estrato arbóreo para la obtención de madera, los estratos arbustivo y herbáceo no son explotados en forma alguna salvo para usos medicinales.

En la superficie forestal aprovechable, existe una mayor densidad de árboles de maderas tropicales duras, siguiéndole en orden de importancia el chicozapote (*Manilkara zapota* L.) y el Ramón (*Brosimum alicastrum* Sw.), que llegan cada una a su vez a formar comunidades en donde son dominantes de las otras especies; y las maderas preciosas como el cedro (*Cedrela odorata* L.) y la caoba (*Swietenia macrophylla* King), las cuales son explotadas comercialmente a pesar de existir otras especies con mayor densidad, pero con usos delimitados dentro de la comunidad.

Es necesario mencionar que los recursos vegetales de la región no se encuentran distribuidos de una manera uniforme, fisiográficamente hablando, ya que, la mayor parte de la superficie arbolada se encuentra en zonas planas, con pocas variaciones altimétricas. En estas zonas existen diferentes tipos de suelos, predominando los Kan-kab (suelos rojos) y los Ya'axhom (suelos oscuros), los cuales no tienen una distribución uniforme y poseen características que de alguna manera determinan su uso.

Por otra parte la selva baja subperennifolia representa aproximadamente el 4% de la superficie de Noh-Bec, formando dos franjas que corren de S a NE siguiendo las zonas inundables por las que corre el agua en la época de lluvias.

#### **ASPECTOS SOCIOECONÓMICOS**

El ejido fue formado en 1936 con una dotación original de 18,480 has. y en 1942 se autorizó una ampliación de 4,821 has. dando un total de 23,301 has., así cada ejidatario posee en la actualidad 116.5 has.

El ejido destina el 90% (20,716 has.) de su superficie total a la actividad forestal para obtener recursos maderables (madera aserrada y muebles principalmente), y no maderables como la obtención de chicle que en algún tiempo fue la principal actividad económica de Noh-Bec y la apicultura que cobra cada día más importancia en el ejido.

Para el desarrollo de las actividades agropecuarias el ejido destina 980 has. que representan el 4% de su superficie. No existe en el ejido una tradición ganadera como tal, aunque a últimas fechas se cría el ganado bovino (F1) con doble propósito, ovinos de la raza pelibuey y ganadería de traspatio consistente en cerdos, caballos, gallinas, etc. La agricultura se practica a la orilla de las zonas bajas inundables principalmente para el consumo local, los principales cultivos son: maíz, frijol, chile y cítricos, además de los huertos familiares que se localizan en los solares de las casas. Cabe hacer mención que ésta actividad agropecuaria no tiene el objetivo de crecer por parte de los ejidatarios y se ve limitada por la superficie forestal, por los suelos y por las repercusiones económicas que se generarían en la comunidad, ya que, anteriormente la población situada dentro del bosque era usufructuaria de derechos sobre la tierra, pero no de derechos sobre los montes lo que promovía una renta exigua por los productos extraídos del monte.



Pero a partir de la creación del Plan Piloto Forestal los ejidatarios ya tienen derechos sobre la explotación, comercialización y organización de la explotación forestal, lo que ha permitido que se capitalice rápidamente la comunidad.

El ejido ha delimitado sus selvas bajas, las cuales ocupan 1,500 has. representando el 6% de su superficie, así como también las áreas ocupadas por cenotes y lagunas que son 105 has. representando el 0.4%.

En cuanto a servicios el poblado cuenta con los más indispensables como son: caminos, transporte, servicio telefónico, energía eléctrica, agua potable, servicios médicos, jardín de niños, primaria y secundaria técnica.

## MÉTODO

El método empleado en el presente trabajo de investigación fue aplicado por el Plan Piloto Forestal en su fase de inventario que consistió en que el levantamiento de los datos de campo se realizaran a lo largo de un transecto de Sur a Norte en 50 has. de un rodal de selva mediana subperennifolia, que en base al plano forestal fotogramétrico del ejido (Mapa 4) tiene una altura promedio del estrato superior entre 18 y 23 m. y una cobertura mayor del 60% en el estrato superior. En esta línea se aplica una intensidad de muestreo del 2% en líneas equidistantes cada 100 m. en donde se ubican los sitios de muestreo. A cada sitio de muestreo corresponden 500 m<sup>2</sup> con 12.62 m. de radio, esto arroja un total de 20 sitios de muestreo con una superficie total de 10,000m<sup>2</sup>.

Los principales elementos a considerar para el desarrollo del proyecto fueron:

Diámetro a la altura del pecho (D.A.P.).- Esto se realiza por medio de una forcípula a una altura de 1.30 m. y se consideran árboles a aquellos individuos cuyo diámetro sea igual o mayor de 10 cm.

Para manejo de la información este parámetro se divide en categorías diamétricas (Santillán, 1986), con un rango de 4.9 a 5 cm. así tendremos que:

Categoría 1.- aquellos árboles que poseen un D.A.P de 10 a 15 cm.

Categoría 2.- aquellos árboles que poseen un D.A.P de 15.1 a 20 centímetros.

Categoría 3.- aquellos árboles que poseen un D.A.P. de 20.1 a 25 centímetros.

Categoría 4.- aquellos árboles que poseen un D.A.P. de 25.1 a 30 centímetros.

Categoría 5.- aquellos árboles que poseen un D.A.P. de 30.1 a 35 centímetros.

Categoría 6.- aquellos árboles que poseen un D.A.P. de 35.1 a 40 centímetros.

Categoría 7.- aquellos árboles que poseen un D.A.P. mayor a 40 centímetros.

Altura del fuste comercial. Debido a que la cobertura de los sitios es de aproximadamente del 60 o más por ciento es inoperable la utilización de una pistola haga o blume and leiss, por lo cual se requirió la utilización de una regla telescópica de 15 m. o más para medir la altura del fuste comercial, que se ubica hasta donde se encuentra la primera rama.

Los datos que se obtienen de éste parámetro también se dividen en categorías de altura, con un rango de 5 m.

Categoría I.- aquellos árboles que poseen una A.F.C. de hasta 5 metros.

Categoría II.- aquellos árboles que poseen una A.F.C. de 5.1 a 10 metros.

Categoría III.- aquellos árboles que poseen una A.F.C. de 10.1 a 15 metros.

Categoría IV.- aquellos árboles que poseen una A.F.C. de 15.1 a 20 metros.

Estado sanitario y forma del fuste. Para estos elementos se utilizó la siguiente clasificación:

SANIDAD	FORMA
1.- Sano	A.- Recto
2.- Samago	B.- Inclinado
3.- Otros (quemado)	C.- Curvo

Regeneración.- En éste aspecto se tomó como base la definición de vegetación forestal y las etapas de desarrollo de los árboles, considerando el estado de vardascal como la transición entre la regeneración y la formación de los árboles (De la Puente, 1985).

En sitios de muestreo pares se realizaron 3 muestreos de 1 m<sup>2</sup> cada uno para contabilizar e identificar las especies forestales que poseían menos de 10 cm de D.A.P. que se consideraban como regeneración natural.

Con fines estadísticos y para poder analizar la correlación que existe entre las especies establecidas y la regeneración de cada sitio de muestreo se utilizó la siguiente fórmula:

$$\%R = \frac{\text{No. de especies con menos de 10 cm D.A.P.}}{\text{No. total especies en cada sitio}}$$

Suelos.- Peck y Melsted citados por Aguilar (1987), señalan que en México las cantidades comúnmente empleadas en la práctica son de 5 a 25 submuestras y que estas son suficientes para realizar una buena estimación de la fertilidad del suelo, sobre todo si no se conoce previamente la heterogeneidad del mismo. En base a esto se realizó 1 muestreo de suelos en el centro de cada sitio par, cuya profundidad se determinó por la presencia de la roca madre, en este muestreo se realizaron 3 tomas, las cuales se efectuaron a cada 20 cm (Aguilera, 1958), estas se enviaron a el Laboratorio Central Universitario del Departamento de Suelos de la Universidad Autónoma Chapingo, en donde se realizó el análisis de los siguientes parámetros:

pH, Materia Orgánica, Nitrógeno total, Fósforo, Potasio, Fierro, Aluminio, Calcio, Textura y Conductividad Eléctrica.

Los métodos empleados para obtener el análisis de estas propiedades del suelo son:

pH.- Potenciométrico relación suelo-agua 1:2 en CaCl<sub>2</sub> 0.01M.

Materia Orgánica (% M.O.).- Walkley and Black en K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub> 1N.

Nitrógeno total (% Nt).- Kjeldahl Auto Analyzer 1030

Fósforo (P ppm).- Olsen Bray p-1 según Jackson, 1958

Potasio (K p p m ).- Extraído de acetato de amonio 1.0N pH 7.0 relación 1:5 y determinado por espectrofotometría de emisión de flama.

Hierro (Fe p p m ).- Extraído en DTPA relación 1:4 y determinado por espectrofotometría de absorción atómica.

Calcio (Ca p p m ).- Extraído de acetato de amonio 1.0N pH 7.0 relación 1:20 y determinado por espectrofotometría de emisión de flama.

Aluminio (Al p p m ).- Extraído en KCl 1.0N relación 1:30 y determinado por espectrofotometría de absorción atómica.

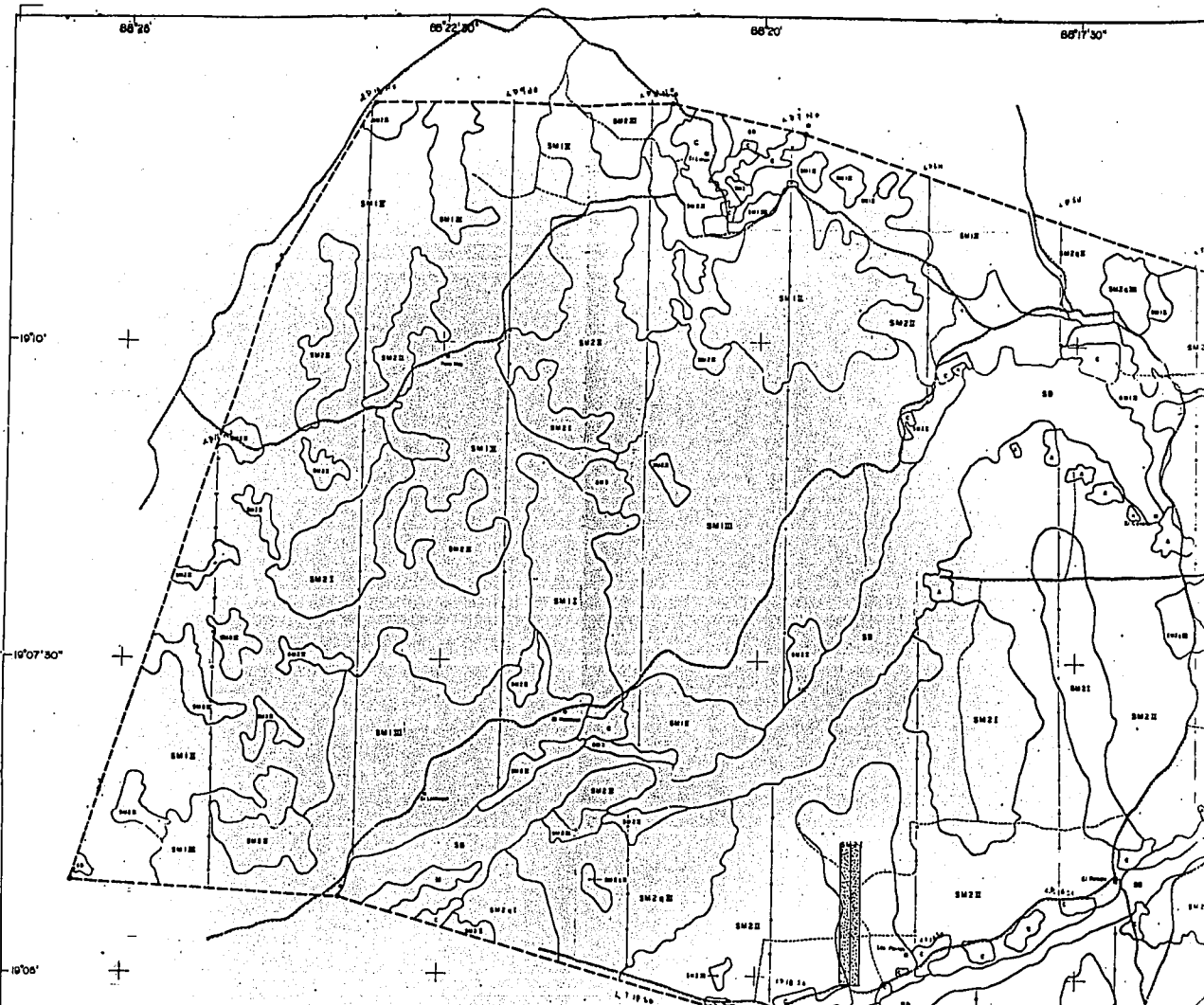
Textura.- Hidrómetro de Bouyoucos.

Conductividad Eléctrica (C.E. ds/m).- Puente de conductividad en el extracto de la pasta.

La identificación de las especies se realizó en campo por medio de uno de los habitantes más antiguos de la comunidad, que fue recomendado por el comisariado ejidal y que en ocasiones es empleado por los técnicos del Plan Piloto Forestal para identificar las especies.

La clasificación taxonómica de las especies se realizó con el apoyo del manual de campo de Pennington y Sarukhan (1968) y Sosa (1985).

Estadísticamente se utilizaron correlaciones múltiples (Downie & Heath 1973; Lewis 1985), en donde la variable independiente es la regeneración y la variable dependiente son las propiedades del suelo, esto fue posible utilizando los programas estadísticos MSSTAT y SAS.



**MAPA 4**

**UBICACION DE LA ZONA DE MUESTREO**



**SIGNOS CONVENCIONALES**

Rancharío o paraje	■
Límite de área estudiada	---
Carrilero pavimentado	—
Carrilero sin pavimentar	- - -
Carrilero transitable en todo tiempo	- · - · -
Carrilero transitable en tiempo de seque	- · - · - · - · -
Carrilero de herradura ó vereda	- - - - -

**CLAVE DE FOTINTERPRETACION**

SIMBOLOGIA	DESCRIPCION	DEFINICION
SA	SELVA ALTA	≥ 50 M DE ALTURA
SM	SELVA MEDIANA	
	SM 1	24 - 29 M DE ALTURA
	SM 2	18 - 23 M DE ALTURA
	SM 3	12 - 17 M DE ALTURA
SB	SELVA BAJA	6 - 11 M DE ALTURA
M	MATORRAL	≤ 5 M DE ALTURA
S	SABANA	GRAMINEAS
A	ACAHUAL	AREA AGROPECUARIA ABANDONADA
C	AGRICULTURA	AREA AGRICOLA EN USO
G	GANADERIA	PASTIZALES, POTREROS, ETC.
H	CUERPOS DE AGUA	LAGUNAS, LAGOS, RIOS, ETC.

**SUB INDICES**

Q	QUEMADAL	
Qy	QUEMADAL	
M	AREA MECANIZADA	
I	COBERTURA	> 50% DEL ESTRATO SUPERIOR
II	COBERTURA	30 - 50% DEL ESTRATO SUPERIOR
III	COBERTURA	< 30% DEL ESTRATO SUPERIOR

**NOTA:**

- 1.- Las alturas se refieren a la altura promedio del estrato superior.
- 2.- El criterio de cobertura se aplicará a los estratos SMI y SM2.

**ESCALA GR**

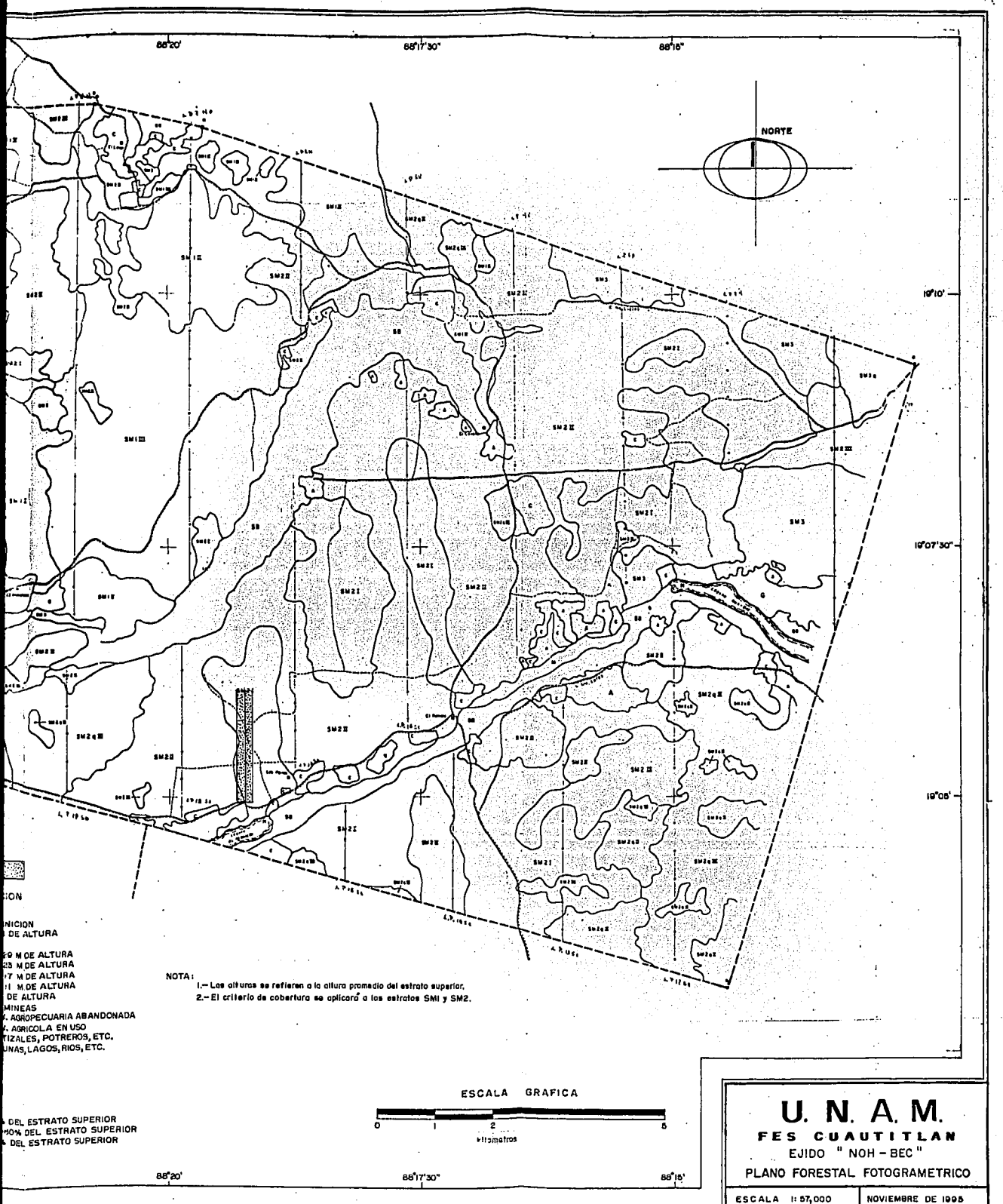


88°25'

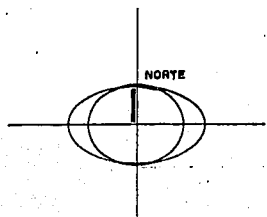
88°22'30"

88°20'

88°17'30"



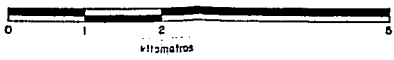
NORTE



NOTA:  
 1.- Las alturas se refieren a la altura promedio del estrato superior.  
 2.- El criterio de cobertura se aplicará a los estratos SMI y SM2.

50 M DE ALTURA  
 30 M DE ALTURA  
 17 M DE ALTURA  
 11 M DE ALTURA  
 0 M DE ALTURA  
 MINEAS  
 A. AGROPECUARIA ABANDONADA  
 B. AGRICOLA EN USO  
 C. PANTANOS, ESTEROS, ETC.  
 D. LAGOS, RIOS, ETC.

ESCALA GRAFICA



100% DEL ESTRATO SUPERIOR  
 50% DEL ESTRATO SUPERIOR  
 25% DEL ESTRATO SUPERIOR

**U. N. A. M.**  
**FES CUAUTITLAN**  
 EJIDO "NOH-BEC"  
 PLANO FORESTAL FOTOGRAFICO

ESCALA 1:57,000      NOVIEMBRE DE 1995

## RESULTADOS

Los resultados que se obtuvieron en campo se exponen en los apéndices correspondientes.

En el apéndice I, se encuentran mencionados los usos maderables y no maderables de las principales especies arbóreas de la zona de estudio.

En el apéndice II, se encuentran los cuadros de resultados de los 20 sitios muestreados en la fase de inventario. Los datos de D.A.P. y A.F.C. se encuentran anotados en metros y en cada sitio el listado de las especies es por orden de abundancia.

Apéndice III, contiene los cuadros de los resultados del muestreo general de regeneración.

Apéndice IV, en él se encuentran los resultados de las categorías diamétricas, las categorías de altura del fuste comercial, del estado sanitario y de la forma general de los árboles.

Apéndice V, posee la matriz general de correlación.

### INVENTARIO

El método empleado en la fase de inventario del presente trabajo obtiene de 516 árboles que representan a 29 especies, distribuidas a lo largo de la línea de muestreo.

La frecuencia de aparición y el porcentaje que ocupa cada una de ellas dentro de la zona de estudio se encuentran plasmadas en las gráficas no. 2, 3, 4 y 5. En esta fase podemos observar que el Zapote (*Manilkara zapota* (L.) v. Royen) y el Zapotillo (*Pouteria unilocularis* (Donn. Sw.) Baehni) son los más frecuentes (Cuadro 3) y abundantes (Gráfica 2 y 3).



Estas gráficas señalan únicamente a aquellas especies que poseen a más de 10 individuos en la zona de muestreo. Las especies cuyo número de frecuencia es menor a 10 individuos se indican en el cuadro 4 y se toma el número de 42 individuos con 13 especies como el 100% para graficar el porcentaje de estos (Gráfica 5) dentro de la zona de estudio.

### REGENERACIÓN

En los muestreos de regeneración realizados en cada sitio par de la línea de muestreo se obtienen un total de 477 plantas que representan a 22 especies. Esto es resultado de aplicar la fórmula para obtener el porcentaje de regeneración en cada sitio de muestreo evaluado, así, se obtiene el siguiente listado:

Sitio	No. Ar.	No. Reg.	Total	%R	%Ar.
2	27	54	81	66.66	33.34
4	24	42	66	63.63	36.37
6	19	78	97	80.41	19.59
8	34	36	70	51.42	48.58
10	27	50	77	64.93	35.07
12	31	41	72	56.94	43.06
14	23	47	70	67.14	32.86
16	16	42	58	72.41	27.59
18	38	33	71	46.47	53.53
20	18	54	72	69.23	30.77

En donde:

No. Ar. = Número de árboles o plantas que poseen 10 o más centímetros de D.A.P. en el sitio.

No. Reg. = Número de plantas que poseen menos de 10 centímetros de D.A.P. en el sitio.

No. de especies con menos de 10 cm. D.A.P.

%R =

No. total de especies en cada sitio

No. de especies con 10 cm. o más de D.A.P.

%R=-----

No. total de especies en cada sitio

De este listado se extraen 309 plantas que representan a 20 especies arbóreas (Cuadro 5). La frecuencia y el porcentaje de cada una de estas se encuentran representadas en las gráficas 6,7,8 y 9. Estas gráficas nos indican que, omitiendo las herbáceas y el guano kum (*Cryosophila argentea* H. Bartlett), el Ramón (*Brosimum alicastrum* Sw.) es la especie arbórea con mayor frecuencia y porcentaje (Gráfica 6 y 7).

En estos muestreos realizados existen especies que presentan menos de 10 individuos en la línea de muestreo (Cuadro 6) y se toma el número 37 como el 100% para realizar el porcentaje de estos (Gráfica 9).

En base a los datos obtenidos por el listado anterior, se puede aplicar el método de correlación, comparando el porcentaje de regeneración (%R), como la variable independiente (X), contra las propiedades del suelo estudiadas, como la variable dependiente (Y). Dando como resultado matrices de correlación que nos indican la relación de unas con otras. Además de los análisis de varianza correspondientes que nos señalan la significancia o la no significancia de la relación de las variables estudiadas.

Los suelos de la zona de estudio se forman por la meteorización del material calcáreo sedimentario de origen marino, los cuales están influenciados por la roca basal, los movimientos de agua, la temperatura y la vegetación.

Estas características provocan las altas concentraciones de calcio a través de los distintos niveles de profundidad y a lo largo de la línea de muestreo.

Este elemento juega un papel muy importante en el balance del pH del suelo y en la disponibilidad del fósforo para las plantas, lo cual se refleja en los bajos contenidos de éste elemento nutrimental en los análisis de suelos.

Los suelos presentan condiciones de pobreza hasta muy ricos en cuanto al porcentaje de materia orgánica en el suelo, esta variación esta influenciada por la profundidad del mismo y por el aporte que existe de ésta por la cubierta vegetal.

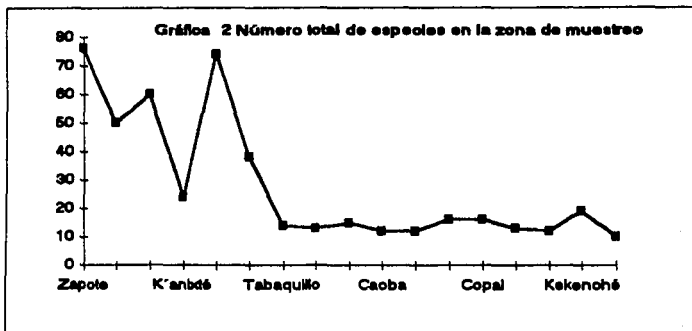
El porcentaje de materia orgánica en el suelo a diferentes profundidades influye directamente en el aporte de nitrógeno para las plantas, porque si disminuye la materia orgánica y aumenta la profundidad disminuye la cantidad de nitrógeno en el suelo.

Las elevadas concentraciones de arcilla en los suelos estudiados son un punto crucial e importante en la adsorción y absorción de nutrimentos disponibles para las plantas, porque esta arcilla tiene una alta capacidad de intercambio catiónico.

Los niveles de profundidad se representan con subíndices en cada propiedad del suelo estudiada, al subíndice 1 corresponde una profundidad de 0 a 20 cm., al 2 una profundidad de 20 a 40 cm. y al 3 una profundidad de 40 a 60 cm.

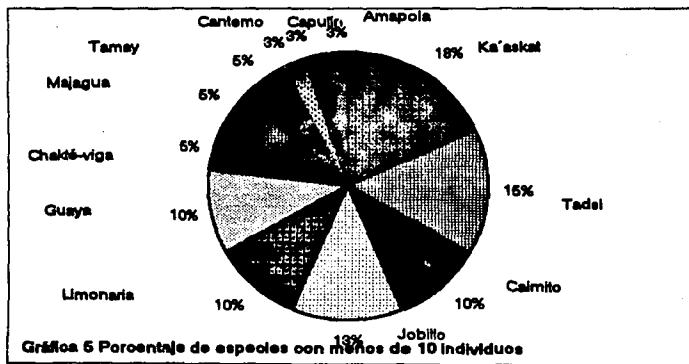
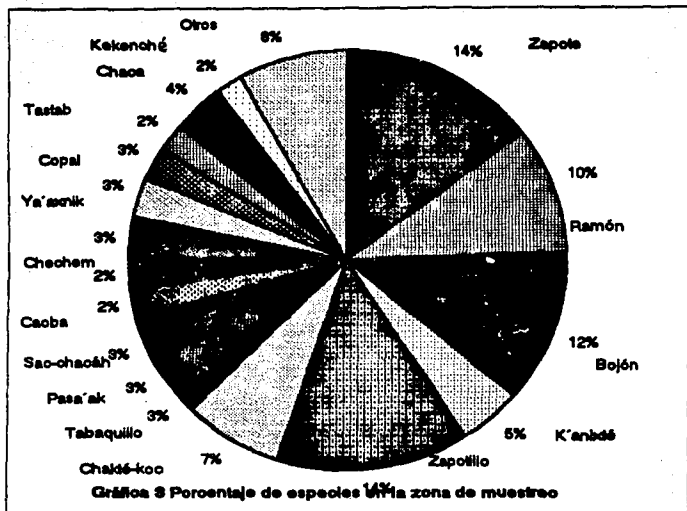
**Cuadro 8 Total de especies en la zona de muestreo**

Zapote	76	<i>Melicope zapote</i> (L.) v. Royen
Ramón	50	<i>Brosimum alicestrum</i> Sw.
Bojón	60	<i>Cordia alliodora</i> (Ruiz & Pav.) Cham.
K'anbé	24	<i>Pouteria campechiana</i> (Kunth) Baehni
Zapotillo	74	<i>Pouteria urticoides</i> (Donn. Sm.) Baehni
Chaldé-koo	38	<i>Stinging salvatorensis</i> Standl.
Tabaquillo	14	<i>Azadirachta yucatanensis</i> Standl.
Pasa'ak	13	<i>Simarouba glauca</i> DC.
Sao-dhaoh	15	<i>Dendropanax arboreus</i> (L.) Planch. & Deane.
Caoba	12	<i>Swietenia macrophylla</i> King
Chechem negro	12	<i>Metopium brownii</i> (Jacq.) Urban
Ya'sonik	16	<i>Vitex guatemalensis</i> Greenm.
Copal	16	<i>Froelium copal</i> (Schlegel & Cham.) Engl.
Tastab	13	<i>Guettarda elliptica</i> Swartz
Chaca	12	<i>Bursera simarouba</i> (L.) Sarg.
Kekenohé	19	<i>Chrysococcus cheymense</i> Mo Vaugh
K'atalox	10	<i>Swartzia cubensis</i> (Britt. & Wilson) Standl.
Otros	42	



El método empleado arroja un total de 516 árboles que representan a 29 especies distribuidas a lo largo de la línea de muestreo.

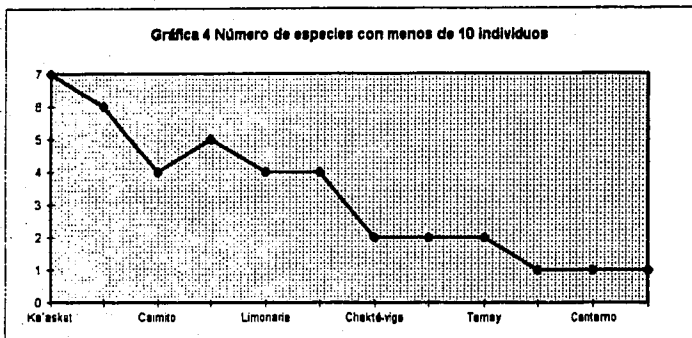
Otros: se refiere a aquellas especies que presentan menos de 10 individuos en la zona de muestreo



**Cuadro 4 Número de especies con menos de 10 individuos en la zona de muestreo**

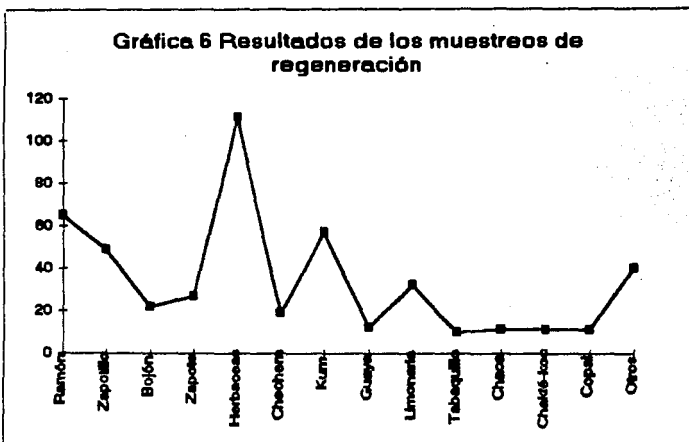
Ka'askat	7	<i>Luzhea speciosa</i>	Willd.
Tadei	6	<i>Picramnia aculeata</i>	
Caimito	4	<i>Chrysophyllum miconioides</i>	Brand. ex Standl.
Jobillo	5	<i>Astronium graveolens</i>	Jacq.
Limonaria	4	<i>Murraya paniculata</i>	(L.) Jacq.
Guaya	4	<i>Tillandsia olivacea</i>	(Kunth) Radik.
Chakté-viga	2	<i>Sweelia peruviana</i>	Benth.
Majagua	2	<i>Hemiphaea triflora</i>	Standley
Taray	2	<i>Zizania glabra</i>	(Sw.) Britt. & Millsp.
Amapola	1	<i>Pseudobombax ellipticum</i>	(Kuntze) Dugand
Cantero	1	<i>Acacia dolichostachya</i>	Blake
Capulín	1	<i>Trema micrantha</i>	(L.) Blume

**Gráfica 4 Número de especies con menos de 10 individuos**



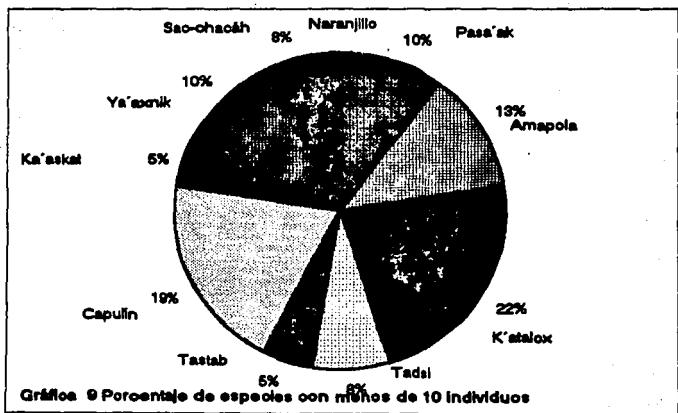
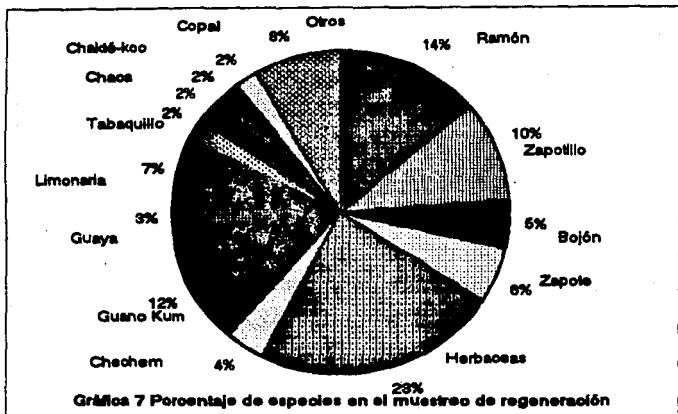
**Cuadro 5 Resultados de los muestreos de regeneración**

Ramón	66	<i>Brosimum alicastrum</i>	Sw.
Zapotillo	49	<i>Pouteria unifololata</i>	(Donn. Sm.) Baehni
Bojón	22	<i>Cordia alliodora</i>	(Ruiz & Pav.) Cham.
Zapote	27	<i>Manilkara zapota</i>	(L.) v. Royen
Herbaceas	111		
Chechem	19	<i>Metopium brownii</i>	(Jacq.) Urban
Kum	57	<i>Cycasphila argentea</i>	H. Bartlett
Guaya	12	<i>Talisia olivaeformis</i>	(Kunth) Radik.
Limonaria	32	<i>Merraya paniculata</i>	(L.) Jacq.
Tabaquillo	10	<i>Abrus jucatanensis</i>	Standl.
Chaco	11	<i>Bursaria emmanuella</i>	(L.) Sarg.
Chaké-ko	11	<i>Sidaclia salsodoraensis</i>	Standl.
Copal	11	<i>Protium copal</i>	(Schlechtl. & Cham.) Engl.
Otros	40		



Los muestreos realizados en cada sitio forestal arrojan un total de 477 plantas que representan a 22 especies a lo largo de la línea de muestreo.

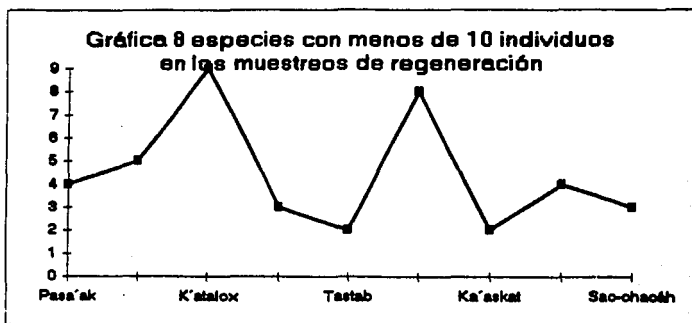
Otros: se refiere a aquellas especies con menos de 10 individuos





**Cuadro 8 Especies con menos de 10 individuos en los muestros de regeneración**

Pasa'ak	4	<i>Simarouba glauca</i>	DC:
Amapola	5	<i>Pseudobombax ellipticum</i>	(Kuntch) Dugand
K'atalox	9	<i>Swartzia cubensis</i>	(Britt. & Wilson) Standl.
Tadei	3	<i>Pteronia aculeata</i>	
Tastab	2	<i>Guettarda elliptica</i>	Swartz
Capullin	8	<i>Thana micrantha</i>	(L.) Blume
Ka'askat	2	<i>Luehea speciosa</i>	Willd.
Ya'acnik	4	<i>Vilox guimeri</i>	Greenm.
Sao-chaoh	3	<i>Dendropanax arboreus</i>	(L.) Planch. & Deane.



## Análisis de suelos

**Cuadro 7 Resultados de los análisis de los sitios 2 y 4**

<b>SNo 2</b>			
Profundidad en cm.	Muestra 1 0-20 cm.	Muestra 2 20-40 cm.	Muestra 3 40-60 cm.
pH	6.79	7	7.15
M. O. %	6	2.99	1.14
C. E. ds/m	1.9	0.25	0.59
Nitrógeno total %	0.958	0.229	0.129
Relación C/N	9.72	7.42	5.12
Elementos p.p.m.			
P	1.02	0.96	2.69
K	795.6	795.07	777.02
Fe	55.16	45.21	29.25
Ca	3995	3930	3656
Arena %	16.56	6.56	14.56
Limo %	12.16	12.16	8.16
Arcilla %	71.28	81.28	77.28
<b>SNo 4</b>			
Profundidad en cm.	Muestra 1 0-20 cm.	Muestra 2 20-40 cm.	Muestra 3 40-60 cm.
pH	6.71	6.98	7.11
M. O. %	5.99	2.15	1.14
C. E. ds/m	1.27	0.38	0.18
Nitrógeno total %	0.332	0.129	0.066
Relación C/N	10.36	9.66	10.02
Elementos p.p.m.			
P	0.96	0.39	2.32
K	795.07	732.6	747.61
Fe	44.25	31.56	27.31
Ca	3630	3930	3930
Arena %	16.56	6.56	14.56
Limo %	12.16	12.16	8.16
Arcilla %	71.28	81.28	77.28

**Cuadro 8 Resultados de los análisis de los sitio 6 y 8**

<b>Sitio 6</b>				
Profundidad en cm.	Muestra 1 0-20 cm.	Muestra 2 20-40 cm.	Muestra 3 40-60 cm.	
pH	6.7	6.83	6.89	
M. O. %	4.18	2	1.9	
C. E. ds/m	1.18	0.3	0.2	
Nitrógeno total %	0.229	0.118	0.111	
Relación C/N	10.59	9.38	9.4	
Elementos p.p.m.				
P	0.85	0.29	1.08	
K	765.07	710.02	732.8	
Fe	42.56	30.58	27.91	
Ca	3830	3830	3658	
Arena %	18.56	6.56	14.56	
Textura	Limo %	12.18	12.18	8.18
	Arcilla %	71.28	81.28	77.28
<b>Sitio 8</b>				
Profundidad en cm.	Muestra 1 0-20 cm.	Muestra 2 20-40 cm.	Muestra 3 40-60 cm.	
pH	6.18	6.61	6.86	
M. O. %	3.9	2	1.88	
C. E. ds/m	1	0.3	0.25	
Nitrógeno total %	0.182	0.111	0.098	
Relación C/N	11.78	10.45	9.85	
Elementos p.p.m.				
P	0.8	0.09	0.09	
K	756.43	683.8	686.07	
Fe	48.51	30.58	30.06	
Ca	3530	3658	3658	
Arena %	18.56	6.56	14.56	
Textura	Limo %	10.18	12.18	8.18
	Arcilla %	78.28	81.28	77.28

**Cuadro 9 Resultados de los análisis de los sitios 10 y 12**

<b>Sitio 10</b>			
	<b>Muestra 1</b>	<b>Muestra 2</b>	<b>Muestra 3</b>
<b>Profundidad en cm.</b>	<b>0-20 cm.</b>	<b>20-40 cm.</b>	<b>40-60 cm.</b>
pH	8.81	8.54	8.88
M. O. %	3.43	1.95	1.41
C. E. ds/m	0.71	0.24	0.27
Nitrógeno total %	0.192	0.111	0.079
Relación C/N	10.36	10.19	10.36
<b>Elementos p.p.m.</b>			
P	0.74	&&&	0.03
K	766.07	650.02	552.43
Fe	48.51	30.56	30.06
Ca	3558	3658	3630
<b>Textura</b>			
Arena %	16.56	24.56	9.56
Limo %	10.18	12.18	8.18
Arolla %	73.28	63.28	83.28
<b>&amp;&amp;&amp;. - no detectado por el método empleado</b>			
<b>Sitio 12</b>			
	<b>Muestra 1</b>	<b>Muestra 2</b>	<b>Muestra 3</b>
<b>Profundidad en cm.</b>	<b>0-20 Cm.</b>	<b>20-40 cm.</b>	<b>40-60 cm.</b>
pH	8.31	8.56	6.73
M. O. %	2.93	2	1.83
C. E. ds/m	1	0.3	0.25
Nitrógeno total %	0.129	0.118	0.079
Relación C/N	13.18	9.83	11.96
<b>Elementos p.p.m.</b>			
P	53	0.03	0.06
K	766.07	663.6	552.43
Fe	27.31	24.24	19.06
Ca	3558	3630	4030
<b>Textura</b>			
Arena %	16.56	24.56	9.56
Limo %	10.18	12.18	8.18
Arolla %	73.28	63.28	83.28

**Cuadro 10 Resultados de los análisis de los sitios 14 y 18**

<b>Sitio 14</b>			
	<b>Muestra 1</b>	<b>Muestra 2</b>	<b>Muestra 3</b>
<b>Profundidad en cm.</b>	<b>0-20 cm.</b>	<b>20-40 cm.</b>	<b>40-80 cm.</b>
pH	6.71	6.54	6.95
M. O. %	3.18	2.15	1.8
C. E. ds/m	1	0.38	0.2
Nitrógeno total %	0.129	0.111	0.079
Relación C/N	14.3	11.23	13.21
<b>Elementos p.p.m.</b>			
P	0.45	0.23	2.21
K	758.43	650.02	552.43
Fe	44.25	30.56	27.31
Ca	3525	3530	3959
<b>Textura</b>			
Arena %	18.56	24.56	11.56
Limo %	12.16	12.16	8.16
Arcilla %	71.28	63.28	80.28
<b>Sitio 18</b>			
	<b>Muestra 1</b>	<b>Muestra 2</b>	<b>Muestra 3</b>
<b>Profundidad en cm.</b>	<b>0-20 cm.</b>	<b>20-40 cm.</b>	<b>40-80 cm.</b>
pH	6.56	6.72	6.99
M. O. %	4.63	2.41	1.95
C. E. ds/m	0.98	0.38	0.17
Nitrógeno total %	0.232	0.192	0.09
Relación C/N	11.58	7.23	14.14
<b>Elementos p.p.m.</b>			
P	0.8	0.74	0.32
K	765.07	698.02	576.43
Fe	45.55	31.56	27.36
Ca	3525	3530	3559
<b>Textura</b>			
Arena %	18.56	24.56	11.56
Limo %	12.16	2.16	8.16
Arcilla %	71.28	73.28	80.28

**Cuadro 11 Resultados de los análisis de los sitios 18 y 20**

<b>Sitio 18</b>			
	<b>Muestra 1</b>	<b>Muestra 2</b>	<b>Muestra 3</b>
<b>Profundidad en cm.</b>	<b>0-20 cm.</b>	<b>20-40 cm.</b>	<b>40-60 cm.</b>
pH	5.98	6.61	6.71
M. O. %	4.18	1.14	0.9
C. E. ds/m	0.3	0.25	0.18
Nitrógeno total %	0.229	0.098	0.098
Relación C/N	10.59	8.75	5.32
<b>Elementos p.p.m.</b>			
P	0.8	0.32	2.32
K	750.43	689.02	555.43
Fe	42.51	35.31	30.56
Ca	3515	3658	3658
<b>Textura</b>			
Arena %	18.56	24.56	11.56
Limo %	10.16	12.16	8.16
Arcilla %	73.28	63.28	80.28
<b>Sitio 20</b>			
	<b>Muestra 1</b>	<b>Muestra 2</b>	<b>Muestra 3</b>
<b>Profundidad en cm.</b>	<b>0-20 cm.</b>	<b>20-40 cm.</b>	<b>40-60 cm.</b>
pH	6.8	6.71	6.83
M. O. %	5.91	2.93	1.14
C. E. %	1.18	0.38	0.1
Nitrógeno total %	0.332	0.129	0.098
Relación C/N	10.32	13.17	6.75
<b>Elementos p.p.m.</b>			
P	0.39	0.39	1.08
K	755.02	710.02	686.07
Fe	31.56	42.31	19.06
Ca	3630	3830	3830
<b>Textura</b>			
Arena %	18.56	24.56	11.56
Limo %	12.16	12.16	8.16
Arcilla %	71.28	63.28	80.28

El aluminio no fué detectado por el método empleado en ninguno de los casos

**Matriz de correlación 1 Regeneración-pH**

	pH 1	pH 2	pH 3	% R
pH 1	1			
pH 2	0.507	1		
pH 3	0.542	0.905	1	
% R	0.848	0.39	0.418	1

**Tabla 1 Análisis de varianza Regeneración-pH**

	Suma de cuadrados	g	Cuadrados medios	F calculada	F de tablas	Significancia
Regresión	647.309653	3	215.78991	5.11	4.78 (0.05)	**
Residual	253.34729	6	42.22455		9.78 (0.01)	N.S.
Total	900.657043	9				

**Matriz de correlación 2 Regeneración-Materia orgánica**

	M.O. 1	M.O. 2	M.O. 3	% R
M.O. 1	1			
M.O. 2	0.568	1		
M.O. 3	-0.547	0.059	1	
% R	0.248	0.568	0.453	1

**Tabla 2 Análisis de varianza Regeneración-Materia orgánica**

	Suma de cuadrados	g	Cuadrados medios	F calculada	F de tablas	Significancia
Regresión	517.400767	3	172.46692	2.7	4.78 (0.05)	N.S.
Residual	383.256287	6	63.87605		9.78 (0.01)	N.S.
Total	900.657043	9				

Los subíndices 1, 2 y 3 significan la profundidad de la muestra

1= prof. de 0 a 20 cm.

2= prof. de 20 a 40 cm.

3= prof. de 40 a 80 cm.

% R= porcentaje de regeneración

**Matriz de correlación 3 Regeneración-Conductividad eléctrica**

	C.E. 1	C.E. 2	C.E. 3	% R
C.E. 1	1			
C.E. 2	0.459	1		
C.E. 3	0.234	-0.601	1	
% R	0.611	0.377	-0.042	1

**Tabla 3 Análisis de varianza Regeneración-Conductividad eléctrica**

	Suma de cuadrados	g	Cuadrados medios	F calculada	F de tablas	Significancia
Regresión	375.029238	3	125.00974	1.43	4.78 (0.05)	N.S.
Residual	525.627808	8	67.60464		9.78 (0.01)	N.S.
Total	900.657043	9				

**Matriz de correlación 4 Regeneración-Nitrógeno total**

	N.t. 1	N.t. 2	N.t. 3	% R
N.t. 1	1			
N.t. 2	0.549	1		
N.t. 3	0.403	0.434	1	
% R	0.23	0.389	0.123	1

**Tabla 4 Regeneración-Nitrógeno total**

	Suma de cuadrados	g	Cuadrados medios	F calculada	F de tablas	Significancia
Regresión	125.984068	3	41.99136	0.32	4.78 (0.05)	N.S.
Residual	774.73301	8	129.12883		9.78 (0.01)	N.S.
Total	900.657043	9				

**Matriz de correlación 5 Regeneración-Fósforo**

	Fósforo 1	Fósforo 2	Fósforo 3	% R
Fósforo 1	1			
Fósforo 2	0.438	1		
Fósforo 3	0.23	0.499	1	
% R	-0.004	0.319	-0.008	1

**Tabla 5 Análisis de varianza Regeneración-Fósforo**

	Suma de cuadrados	g	Cuadrados medios	F calculada	F de tablas	Significancia
Regresión	148.930191	3	49.97673	0.39	4.78 (0.05)	N.S.
Residual	753.726888	8	125.62116		9.78 (0.01)	N.S.
Total	900.657043	9				



**Matriz de correlación 6 Regeneración-Potasio**

	Potasio 1	Potasio 2	Potasio 3	% R
Potasio 1	1			
Potasio 2	0.62	1		
Potasio 3	0.541	0.869	1	
% R	0.389	0.18	0.349	1

**Tabla 6 Análisis de varianza Regeneración-Potasio**

	Suma de cuadrados	g	Cuadrados medios	F calculada	F de tablas	Significancia
Regresión	264.331421	3	88.27714	0.93	4.78 (0.05)	N.S.
Residual	636.825623	6	105.97094		9.78 (0.01)	N.S.
Total	900.657043	9				

**Matriz de correlación 7 Regeneración-Fierro**

	Fierro 1	Fierro 2	Fierro 3	% R
Fierro 1	1			
Fierro 2	0.312	1		
Fierro 3	0.859	0.011	1	
% R	0.073	0.129	-0.189	1

**Tabla 7 Análisis de varianza Regeneración-Fierro**

	Suma de cuadrados	g	Cuadrados medios	F calculada	F de tablas	Significancia
Regresión	251.087585	3	83.69596	0.77	4.78 (0.05)	N.S.
Residual	649.569458	6	108.26157		9.78 (0.01)	N.S.
Total	900.657043	9				

**Matriz de correlación 8 Regeneración-Calcio**

	Calcio 1	Calcio 2	Calcio 3	% R
Calcio 1	1			
Calcio 2	0.517	1		
Calcio 3	-0.155	0.296	1	
% R	0.26	0.129	-0.262	1

**Tabla 8 Análisis de varianza Regeneración-Calcio**

	Suma de cuadrados	g	Cuadrados medios	F calculada	F de tablas	Significancia
Regresión	118.180565	3	38.72686	0.3	4.78 (0.05)	N.S.
Residual	784.476501	6	130.74609		9.78 (0.01)	N.S.
Total	900.657043	9				

**Matriz de correlación 9 Regeneración-Arena**

	Arena 1	Arena 2	Arena 3	% R
Arena 1	1			
Arena 2	0	1		
Arena 3	0.001	-0.873	1	
% R	0.001	-0.138	0.175	1

**Tabla 9 Análisis de varianza Regeneración-Arena**

	Suma de cuadrados	g	Cuadrados medios	F calculada	F de tablas	Significancia
Regresión	28.238245	3	9.41275	0.06	4.78 (0.05)	N.S.
Residual	872.418823	6	145.40314		9.78 (0.01)	N.S.
Total	900.657043	9				

**Matriz de correlación 10 Regeneración-Arolla**

	Arolla 1	Arolla 2	Arolla 3	% R
Arolla 1	1			
Arolla 2	-0.26	1		
Arolla 3	0.491	-0.873	1	
% R	-0.773	0.138	-0.175	1

**Tabla 10 Análisis de varianza Regeneración-Arolla**

	Suma de cuadrados	g	Cuadrados medios	F calculada	F de tablas	Significancia
Regresión	687.742798	3	229.2476	8.48	4.78 (0.05)	**
Residual	212.914246	6	35.48571		9.78 (0.01)	N.S.
Total	900.657043	9				

**Matriz de correlación 11 Regeneración-Limo**

	Limo 1	% R
Limo 1	1	
% R	0.773	1

**Tabla 11 Análisis de varianza Regeneración-Limo**

	Suma de cuadrados	g	Cuadrados medios	F calculada	F de tablas	Significancia
Regresión	583.219421	1	583.21942	11.88	5.32 (0.05)	**
Residual	382.483063	6	45.31039		11.26 (0.01)	*
Total	900.702515	9				

**Matriz de correlación 12 Regeneración-Relación C/N**

	C/N 1	C/N 2	C/N 3	% R
C/N 1	1			
C/N 2	0.255	1		
C/N 3	0.702	0.15	1	
% R	-0.127	0.186	0.278	1

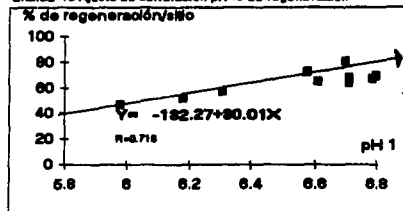
**Tabla 12 Análisis de varianza Regeneración-Relación C/N**

	Suma de cuadrados	g	Cuadrados medios	F calculada	F de tablas	Significancia
Regresión	309.604126	3	103.20139	1.05	4.76 (0.05)	N.S.
Residual	591.052917	8	96.50892		9.78 (0.01)	N.S.
Total	900.657043	9				

Tomando en consideración las matrices anexas, se realizan gráficas de correlación de: pH 1, MO. 2, Limo 1 y Arcilla 1 que son los que poseen los valores más elevados de correlación con la regeneración.

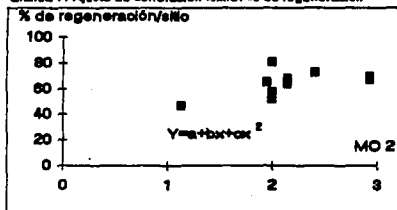
pH 1	% de regeneración/siNo
6.79	66.66
6.71	63.63
6.7	60.41
6.18	51.42
6.61	64.93
6.31	56.94
6.71	67.14
6.58	72.41
6.68	46.47
6.6	69.23

Gráfica 10 Ajuste de correlación pH-% de regeneración



% MO. 2	% de regeneración/siNo
2.99	66.66
2.16	63.63
2	60.41
2	51.42
1.95	64.93
2	56.94
2.15	67.14
2.41	72.41
1.14	46.47
2.93	69.23

Gráfica 11 Ajuste de correlación %M.O.-% de regeneración



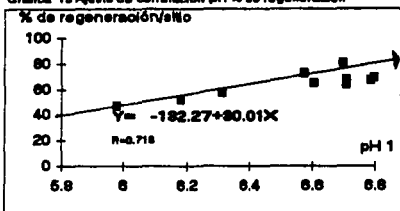
El modelo empleado ( $Y=a+bx$ ) para ajustar una recta en la nube de dispersión de puntos en la gráfica 10 permite realizar la interpretación de la relación que existe entre el pH y el porcentaje de regeneración en la línea de muestreo estudiada.

En la gráfica 11 el modelo empleado no permite realizar un ajuste de la nube de puntos, debido a que los valores de la materia orgánica en el segundo nivel de profundidad resultan ser no significativos.

Tomando en consideración las matrices anexas, se realizan gráficas de correlación de: pH 1, MO 2, Limo 1 y Arolla 1 que son los que poseen los valores más elevados de correlación con la regeneración.

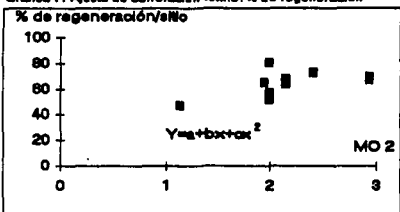
pH 1	% de regeneración/sitio
6.79	66.66
6.71	63.63
6.7	60.41
6.18	51.42
6.61	64.93
6.31	56.94
6.71	67.14
6.66	72.41
5.98	46.47
6.6	69.23

Gráfica 10 Ajuste de correlación pH-% de regeneración



% MO 2	% de regeneración/sitio
2.99	66.66
2.15	63.63
2	60.41
2	51.42
1.95	64.93
2	56.94
2.15	67.14
2.41	72.41
1.14	46.47
2.93	69.23

Gráfica 11 Ajuste de correlación %M.O.-% de regeneración

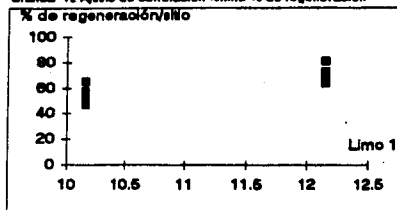


El modelo empleado ( $Y = a + bx$ ) para ajustar una recta en la nube de dispersión de puntos en la gráfica 10 permite realizar la interpretación de la relación que existe entre el pH y el porcentaje de regeneración en la línea de muestreo estudiada.

En la gráfica 11 el modelo empleado no permite realizar un ajuste de la nube de puntos, debido a que los valores de la materia orgánica en el segundo nivel de profundidad resultan ser no significativos.

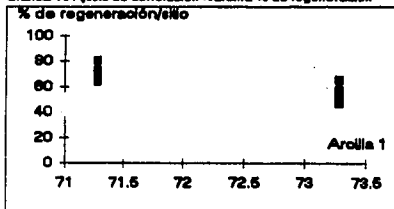
% Limo 1	% de regeneración /sillo
12.16	66.66
12.16	69.63
12.16	80.41
10.16	51.42
10.16	64.99
10.16	56.94
12.16	67.14
12.16	72.41
10.16	48.47
12.16	69.29

Gráfica 12 Ajuste de correlación %Limo-% de regeneración



% Arcilla 1	% de regeneración/sillo
71.28	66.66
71.28	69.63
71.28	80.41
73.28	51.42
73.28	64.99
73.28	56.94
71.28	67.14
71.28	72.41
73.28	48.47
71.28	69.29

Gráficas 13 Ajuste de correlación %Arcilla-% de regeneración



En las gráficas 12 y 13 no se puede emplear algún modelo de ajuste para la nube de dispersión de puntos, ya que, estas gráficas presentan valores extremos que impiden la aplicación de cualquier modelo.

## INTERPRETACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

El método empleado da un total de 516 árboles en el área de muestreo (Cuadro 4), que representan 29 especies, dentro de las cuales las más importantes por su orden de abundancia son: el Zapote (*Manilkara zapota* (L.) v. Royen) 14.73%, Zapotillo (*Pouteria unilocularis* (Donn. Sm.) Baehni) 14.34%, Bojón (*Cordia alliodora* (Ruíz & Pav.) Cham.) 11.63% y Ramón (*Brosimum alicastrum* Sw.) 9.69%, que ocupan el 50.39% del total de la masa estudiada (Gráfica 3).

Estos árboles presentan un buen estado sanitario en general (Apéndice IV, Cuadro 21), ya que, el 75.19% de estos se encuentran dentro de la clasificación sanitaria 1 o sea sanos, no así la forma del fuste porque el 45.74% de los individuos poseen una forma curva (Apéndice IV, cuadro 22), lo que limita su aprovechamiento y únicamente el 28.10% de los árboles poseen un fuste recto (Apéndice IV, cuadro 22).

Las categorías diamétricas (Apéndice IV, cuadro 19), nos señalan la abundante presencia de árboles (224) (43.42%) ubicados en la categoría diamétrica 1 (10-15 cm. D.A.P.), predominando el Zapotillo (*Pouteria unilocularis* (Donn. Sm.) Baehni) con 45 ejemplares del total de 71 y seguido por el Bojón (*Cordia alliodora* (Ruíz & Pav.) Cham.) con 40 individuos.

Dentro de los sitios par de la línea de muestreo se observa que el número de árboles en estos sitios es de 257 contra 477 plantas ubicadas como regeneración, esto indica que existe una tasa de sobrevivencia muy alta, desde el punto de vista de la regeneración, excluyendo a las herbáceas y el guano kum (*Cryosophila argentea* H. Bartlett) (cuadros 5 y 6), se obtienen 309 posibles árboles, y únicamente 52 árboles no llegan a establecerse por distintas causas, entre las que podemos destacar

la muerte por inanición como resultado de una iluminación inadecuada y consecuentemente una fotosíntesis deficiente, la escases de humedad en el suelo y el ataque de animales, insectos y plagas.

Si se relaciona el diámetro con la edad de los árboles (Spurr, 1982), obtendríamos que la masa presenta todas las etapas de desarrollo de un bosque, lo que trae como consecuencia que obtengamos una masa multietánea, que es inversamente proporcional a las categorías de A.F.C. que señalan la mayor abundancia de árboles con categoría II, o sea, árboles que poseen una altura de fuste comercial de 5.1 a 10 metros. Esto nos indica que conforme va aumentando la masa en diámetro disminuye el número de árboles (Apéndice IV, cuadro 20).

Efectuando una relación de las categorías diamétricas con las categorías de A.F.C. podemos observar que 138 árboles que representan el 26.74%, poseen un diámetro de 10 a 15 cm. con una altura de fuste comercial de hasta 10 metros. Esto podría ser reflejo de la influencia de la cobertura de la masa, ya que tallos delgados pueden ser indicadores de un crecimiento violento para poder establecerse y competir por un espacio en la masa (Apéndice IV, cuadros 19 y 20).

Los troncos de los árboles tolerantes tienden a ser más delgados que los árboles intolerantes debido al gran desarrollo que presentan (Spurr 1982), para poder establecerse dentro de la masa; por lo tanto cuando la masa arbórea permanece intacta, las especies de las capas inferiores se encuentran fisiológica y estructuralmente adaptadas para utilizar la cantidad de luz disponible, continuamente decreciente, que llega al piso forestal. Sin embargo, ya que la masa arbórea forestal nunca se encuentra completamente intacta en grandes áreas, algunos árboles subdominantes, los arbustos y las hierbas que requieren niveles



relativamente altos de iluminación para sobrevivir, utilizan las microlocalizaciones bien iluminadas y se extienden violentamente dentro de las aberturas que se producen por las perturbaciones naturales de la masa o aquellas provocadas por el hombre. Los cambios en la estructura y la composición del bosque son el resultado de la constante demanda que tiene cada árbol por más espacio y de la muerte eventual de otros individuos, incluso los más dominantes.

El aumento constante de tamaño de los árboles principales de la localidad provoca la competencia por el espacio de crecimiento, que tiene como resultado una disminución del espacio para la mayor parte de las especies, y eventualmente su desaparición. La muerte de los árboles dominantes debido a relámpagos, el viento, los insectos, las enfermedades, incluso el envejecimiento, libera en la localización una porción de la cobertura principal que puede ser ocupada por el crecimiento y desarrollo de las especies que componen el sotobosque (Spurr, 1982).

La competencia entre los árboles de la misma especie no afecta la composición del tipo forestal y por lo tanto, no tiene efectos sobre la sucesión forestal. La competencia entre individuos de diferentes especies, sin embargo, da como resultado la transformación natural de una composición forestal a otra.

El método empleado para evaluar y cuantificar la regeneración arroja 477 individuos (cuadro 17 y 18) que representan a 22 especies. En la zona de estudio la regeneración natural presenta 65 individuos (14%) de Ramón (*Brosimum alicastrum* Sw.) seguido de 57 (12%) de Guano Kum (*Cryosophila argentea* H. Bartlett), 49 (10%) de Zapotillo (*Pouteria unilocularis* (Donn. Sm.) Baehni), 32 (7%) de Limonaria (*Murraya paniculata* (L.) Jacq.), 27 (6%) de Zapote (*Manilkara zapota* (L.) v. Royen) y 22 (5%) de Bojón (*Cordia alliodora* (Ruiz & Pav.) Cham.) entre las principales, descartando las herbáceas (111 individuos que representan el 23.27%).

Esto podría indicar que la masa tiende a una sucesión y modificar la composición forestal de Zapote (*Manilkara zapota* (L.) v. Royen) por Ramón (*Brosimum alicastrum* Sw.), además el Guano Kum (*Cryosophila argentea* H. Bartlett) se asocia generalmente a esta última especie, pudiendo ser un indicador de perturbación del ecosistema (Pennington y Sarukhan, 1968).

Dentro de los análisis de la relación que existe entre las propiedades del suelo y la regeneración podemos observar que: Los suelos forestales normalmente varían en un rango que va desde muy ácido pH 4, a ligeramente ácido pH 6.5. Sólo los suelos ricos en calcio provocan que el mantillo forestal indique suelos neutrales, pH 7 o ligeramente básicos, pH 7.5 (Spurr, 1982).

Los suelos estudiados presentan un pH que va de 5.98 a 7.18, esta variación está provocada por la profundidad del suelo (gráfica 6), aquí se nos indica que si el pH es ácido en la capa de 0 a 20 cm de profundidad, el porcentaje de regeneración disminuye. La matriz de correlación para este efecto (matriz de correlación 1), nos indica que la regeneración tiene un coeficiente de correlación de 0.846 con respecto al pH en el primer nivel de profundidad existiendo una relación significativa (tabla 1). Además el cambio de pH de ácido a ligeramente básico está influenciado por los altos valores (4030 ppm) de calcio encontrados en los análisis de suelos (Cuadros 7 al 11). Este elemento no tiene una influencia directa en el aumento o disminución de la regeneración ya que, la matriz correspondiente (matriz de correlación 8), muestra que los coeficientes de correlación son muy bajos 0.260, incluso negativos (-0.262) obteniendo en el análisis de varianza la No significancia (tabla 8).

Se puede considerar que el porcentaje de materia orgánica en el suelo analizado (Cuadros 7 al 11), a una profundidad de 0 a 20 cm (2.93 a 6%) va de medio a muy rico y este porcentaje disminuye conforme la profundidad del suelo, hasta obtener valores de 0.90 o muy pobre en contenido de materia orgánica (Ortiz, 1980). La correlación que existe de el porcentaje de la regeneración con respecto a la materia orgánica a una profundidad de 0 a 20 cm es baja (matriz de correlación 2), ya que, el coeficiente de correlación así lo indica (0.260), pero a una profundidad de 20 a 40 cm éste coeficiente (0.566) ya es importante, esto podría interpretarse como que a ésta profundidad existe mayor cantidad de materia orgánica humificada lo cual repercute directamente en el sistema radicular de la regeneración, en la disponibilidad y la absorción de nutrimentos (Jordan, 1983).

Si se analiza la matriz de correlación general se observa (Apéndice V), que el coeficiente de correlación entre el nitrógeno total y la materia orgánica disminuye conforme aumenta la profundidad y señala que existe una relación directamente proporcional entre estas variables, así de este modo los valores de la relación C/N de estos suelos van de 14:1 en el primer nivel de profundidad, a 5:1 en la profundidad de 40 a 60 cm, pero estas relaciones con respecto a la regeneración (tabla 4 y 12) son No significativas.

La correlación entre el fósforo y la regeneración posee valores muy bajos (-0.004), salvo a profundidades de 20 a 40 cm que tienen un coeficiente de 0.319 (matriz de correlación 5), éste valor puede estar dado porque a esta profundidad es posiblemente donde la materia orgánica se encuentra más humificada y este elemento forma parte esencial de la misma.

La disponibilidad de fósforo inorgánico para los árboles está influenciada por su relación con el fierro y ésta es muy elevada, ya que, su coeficiente es de 0.742 y esta puede limitar la disponibilidad del elemento (Jordan, 1983) (Apéndice V, matriz de correlación general).

Otro de los factores que afecta la disponibilidad de este elemento es la relación que existe entre el fósforo y el calcio los cuales poseen un coeficiente de correlación de 0.621 a una profundidad de 0 a 20 cm. Debido a la presencia de fierro y calcio en los suelos analizados es muy probable que se encuentren formando hidroxifosfatos que son insolubles y no disponibles para la mayoría de las plantas (Fassbender, 1975).

A pesar de que las concentraciones de potasio en los suelos muestreados (552.43 a 785.60 ppm) son elevadas (Cuadros 7 al 11) el coeficiente de correlación con la regeneración es bajo (0.190) a profundidad de 20 a 40 cm., pero es moderado (0.389 y 0.349) a profundidades de 0 a 20 cm. y 40 a 60 cm. respectivamente (matriz de correlación 6). Tal vez esto suceda debido a que en el segundo nivel de profundidad se encuentra el coeficiente de correlación más elevado entre el potasio y el pH que es de 0.927 (Apéndice V, matriz de correlación general), lo cual nos indica que la disponibilidad del potasio se encuentra asociada al pH del suelo (Fassbender, 1975).

Los hidróxidos de fierro y aluminio, frecuentemente predominan en los trópicos, pero el fierro probablemente forme hidroxifosfatos como ya se mencionó anteriormente. Esto puede ser el significado del porque, la relación del fierro con la regeneración sea muy baja en los tres niveles de profundidad (0.073, 0.129, 0.189) y por lo tanto no sea significativo (matriz de correlación y tabla 7).

En el suelo superficial pueden existir de 50 a 1000 p.p.m. o más de calcio en forma intercambiable. En los análisis de suelo estudiados encontramos que la presencia de calcio es de 3525 ppm en la profundidad de 0 a 20 cm. y de 4030 ppm en la última profundidad (Cuadros 7 al 11), esto sugiere que la recirculación de este elemento mediante la caída anual de hojas es favorable para las especies de maderas duras que demandan grandes cantidades de calcio (Pritchett, 1986).

Este elemento también es el causante de la variación del pH dependiendo de la profundidad (Gráfica 6 y 13), debido a que cuanto más profunda es la muestra mayor contenido de calcio existe y el pH tiende a ser ligeramente alcalino (7.15).

Con respecto a la regeneración se observa que los coeficientes son de 0.260, 0.129 y -0.262 y el análisis de varianza nos señala que no existe significancia entre estas variables (matriz de correlación y tabla 8).

Si se toma en cuenta que los suelos de la región son del tipo tzequel (Aguilera, 1958) que son suelos de rendzina con arcilla dominante montmorillonita, podemos intuir del porque la arcilla es significativa según el análisis de varianza (tabla 10), ya que, estos suelos poseen una elevada proporción de humus y un contenido de nutrimentos relativamente equilibrado (Ortiz, 1980).

Pero si se analiza el coeficiente de correlación con respecto a la regeneración, cuyo valor es de -0.773, 0.138 y -0.175 según la profundidad del suelo, nos indica que la profundidad de 0 a 20 cm obtenemos una correlación negativa en la cual si aumenta una disminuye la otra, pero a la profundidad de 20 a 40 cm. existe una correlación incipiente positiva recordando que en esta capa es en donde existe la mayor cantidad de materia orgánica humificada (matriz de correlación 10). Por lo tanto el contenido de arcilla se incrementa al disminuir el porcentaje de regeneración en los primeros 20 cm.

# ESTA TESIS NO DEBE SALIR DE LA BIBLIOTECA

## CONCLUSIONES

El Ramón (*Brosimum alicastrum* Sw.) se encuentra formando asociaciones con especies como el Zapote (*Manilkara zapota* (L.) v. Royen), el Zapotillo (*Pouteria unilocularis* (Donn. Sm.) Baehni) y el Bojón (*Cordia alliodora* (Ruiz & Pav.) Cham.), que ejercen dominancia en la zona de estudio, pero la masa forestal en base a los muestreos de regeneración tiende a cambiar su composición hacia la primera especie.

En la zona de muestreo se tienen buenas condiciones sanitarias en general, pero el aprovechamiento silvícola se ve restringido casi al 50%, debido a que estos poseen un fuste curvo, lo cual limita su aprovechamiento en el proceso de aserrio o a la utilización en general. Esta forma posiblemente se ve influenciada por la cobertura que es directamente proporcional a el crecimiento de los árboles.

En la zona de muestreo se tienen un número elevado de árboles altos y delgados que indica el crecimiento violento de la regeneración y su competencia por el establecimiento en un lugar en la masa forestal. Predominando en base a la fase de inventario el Zapotillo (*Pouteria unilocularis* (Donn. Sm.) Baehni) seguido del Bojón (*Cordia alliodora* (Ruiz & Pav.) Cham.Cham.).

Los suelos encontrados en la zona de estudio se clasifican como rendzinas según la FAO/UNESCO y se ubican en el grupo 1 de la clasificación Maya de suelos, donde se encuentran las series Tzequel y K'ankab. Estas condiciones edáficas promueven el establecimiento agresivo del Ramón (*Brosimum alicastrum* Sw.), ya que, en la vertiente del golfo que se ubica desde el sur de Tamaulipas hasta Quintana Roo ésta especie se desarrolla con marcada preferencia bajo estas condiciones y establece dominancia en las selvas de México.

La profundidad del suelo óptima encontrada para la relación nutrientes-porcentaje de regeneración es la de 20 a 40 centímetros de profundidad con excepción del pH, arcilla y limo donde la mejor correlación existente es en la profundidad de 0 a 20 centímetros.

Los análisis de varianza realizados entre las doce propiedades del suelo estudiadas y el porcentaje de regeneración, indican que únicamente tres de ellas que son el pH, el limo y la arcilla todas ubicadas en el primer nivel de profundidad posean una relación significativa entre estas y el porcentaje de regeneración. Pero las cantidades elevadas de arcilla señalan una correlación negativa que indica que si aumenta el contenido de arcilla en el suelo la regeneración tiende a disminuir.

#### LITERATURA CITADA

Aguilar, S. A. et. al. 1987. Análisis químico para evaluar la fertilidad del suelo. Pub. Especial No. 1 Ed. Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo. Colegio de Postgraduados, Montecillos Méx. pp. 8-86

Aguilera, H. N. 1958. Suelos. En: Los recursos naturales del sureste y su aprovechamiento. Cap.V Ed. Inst. Mex. de Rec. Nat. Ren. tomo II, México. pp. 199-200.

Argüelles, S. L. 1991. Plan de manejo forestal del bosque tropical de la empresa ejidal Noh-Bec Quintana Roo. Tesis profesional, UACH, Chapingo, Méx. pp. 27-40.

Balmaceda, E. 1994. The Peninsula, In: Caribbean News. edición en Español, publicación bimestral, año 5, no. 59, Cancun, Quintana Roo. pp. 8.

Barnard, R. O. 1980. Nutrient interactions in acid tropical soil. In: Tropical Agriculture, Vol. 57 No. 4 University of the West Indies, Guildford. pp. 333-341.

Chijiote, E. O. 1984. Suelos de las regiones tropicales húmedas de tierras baja; efectos causados por las especies de crecimiento rápido. Ed. FAO Roma. pp. 5-9.

Cuanalo de la Cerda, H. E. 1981, Suelos del campo experimental forestal El Tormento Campeche. 2a. ed. Boletín técnico INIF México. pp. 12.

Daniel, et. al. 1982. Principios de silvicultura. Ed. Mc. Graw Hill, Méx. pp. 363-366.



David, C. C. 1989. In: Dynamics of soil organic matter in tropical ecosystems. Ed. Niftal Project, Hawaii.

De la Puente, J. M. 1985, Apuntes de la asignatura de Biosilvicultura I y II, para el curso de posgrado en la Facultad de Ciencias, UNAM, Méx. Inédito

De las Salas, G. 1987. Suelos y ecosistemas forestales con énfasis en América tropical. 1a. Ed. Inst. Interamericano de Cooperación para la Agricultura. San José Costa Rica. pp. 28.

Downie, N. M. & R. W. Heath. 1973. Métodos estadísticos aplicados. Ed. Harla, Méx. pp. 100-116.

Dyck, W. J. et. al. 1994. Impacts of Forest Harvesting on Long-Term Site Productivity. Ed: Chapman & Hall, London. pp. 13-15.

Fassbender, H. W. 1975. Química de suelos con énfasis en América Latina. Ed. IICA Turrialba, Costa Rica. pp. 223-358.

García, E. 1986. Apuntes de climatología. 5a. ed. UNAM, Méx. pp. 131-149.

Gómez Pompa, A. 1976. Investigaciones sobre la regeneración de selvas altas en Veracruz. Ed. CECSA, México. pp.11-24.

Hernández, S. R. 1985. Apuntes de la asignatura de Suelos forestales I y II, para el curso de posgrado en la Facultad de Ciencias. UNAM, Méx. Inédito.

Harold, W. H. Jr. 1984. Introducción a la Biología Forestal. Ed. AGT, México. pp. 242-257.

INEGI. 1994. Anuario estadístico del Estado de Quintana Roo. pp.10-14.

INEGI. 1986. Cartas geológicas de la República Mexicana.

INF. 1993. Inventario Nacional Forestal para el Estado de Quintana Roo. Subsecretaría forestal, SARH, México.

INIF. 1981. Alternativas para el uso del suelo en áreas forestales del trópico húmedo; estudio de acuerdo sobre planificación y uso de recursos forestales tropicales México-Alemania.

Jordan, C. F. 1983. Nutrient regime in wet tropics: Physical factors. Institute of Ecology, University of Georgia, Athens Georgia USA. pp. 2-11.

Lewis, A. E. 1985. Bioestadística. Ed. C.E.C.S.A. Méx. pp. 107-117.

Miranda, F. 1978. Vegetación de la Península de Yucatán. 2a.edición, Colegio de Postgraduados, Chapingo, México. pp.170.

\_\_\_\_\_ y Hernández, X. 1985. Los tipos de vegetación de México y su clasificación, En; Kolocotzia, tomo 1, Revista de Geografía Agrícola, UACH, Chapingo, México. pp. 45-162.

Oleschko, L. K. 1995. Apuntes de la asignatura de Física de suelos: un enfoque de sistemas, para el curso de postgrado en el Centro de Edafología del Colegio de Postgraduados, Montecillos, Méx. (mimeo).

Ortega, G.F. et. al. 1992. Carta Geológica de la República Mexicana, escala 1:2,000,000. 5a. Ed. Consejo de Recursos Minerales e Instituto de Geología, UNAM, Méx.

Ortega, T. E. 1981. Química de suelos. Ed. Departamento de suelos, UACH, México. pp. 138-298.

Ortiz, Villanueva B. y C. Ortiz, Solorio 1980. Edafología. Ed. PATENA, UACH., Chapingo, Méx. pp. 93-112.

Pennington, T. D. y Sarukhan, J. 1968. Manual para la identificación de campo de los principales árboles tropicales de México. INIF-FAO, México. pp. 244-344.

Fritchett, W. L. 1986. Suelos forestales, propiedades, conservación y mejoramiento. Ed. Limusa, México. pp.20-147.

Roque, Alamina, J. G. 1991. Aspectos silvícolas para promover la regeneración de (*Swietenia macrophylla* King.) y otras especies comerciales en la empresa forestal ejidal Noh-Bec Q. Roo. Tesis profesional, Instituto Tecnológico Agropecuario No. 16, Juan Sarabia, Quintana Roo, México. pp. 32-46.

Sánchez, P. A. 1976. Properties and Management of soils in the tropics. ed. Wiley, N.Y. USA.

Santillán, P. J. 1986. Elementos de dasonomía. Div. de Ciencias Forestales, UACH., Chapingo, México. pp. 47-85.

Sosa, V. et. al. 1985. Etnoflora Yucatanense; Lista florística y sinonimia Maya. Fascículo 1 INIREB, Kalapa, Ver. Méx. pp. 20-79.

Spurr, S. y B. Barnes 1982. Ecología Forestal. Ed. AGT, México. pp. 191-221.

Staggerda, M. 1941. Maya indians of Yucatán. Carnegie Inst. Wash. Washington, D.C. USA.

Theng, B. K. G. 1991. Soil science in tropics—the next 75 years; In Soil Sci. Vol. 151 No. 1, pp. 76-83.

Tisdale, S. L. y Werner, L. 1982. Fertilidad de los suelos y Fertilizantes. Ed. UTEHA, Méx. pp. 8-9, 98-99, 292-293, 559-570.

Vickery, M. L. 1984. Ecology of tropical plants. Ed. Wiley, N.Y.

## APÉNDICE I

Usos maderables y no maderables de las especies estudiadas en el presente trabajo (Pennington y Sarukhan, 1968; Sosa, 1985).

*Pseudobombax ellipticum* (Kuntch) Dugand "Amapola".- Su madera relativamente suave es de buenas cualidades para la fabricación de chapas para centros de madera terciada y es empleada por los nativos para la fabricación de canoas.

*Cordia alliodora* (Ruiz & Pav.) Cham. "Bojón".- Madera de muy buena calidad y buenas características de aserrado, secado y torneado, usada para la fabricación de mangos de herramientas y otros artículos de esta naturaleza actualmente; o bien como madera aserrada para muebles de trabajo.

*Chrysophyllum mexicanum* Brand. ex Standl. "Caimito".- La madera se usa para construcciones rurales y el fruto es comestible.

*Acacia dolichostachya* Blake "Cantemo".- La madera es usada para la fabricación de durmientes.

*Swietenia macrophylla* King "Caoba".- Esta especie es prácticamente la base de las industrias forestales de las zonas tropicales de México. Su madera de excelentes cualidades produce chapa y madera aserrada sumamente apreciadas para ebanistería y todo tipo de construcciones.

*Bursera simaruba* (L.) Sarg. "Chaca".- La madera es muy blanca y se usa para la fabricación de chapas, madera terciada y para mangos de herramientas.

*Sincklingia salvadorensis* Standl. "Chakté-koc".- La madera es usada para construcciones rurales y para la fabricación de durmientes, mangos de herramienta y artículos torneados.

*Sweetia panamensis* Benth. "Chakté-viga".- Su madera es usada para la fabricación de chapa para centros y vistas de madera terciada, también se ha fabricada parquet, lambrin y duela produce durmientes de muy buena calidad y es usada para construcción.

*Metopium brownei* (Jacq.) Urban "Chechem negro".- Su madera se emplea para la fabricación de chapas para madera terciada decorativa y para duelas, pisos y lambrines.

*Protium copal* (Schlecht. & Cham.) Engl. "Copal".- Su madera es usada para fabricar mangos de herramientas y postes para casa.

*Astronium graveolens* Jacq. "Jobillo".- Madera empleada para construcciones.

*Pouteria campechiana* (Kunth) Baehni "K'anixté".- Madera usada para obtener tablas y vigas para la construcción de casas.

*Luehea speciosa* Willd. "Ka'askat".- Madera empleada para construcciones rurales y para la fabricación de mangos de herramientas agrícolas.

*Swartzia cubensis* (Britt. & Wilson) Standl. "K'atalox".- Su madera es usada para construcciones pesadas, postes, durmientes, chapas y lambrines.

*Hampea trilobata* Standley "Majagua".- La madera se usa ocasionalmente para producir carbón o para herramientas de campo.

*Simarouba glauca* DC. "Pasa'ak".- Su madera es usada para la fabricación de chapas para centros y vistas de madera terciada.

*Brosimum alicastrum* Sw. "Ramón".- Debido en parte a que las hojas y frutos de esta planta se usan como forraje para el ganado especialmente en épocas de sequía, la madera ha recibido pocos usos.

*Dendropanax arboreus* (L.) Planch. & Decne. "Sac-chacáh".- La madera se usa para la fabricación de chapas para los centros de madera terciada.

*Alseis yucatanensis* Standl. "Tabaquillo".- La madera se usa para la fabricación de durmientes.

*Manilkara zapota* (L.) v. Royen "Zapote".- Su explotación radica en obtener látex para fabricar chicle.

*Pouteria unilocularis* (Donn. Sm.) Baehni "Zapotillo" .- Se usa para fabricar construcciones rurales y postes de carros de ferrocarril.

APENDICE II

Cuadro 12 Resultados del sitio 1, 2, 3 y 4

**Sitio 1**

Nombre común	D.A.P.	A.F.C.	Sanidad	Forma
Zapote	0.36	13.3	2	B
Zapote	0.18	9.5	1	A
Zapote	0.19	5.5	1	A
Zapote	0.28	11.5	1	C
Zapote	0.23	8.2	2	C
Zapote	0.18	2.3	2	B
Zapote	0.31	3.4	2	C
Ramón	0.12	4.8	1	C
Ramón	0.13	11	1	C
Ramón	0.14	9.1	2	C
Ramón	0.25	7	1	B
Ramón	0.25	7.7	1	C
Bojón	0.18	8.8	1	B
Bojón	0.13	8	1	A
Bojón	0.14	5	1	A
K'anabé	0.2	10	2	B
K'anabé	0.21	9.8	2	C
K'anabé	0.18	9.5	2	C
Zapotillo	0.18	5.2	1	A
Zapotillo	0.1	5.8	1	A
Chaké-koc	0.22	9.2	2	C
Chaké-koc	0.17	9.7	1	A
Tabaquillo	0.17	4.4	2	B
Tabaquillo	0.12	7.6	1	A
Ka'sakut	0.12	9.5	1	B
Pasa'sak	0.11	9.1	1	A
Sao-chacáh	0.15	12.2	1	B
K'etá'ox	2.2	10.2	2	B
Caoba	0.81	10.6	1	A
Total 29 árboles				

**Sitio 2**

Nombre común	D.A.P.	A.F.C.	Sanidad	Forma
Zapotillo	0.1	7.8	1	A
Zapotillo	0.19	6.7	1	B
Zapotillo	0.12	4.4	1	B
Dzashem negro	0.21	9.2	1	C
Dzashem negro	0.23	10.4	1	A
Dzashem negro	0.32	9	1	B
Chaké-vige	0.23	11.2	1	C
Chaké-vige	0.19	7.2	2	B
Ramón	0.28	3.5	2	A
Ramón	0.32	10	1	A
Zapote	0.34	10.9	1	C
Zapote	3.3	13	2	A
K'anabé	0.19	9.7	2	C
K'anabé	0.17	14.8	1	C
Sao-chacáh	2.45	7.5	1	B
Sao-chacáh	0.32	11.5	1	C
Capulín	0.14	12.2	1	A
Limonaria	0.1	7.4	1	A
Caoba	3.7	18	1	A
Pasa'sak	0.25	6.9	1	A
Zapotillo	0.14	8.8	1	C
Yá'smik	0.11	6.2	1	C
Caimito	0.1	8.9	2	C
Tesab	0.19	14.8	1	C
Caoba	0.29	11.5	1	C
Limonaria	0.1	3.5	1	B
Chaké-koc	0.12	7	1	C
Total 27 árboles				

**Sitio 3**

Nombre común	D.A.P.	A.F.C.	Sanidad	Forma
Zapote	0.34	8.4	2	C
Zapote	0.38	12.1	1	A
Zapote	0.53	10.4	2	C
Ramón	0.22	11.8	1	C
Ramón	0.38	5.7	2	C
Tabaquillo	0.12	11.4	1	A
Tabaquillo	0.24	4.7	1	B
Zapotillo	0.15	3.7	1	A
Zapotillo	0.25	8.5	1	B
Chaké-koc	0.22	8.3	1	A
Dzashem negro	0.22	7.9	1	C
Bojón	0.15	18	2	A
Pasa'sak	0.2	11.8	1	C
Jobillo	0.1	7.1	1	C
Jobillo	0.12	14	1	C
Total 15 árboles				

**Sitio 4**

Nombre común	D.A.P.	A.F.C.	Sanidad	Forma
Zapotillo	0.11	4.3	1	A
Zapotillo	0.16	10.7	1	A
Zapotillo	0.2	7.2	1	A
Zapotillo	0.13	7.6	1	C
Zapotillo	0.12	7.2	1	B
Zapotillo	0.12	7.7	1	A
Zapote	0.42	13.1	1	B
Zapote	0.19	7.1	2	C
Zapote	0.31	7.1	2	B
Zapote	0.28	6.4	1	C
Zapote	0.24	5.3	2	B
Ramón	0.26	12.9	2	C
Ramón	0.19	7.7	1	B
Ramón	0.43	12.4	1	C
K'anabé	0.16	1.3	1	C
K'anabé	0.12	9.5	2	C
Pasa'sak	0.21	12.4	1	A
Pasa'sak	0.14	11.2	1	C
Chaké-koc	0.16	8.7	1	A
Dzashem negro	0.1	8.2	1	A
Bojón	0.13	6.4	1	B
Yá'smik	2.53	8.8	2	C
Caimito	0.11	3.8	2	A
Tesab	0.21	9.4	1	C
Total 24 árboles				



CONTINUACION APENDICE II

Cuadro 13 Resultados del año E, E, 7 y 8

Sitio 5

Nombre común	D.A.P.	A.F.C.	Sanidad	Forma
Ramón	0.18	9.7	1	C
Ramón	0.38	1.7	1	A
Ramón	0.45	14.8	2	A
Ramón	0.25	12	1	C
Ramón	0.22	4.5	1	C
Zepote	0.7	9.2	2	A
Zepote	0.63	9.9	1	B
Zepote	0.88	12.5	2	A
Zepote	0.18	4.4	1	B
Zepote	0.47	10.2	2	B
Chaké-Koc	0.12	4.3	1	A
Chaké-Koc	0.12	5.1	2	A
Chaké-Koc	0.25	7.8	1	B
Zepotillo	0.16	6.2	1	A
Zepotillo	0.18	6.4	1	A
Ya'oonik	0.15	3.3	1	B
Tastab	0.18	8.9	1	B
Tabaquillo	0.17	4.8	1	C
Pas'ak	0.12	8.9	1	C
Chasap nage	0.1	4.4	2	C
Tadai	0.13	1.5	1	C
Sac-chacoh	0.1	3.4	2	C
Total 22 árboles				

Sitio 6

Nombre común	D.A.P.	A.F.C.	Sanidad	Forma
Zepote	0.15	8.8	2	B
Zepote	0.21	2.8	1	A
Zepote	0.22	8	1	C
Zepote	0.28	12.5	2	C
Zepote	0.34	10.8	2	C
Sac-chacoh	0.19	5	1	C
Sac-chacoh	0.38	14	2	C
Sac-chacoh	0.32	7.5	1	B
Sac-chacoh	0.25	3.8	1	B
Sac-chacoh	0.19	8.7	2	B
Ramón	0.52	3.7	1	A
Ramón	0.54	8.5	1	A
Tadai	0.21	11.8	1	C
Tadai	0.24	9.1	1	C
Chaca	0.36	5.8	2	C
Zepotillo	0.1	5.5	1	C
Kakanché	0.23	4.2	2	B
K'akokel	0.22	9	1	C
Tabaquillo	0.13	3.4	2	C
Total 18 árboles				

Sitio 7

Nombre común	D.A.P.	A.F.C.	Sanidad	Forma
Bojón	0.14	3.5	1	A
Bojón	0.12	4.3	1	A
Bojón	0.16	5.8	1	A
Bojón	0.15	7.5	1	A
Bojón	0.23	7.6	1	C
Ramón	0.28	4.1	1	B
Ramón	0.31	13	2	C
Ramón	0.36	11.2	1	C
Ramón	0.14	2.2	1	C
Zepote	0.17	5.3	1	C
Zepote	0.25	7.4	1	C
Zepote	0.18	10.8	1	C
Zepote	0.47	6.7	2	B
Kakanché	0.12	7.8	1	A
Kakanché	0.11	4.4	1	B
Tastab	0.23	5.5	1	A
Tastab	0.18	8.7	1	B
K'anós	0.2	4.5	2	C
K'anós	0.19	7.5	2	C
Tastab	0.1	5.7	1	B
Kakanché	0.11	5.8	1	B
Tadai	0.14	6.9	1	C
Zepotillo	0.14	5.9	1	B
Chaca	0.59	14.1	1	A
Copai	0.14	7.4	1	B
Ya'oonik	0.11	3.6	1	B
K'akokel	0.22	11.3	1	B
K'akokel	0.22	5.9	1	B
Zepotillo	0.13	7.3	1	C
Total 28 árboles				

Sitio 8

Nombre común	D.A.P.	A.F.C.	Sanidad	Forma
Bojón	0.17	13.4	1	A
Bojón	0.13	4.8	1	A
Bojón	0.21	8.7	1	A
Bojón	0.12	10.6	1	A
Bojón	0.15	11.3	1	A
Bojón	0.15	8.2	1	C
Bojón	0.18	3.1	1	C
Bojón	0.18	7.7	1	A
Bojón	0.15	5.5	1	A
Bojón	0.14	12.7	1	A
Bojón	0.17	14.5	1	A
Bojón	0.16	12.9	1	A
Bojón	0.16	9.4	1	B
Ramón	0.39	8.3	1	A
Ramón	0.13	10.5	1	C
Ramón	0.12	8.7	1	C
Ramón	0.15	9.9	1	C
Ramón	0.45	8.4	2	A
Chaké-koc	0.19	2.7	2	B
Chaké-koc	0.26	11	1	B
Chaké-koc	0.24	10	1	B
Chaké-koc	0.23	10	1	B
Ya'oonik	0.18	6.4	1	B
Ya'oonik	0.17	7.3	1	C
Ya'oonik	0.11	4.5	1	C
K'anós	0.18	9.8	1	C
K'anós	0.19	11	1	C
Zepotillo	0.1	5.5	1	B
Zepotillo	0.17	3.3	2	B
Copai	0.12	8.2	1	B
Copai	0.11	4.7	2	C
Caoba	0.15	4.3	1	C
Chaca	0.13	7.8	1	C
Tastab	0.21	6.5	1	B
Total 34 árboles				

## CONTINUACION APENDICE II

Cuadro 14 Resultados del año 8, 10, 11 y 12

Sitio 8

Nombre común	D.A.P.	A.F.C.	Sanidad	Forma
Bojón	0.15	12.6	1	A
Bojón	0.16	14	1	A
Bojón	0.12	4.1	1	A
Bojón	0.15	14.4	1	A
Bojón	0.17	14.2	1	A
Bojón	0.6	6.6	1	A
Zapote	0.22	7.7	2	C
Zapote	0.14	6.7	1	C
Zapote	0.31	8.1	2	A
Zapote	0.21	6.3	1	C
Zapote	0.1	3.9	1	C
Zapote	0.15	5.9	1	B
Zapote	0.15	5.3	2	C
Chaloté-Koc	0.28	8.8	1	C
Chaloté-Koc	0.16	7.3	1	B
Chaloté-Koc	0.25	8.7	1	C
Chaloté negro	0.15	5.9	1	B
Ramón	0.28	8	1	B
Ramón	0.12	8.7	1	C
Sac-chacáh	0.15	4.2	2	B
K'anibé	0.12	2	1	C
Tabesquillo	0.14	5.9	1	A
Majagua	0.11	5.3	1	C
Guaya	0.16	11.7	1	C
Tamby	0.3	5.6	1	C
Chaca				
Total 25 Árboles				

Sitio 10

Nombre común	D.A.P.	A.F.C.	Sanidad	Forma
Zapote	0.11	6.7	1	A
Zapote	0.27	9.5	2	A
Zapote	0.19	7.5	1	C
Zapote	0.1	4.5	1	A
Zapote	0.1	4.7	1	B
Zapote	0.11	6.2	1	C
Zapote	0.12	4.4	1	A
Zapote	0.17	6.1	2	C
Zapote	0.15	4.6	1	C
Zapote	0.13	5.1	1	C
Zapote	0.23	10.3	1	C
Zapote	0.8	8.9	1	B
Zapote	0.21	5.8	1	C
Zapote	0.41	11.4	2	C
Ramón	0.13	6.6	1	C
Ramón	0.43	5.1	1	B
Caoba	0.27	6.6	1	A
Chaloté-Koc	0.29	11.8	1	B
Bojón	0.12	1.9	1	A
Chaca	0.26	10.4	1	C
Copal	0.11	7.5	1	C
Zapote	0.16	12.9	1	B
K'estalax	3.3	6.3	2	C
Guaya	0.13	8.5	1	C
Tadai	0.14	8.2	1	A
Guaya	0.15	3.2	1	C
Tadai	0.1	6	1	C
Total 27 Árboles				

Sitio 11

Nombre común	D.A.P.	A.F.C.	Sanidad	Forma
Zapote	0.1	5.2	1	A
Zapote	0.14	7.2	1	A
Zapote	0.11	6.6	1	A
Zapote	0.14	5.9	1	A
Zapote	0.25	10.8	1	B
Zapote	0.11	4.7	1	B
Zapote	0.11	4.4	1	B
Zapote	0.23	6.8	2	C
Zapote	0.1	2.4	2	B
Zapote	0.34	9.2	2	B
Zapote	0.47	9.6	1	A
Zapote	0.32	7.2	2	B
Zapote	0.43	9.2	2	A
Zapote	0.51	9.8	1	A
Zapote	0.14	5	2	A
Zapote	0.42	12	1	A
Ramón	0.14	3.8	2	C
Ramón	0.19	12.2	1	C
Kakanché	0.12	7.8	1	A
Kakanché	0.15	7.9	1	C
K'anibé	0.15	5.4	1	C
Chaloté-Koc	0.19	8.7	2	C
Tabesquillo	0.22	9	1	C
Sac-chacáh	0.22	15.3	1	C
K'estalax	0.42	12.7	2	C
Jobillo	0.1	9.8	1	C
Majagua	0.18	4.1	1	C
Majagua	0.13	5	1	C
Total 28 Árboles				

Sitio 12

Nombre común	D.A.P.	A.F.C.	Sanidad	Forma
Bojón	0.15	9.4	1	A
Bojón	0.11	6	2	A
Bojón	0.18	3.6	1	A
Bojón	0.12	12.5	1	B
Bojón	0.16	12.9	1	A
Bojón	0.13	13.2	1	C
Zapote	0.18	3.5	1	B
Zapote	0.11	6.7	1	A
Zapote	0.1	9.5	1	A
Zapote	0.13	7.7	1	A
Chaloté-Koc	0.16	7.5	2	B
Chaloté-Koc	0.18	6.3	1	C
Chaloté-Koc	0.32	8.3	2	C
Chaloté-Koc	0.16	3	1	B
Copal	0.13	9.8	1	C
Copal	0.11	9.3	1	C
Copal	0.1	4	2	C
Copal	0.2	8	1	B
Kakanché	0.17	4.4	2	B
Kakanché	0.1	6.1	1	C
Kakanché	0.19	7.7	1	B
Chaca	0.14	7.3	1	C
Chaca	0.21	3.4	1	C
Zapote	0.21	9.3	1	C
Zapote	0.34	5.6	2	B
Caoba	0.36	9.8	1	A
Tabesquillo	0.1	7.9	1	C
Kakanché	0.33	7.5	1	C
Caumto	0.2	7.6	1	B
Y'a'omik	0.31	5	1	A
K'anibé	0.23	2.2	2	A
Total 31 Árboles				

CONTINUACION APENDICE II

Cuadro 15 Resultados del año 13, 14, 15, y 16

Sitio 13				
Nombre común	D.A.P.	A.F.C.	Sanidad	Forma
Bojón	0.16	7.1	1	A
Bojón	0.11	4.4	1	A
Bojón	0.14	3.6	1	B
Bojón	0.14	5.8	1	A
Bojón	0.15	13.6	1	A
Bojón	0.14	4.3	1	A
Bojón	0.14	12.2	1	A
Bojón	0.15	1.2	1	C
Bojón	0.14	14.3	1	A
Bojón	0.15	5.6	1	A
Zapotillo	0.22	8.6	1	C
Zapotillo	0.26	8.9	1	C
Zapotillo	0.12	7.9	1	C
Chakó-koc	0.28	8.7	1	A
Chakó-koc	0.12	9.2	2	B
Chakó-koc	0.15	12.3	2	C
Sac-chacóh	0.14	1.8	1	A
Sac-chacóh	0.23	9.8	1	C
Sac-chacóh	0.1	3.7	1	A
Dacham negro	0.32	12.1	1	B
Dacham negro	0.28	7.4	1	B
Dacham negro	0.3	11.7	1	B
Zapote	0.37	9.5	1	C
Zapote	0.28	7.3	1	B
Ya'zonik	0.13	7.3	1	B
Ya'zonik	0.13	8.3	2	B
K'anobé	0.15	3.8	1	A
K'anobé	0.13	6.4	2	C
Pasa'ak	0.13	8.6	1	A
Pasa'ak	0.18	10	1	A
Limónaria	0.11	4.2	1	B
Ramón	0.23	9.7	1	C
Kakanché	0.2	8.8	1	C
Ka'askat	0.21	11.9	1	C
Tabaquito	0.19	12.7	1	C
Canimeo	0.21	14.2	1	C
Total 36 árboles				

Sitio 16				
Nombre común	D.A.P.	A.F.C.	Sanidad	Forma
Zapote	3.22	9	2	A
Zapote	0.42	9.1	2	A
Bojón	0.14	13.8	1	C
Bojón	0.19	17	1	C
Testab	0.13	11.4	1	C
Testab	0.2	13.5	1	C
Kakanché	0.18	8.9	1	C
Kakanché	0.11	8.8	1	C
Ya'zonik	0.11	5.9	1	C
Ya'zonik	0.16	8.8	1	A
Caoba	0.14	9.6	1	C
Caoba	0.12	7.9	1	A
Ramón	0.2	5.3	1	C
Pasa'ak	2	13.3	1	A
K'estalox	0.2	10.4	2	C
Chakó-koc	0.4	9	2	A
Total 18 árboles				

Sitio 14				
Nombre común	D.A.P.	A.F.C.	Sanidad	Forma
Chakó-koc	0.17	10.5	1	A
Chakó-koc	0.2	9.8	2	C
Chakó-koc	0.11	8.2	2	C
Chakó-koc	0.18	6	1	B
Zapotillo	0.13	8.2	2	C
Zapotillo	0.1	8.6	1	C
Zapotillo	0.12	4	1	B
Ramón	0.19	13.3	2	C
Ramón	0.32	7.7	2	C
Kakanché	0.14	5.5	1	A
Kakanché	0.15	6.4	1	C
K'estalox	0.22	9.4	1	C
K'estalox	0.2	7.7	2	C
Dacham negro	0.35	8.2	1	C
Jobillo	0.12	8.8	1	C
Ya'zonik	0.12	2.4	2	B
Pasa'ak	0.22	12.4	1	C
Tabaquito	0.15	3.2	2	C
Copal	0.11	9.3	1	C
Bojón	0.14	15.3	1	B
Chaca	0.12	11	1	C
Zapote	0.52	9.7	1	C
Caoba	0.1	6	1	C
Total 23 árboles				

Sitio 15				
Nombre común	D.A.P.	A.F.C.	Sanidad	Forma
Zapotillo	0.2	8.8	2	C
Zapotillo	0.11	5.8	1	B
Zapotillo	0.14	7	1	C
Zapotillo	0.13	5.2	1	C
Zapotillo	0.18	4.5	1	C
Zapotillo	0.1	6.8	1	C
Zapotillo	0.13	7.9	1	C
Zapote	0.1	7.7	1	A
Zapote	0.13	5.8	1	C
Zapote	0.11	6.4	1	C
Zapote	0.12	2.4	1	C
K'anobé	0.13	5.3	1	A
K'anobé	0.13	11.9	2	C
K'anobé	0.41	11.3	1	C
K'anobé	0.26	9.7	1	C
Bojón	0.15	7	1	A
Bojón	0.18	15	1	C
Ka'estalox	0.51	10.2	2	C
Ka'estalox	0.55	10.9	2	C
Chakó-koc	0.27	11.9	1	C
Ka'askat	0.45	10.8	1	A
Ramón	0.13	8	1	C
Kakanché	0.12	6	1	C
Pasa'ak	0.16	9	1	C
Ya'zonik	0.12	8.4	1	C
Jobillo	0.11	15	1	C
Total 28 árboles				

CONTINUACION APENDICE II

Cuadro 18 Resultados del año 17, 18, 19 y 20

**Sito 17**

Nombre común	D.A.P.	A.F.C.	Sanidad	Forma
Zapotillo	0.2	5.5	1	B
Zapotillo	0.25	2.3	1	A
Zapotillo	0.10	5.5	1	B
Zapotillo	0.21	6.6	1	A
Zapote	0.36	4.9	2	B
Zapote	0.37	10.2	1	A
Zapote	0.12	3.7	2	C
Zapote	0.53	5.7	1	A
Zapote	0.15	6.4	1	A
Zapote	0.12	8.3	1	C
Zapote	0.26	10.1	1	C
Chakó-koc	0.16	12.4	1	C
Chakó-koc	0.15	6.4	2	C
Chakó-koc	0.14	12.8	2	C
Chakó-koc	0.34	5.1	1	C
Chakó-koc	0.12	5.1	2	C
Ramón	0.1	7.9	1	C
Ramón	0.28	4.8	1	C
Ramón	0.11	7.9	2	B
Chaca	0.28	12.4	1	C
Chaca	0.25	13.1	1	C
Tantab	0.29	7.9	1	C
Caoba	0.12	4.3	2	B
K'anón	0.2	7.7	2	B
K'a'sakat	0.21	12.9	2	B
Bojón	0.15	15.2	1	B
Limonaria	0.13	8.4	1	C
Amapola	0.22	14.8	1	A
Kakanché	0.13	6.6	1	B
Total 28 árboles				

**Sito 18**

Nombre común	D.A.P.	A.F.C.	Sanidad	Forma
Zapote	0.3	7.5	2	A
Zapote	0.20	6.6	2	C
Zapote	0.36	10.2	2	B
Zapote	0.16	7.7	2	C
Zapote	0.1	3.1	1	B
Zapote	0.2	6.7	1	B
Zapotillo	0.15	10.4	2	C
Zapotillo	0.16	7.5	1	B
Zapotillo	0.10	3.5	1	B
Zapotillo	0.11	9.3	2	C
Zapotillo	0.14	9.6	2	C
Chakó-koc	0.22	13.4	1	A
Copal	0.1	5.2	1	B
Pasa'ak	0.28	12.3	2	C
Tantab	0.28	6.3	2	C
Limonaria	0.1	7.4	1	C
Bojón	0.13	11.2	1	C
Tamby	0.13	5.2	1	B
K'anón	0.35	5	2	A
Total 19 árboles				

**Sito 18**

Nombre común	D.A.P.	A.F.C.	Sanidad	Forma
Bojón	0.13	7	1	C
Bojón	0.13	5.6	1	C
Bojón	0.14	14	1	A
Bojón	0.12	9.4	1	A
Bojón	0.15	13	1	A
Bojón	0.14	12.8	1	A
Bojón	0.12	2.1	1	A
Zapotillo	0.15	8.4	1	C
Zapotillo	0.12	6.7	1	C
Zapotillo	0.11	9.5	1	C
Zapote	0.19	3.7	2	B
Zapote	0.11	8.5	1	C
Zapote	0.58	13.5	1	C
Kakanché	0.17	7.2	1	A
Kakanché	0.19	3.4	1	A
Kakanché	0.11	5.4	1	B
Copal	0.13	9.4	1	C
Copal	0.14	10	1	C
Copal	0.12	7.3	1	C
Ramón	0.38	10.3	1	C
Ramón	0.28	7.7	2	B
Ramón	0.33	12.2	1	C
Calmito	0.11	3.4	1	C
Calmito	0.14	8.1	2	C
Chakó-koc	0.31	9.8	2	A
Chakó-koc	0.15	9.3	1	B
K'a'sakat	0.17	6.3	2	A
K'a'sakat	0.14	10.1	2	B
Tantab	0.13	8.3	1	C
Tantab	0.12	8.5	1	C
K'anón	0.15	9.7	1	C
K'anón	0.25	6.2	2	C
Sac-chacáh	0.42	2	1	A
Sac-chacáh	0.19	10.5	1	C
Chaca	0.11	9.4	1	C
Zapotillo	0.22	9.2	2	C
Tabaquillo	0.11	4.7	2	C
Queye	0.15	3.2	2	C
Total 38 árboles				

**Sito 20**

Nombre común	D.A.P.	A.F.C.	Sanidad	Forma
Ramón	0.2	4.6	2	C
Ramón	0.14	8.5	1	C
Ramón	0.17	6.6	1	A
Ramón	0.41	7.4	1	B
Ramón	0.25	11.6	1	C
Copal	0.12	6.9	2	B
Copal	0.16	7.9	1	C
Zapote	0.16	5.9	1	B
Zapote	0.23	6.2	1	B
Caoba	0.15	4.4	1	B
Caoba	0.16	5.2	1	B
Ya'xonik	0.11	4.1	1	A
Bojón	0.11	4.1	1	A
Tantab	0.15	3.6	1	C
K'anón	0.23	1.9	2	B
Tabaquillo	0.16	4.5	2	C
Zapotillo	0.12	5.6	2	C
Caoba	0.17	9	1	C
Total 16 árboles				

### APENDICE III

#### REGENERACION

Casabo 17 Resultados de los años 2, 4, 6, 8 y 10

Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3
Ramón	Kum	Kum
Zapallo	Zapallo	Herbaceas
Bañín	Limonaria	Limonaria
Zapote	Zapote	Pass'ak
Herbaceas	Guape	Chaco
Chacham n	Ramón	Zapallo
Kum	Tahacullo	Zapote
Guape	Herbaceas	Anacole
Total	Total	Total
22	11	21

Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3
Zapote	Guape	Ramón
Ramón	Zapallo	Chaco
Zapallo	Limonaria	Limonaria
Chacham n	Chacham n	Chacham n
Ka'stat	Herbaceas	Zapote
Tastil	Kum	Kum
Herbaceas	Total	Total
Tastil	18	7
Kum		4
Tahacullo		1
Limonaria		1
Total		18

Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3
Zapallo	Ramón	Herbaceas
Herbaceas	Limonaria	Zapallo
Ramón	Ka'stat	Zapallo
Kum	Casulín	Casulín
Limonaria	Kum	Limonaria
Chaká-kac	Zapote	Kum
Casulín	Herbaceas	Chacham n
Tastil	Zapallo	K'stat
Chaco	Total	Chaco
Zapote	14	Chaká-kac
Bañín		Ya'ak
Total		Total
27		20

Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3
Zapallo	Zapallo	Herbaceas
Limonaria	Herbaceas	Zapote
Bañín	Zapote	Ramón
Pass'ak	Tahacullo	Zapote
Ramón	Kum	Casulín
Zapote	Anacole	Zapallo
Herbaceas	Limonaria	Bañín
Tahacullo	Total	Sa-chachá
Kum	12	Total
Total		10
14		10

Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3
Zapallo	Zapote	Herbaceas
Limonaria	Bañín	Anacole
Herbaceas	Ramón	Chacham n
Tahacullo	Kum	Chaco
Kum	Copel	Ramón
Zapote	Limonaria	Total
Ramón	Chaká-kac	3
Chaco	Herbaceas	3
Copel	Total	17
Casulín		
Total		23

### CONTINUACION APENDICE III

Cuadro 18 Resultados de los sitios 12, 14, 16, 18 y 20

Sitio 12		
Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3
Kum	Guape	Randn
1	Zapallo	Chaca
1	Chasham n	Limonaria
Zapallo	Tabasullo	Kum
3	Herbaceas	Zapallo
Herbaceas	7	7
Randn	Ye'aruk	Zapote
3	Copal	1
Zapote	1	K'stalon
1	1	1
Chaca	1	Total
1	16	8
Total	17	

Sitio 14		
Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3
Zapote	Guape	Limonaria
3	Herbaceas	1
Randn	Zapote	K'stalon
3	1	2
Herbaceas	Batin	Chasham n
3	2	2
Limonaria	Zapallo	Copal
1	1	1
K'stalon	Randn	Herbaceas
1	4	8
Zapallo	Capulin	Randn
2	1	1
Copal	Total	Sac-chach
1	13	1
Kum		Tabasullo
2		1
Chasham n		Total
1		16
Guape		
1		
Total	18	

Sitio 16		
Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3
Chasham n	Randn	Herbaceas
2	2	4
Tabasullo	Limonaria	Kum
1	1	1
Kum	Capulin	Copal
1	1	1
Zapallo	Herbaceas	Randn
4	8	3
Randn	Chaca	Zapote
3	1	2
Randn	Copal	Zapallo
1	2	1
Herbaceas	Zapallo	Ye'aruk
3	1	3
Total	15	Total
		16

Sitio 18		
Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3
Limonaria	Chaca	1
2	Zapote	1
Copal	Limonaria	2
1	Kum	1
Guape	2	Amargosa
2	Total	5
Herbaceas		Randn
4		4
Naranjillo		Batin
1		1
Chasham n		Total
2		11
Randn		
4		
K'stalon		
2		
Total	17	

Sitio 20		
Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3
Randn	Herbaceas	Limonaria
4	Kum	8
Batin	Zapote	Sac-chach
2	2	1
Zapote	Zapallo	Batin
2	1	1
Zapallo	Randn	Randn
2	2	2
Limonaria	Batin	Zapallo
1	1	1
Ye'aruk	Capulin	Herbaceas
1	1	3
Herbaceas	Chaká-koc	Kum
3	1	4
Capulin	Chaca	Zapote
1	1	1
Kum	3	Amargosa
3	16	Pasa'ak
Copal	1	1
1		Total
Total	20	19

APENDICE IV

**Cuadro 19 Resultados de las categorías diamétricas**

Categoría diamétrica	No. de árboles	Porcentaje
Categoría diamétrica 1	224	43.42
Categoría diamétrica 2	112	21.7
Categoría diamétrica 3	81	11.89
Categoría diamétrica 4	35	6.78
Categoría diamétrica 5	28	5.09
Categoría diamétrica 6	18	3.1
Categoría diamétrica 7	42	8.14

**Cuadro 20 Resultados de las categorías de A.F.C.**

Categoría de A.F.C.	No. de árboles	Porcentaje
Categoría I	102	19.77
Categoría II	299	56.78
Categoría III	115	22.28
Categoría IV	6	1.17

**Cuadro 21 Resultados del estado sanitario**

Estado sanitario	No. de árboles	Porcentaje
Sanidad 1	398	75.19
Sanidad 2	128	24.81

**Cuadro 22 Resultados de la forma de los árboles**

Forma	No. de árboles	Porcentaje
Forma A	145	28.1
Forma B	135	26.18
Forma C	236	45.74

APENDICE V

Matriz de correlación																		
	PH 1	PH 2	PH 3	MO 1	MO 2	MO 3	CE 1	CE 2	CE 3	NT 1	NT 2	NT 3	Fábrica 1	Fábrica 2	Fábrica 3	Peteno 1	Peteno 2	Peteno 3
PH 1	1																	
PH 2	0.987	1																
PH 3	0.542	0.985	1															
MO 1	0.472	0.635	0.758	1														
MO 2	0.17	0.424	0.586	0.986	1													
MO 3	0.134	-0.307	-0.029	-0.547	0.089	1												
CE 1	0.740	0.644	0.726	0.495	0.758	0.226	1											
CE 2	0.408	0.182	0.222	0.24	0.377	0.338	0.498	1										
CE 3	0.135	0.375	0.385	0.14	0.282	-0.147	0.234	-0.081	1									
NT 1	0.481	0.608	0.527	0.584	0.548	-0.677	0.038	0.075	0.212	1								
NT 2	0.481	0.525	0.722	0.582	0.688	0.387	0.481	0.055	0.084	0.548	1							
NT 3	0.065	0.155	0.388	0.319	0.288	-0.222	0.188	-0.485	0.556	0.483	0.428	1						
Fábrica 1	-0.073	0.624	0.54	0.381	-0.087	-0.172	0.053	-0.478	0.574	0.415	0.475	0.483	1					
Fábrica 2	0.385	0.084	0.758	0.721	0.585	-0.164	0.382	0.187	0.289	0.082	0.088	0.487	0.435	1				
Fábrica 3	0.224	0.532	0.51	0.489	0.082	-0.532	0.187	0.085	0.285	0.481	0.222	0.382	0.23	0.488	1			
Peteno 1	0.581	0.645	0.638	0.38	0.547	0.081	0.986	-0.281	0.021	0.413	0.085	0.488	0.574	0.537	0.18	1		
Peteno 2	0.532	0.571	0.785	0.681	0.487	-0.145	0.575	-0.021	0.053	0.052	0.14	0.353	0.543	0.68	0.584	0.52	1	
Peteno 3	0.471	0.9	0.785	0.781	0.481	-0.282	0.725	0.377	0.785	0.438	0.522	0.537	0.444	0.482	0.547	0.888	0.888	1
Peteno 1	0.127	0.385	0.485	0.271	0.084	-0.025	0.638	-0.383	0.574	0.298	0.485	0.322	0.742	0.418	0.284	0.444	0.157	0.14
Peteno 2	0.388	0.595	0.42	0.779	0.525	-0.081	0.215	-0.081	0.38	0.088	0.585	0.063	0.197	0.082	0.542	0.317	0.033	0.585
Peteno 3	-0.248	0.088	0.188	-0.077	-0.44	-0.083	-0.385	-0.412	0.278	-0.482	0.045	0.127	0.677	0.082	0.276	0.045	0.188	0.051
Colón 1	0.443	0.777	0.687	0.51	0.489	-0.279	0.536	-0.388	0.095	0.382	0.721	0.829	0.621	0.572	0.482	0.982	0.788	0.728
Colón 2	0.288	0.584	0.274	0.487	0.285	-0.435	0.482	-0.145	0.288	0.536	0.088	0.384	0.733	0.084	0.147	0.382	0.487	0.485
Colón 3	0.085	-0.215	-0.175	-0.163	0.087	-0.182	0.182	0.321	-0.148	-0.278	-0.381	-0.435	-0.086	-0.338	0.085	-0.148	-0.085	-0.288
Amo 1	-0.085	0.021	0.082	0	0.088	0	0	0.082	0	0.082	0	0	0.082	0	0	0.082	0.082	0.082
Amo 2	-0.177	-0.718	-0.082	-0.62	-0.172	0.088	-0.584	0.122	-0.435	-0.446	-0.288	-0.427	-0.478	-0.195	-0.254	-0.485	-0.082	-0.481
Amo 3	0.192	0.73	0.764	0.981	0.717	-0.188	0.488	0.138	0.213	0.95	0.288	0.42	0.388	0.436	0.474	0.278	0.062	0.581
Limo 1	0.085	0.644	0.747	0.085	0.085	0.14	0.081	0.621	-0.634	0.525	0.525	0.147	0.028	0.028	0.485	0.527	0.488	0.532
Limo 2																		
Amo 1	-0.085	-0.645	-0.748	-0.085	-0.085	-0.14	-0.081	-0.621	0.634	-0.525	-0.525	-0.147	-0.028	-0.028	-0.485	-0.527	-0.488	-0.532
Amo 2	0.177	0.718	0.082	0.62	0.172	-0.088	0.584	-0.122	0.435	0.446	0.288	0.427	0.478	0.195	0.254	0.485	0.082	0.481
Amo 3	-0.192	-0.73	-0.764	-0.981	-0.717	0.188	-0.488	-0.138	-0.213	-0.95	-0.288	-0.42	-0.388	-0.436	-0.474	-0.278	-0.062	-0.581
Amo 4	0.085	0.39	0.436	0.246	0.586	0.483	0.611	0.377	-0.042	0.23	0.388	0.123	0.084	0.383	-0.088	0.388	0.15	0.388



