

**“ESTUDIO DE LAS CONDICIONES NUTRICIONALES
AGROBOTÁNICAS EN TRES SITIOS CON PLANTACIONES DE
TECA (*Tectona grandis*), EN LA COMUNIDAD SAN PABLO,
PROVINCIA DE ORELLANA”**

JUAN GABRIEL ALCÍVAR MACIAS

TESIS

**PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA
OBTENER EL TÍTULO DE INGENIERO FORESTAL**

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE RECURSOS NATURALES

ESCUELA DE INGENIERÍA FORESTAL

RIOBAMBA – ECUADOR

2012

EL TRIBUNAL DE TESIS CERTIFICA, que el trabajo de investigación titulado **“ESTUDIO DE LAS CONDICIONES NUTRICIONALES AGROBOTÁNICAS EN TRES SITIOS CON PLANTACIONES DE TECA (*Tectona grandis*), EN LA COMUNIDAD SAN PABLO, PROVINCIA DE ORELLANA”**, De responsabilidad del Sr. Egresado Juan Gabriel Alcívar Macías, ha sido prolijamente revisada quedando autorizada su presentación.

TRIBUNAL DE TESIS

ING. FRANKLIN ARCOS T.

DIRECTOR

ING. JORGE ARAUJO.

MIEMBRO

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE RECURSOS NATURALES

ESCUELA DE INGENIERÍA FORESTAL

RIOBAMBA – ECUADOR

2012

DEDICATORIA

A mis padres que con esfuerzo y dedicación día a día inculcaron en mí valores y apoyo moral, fundamentales en mi formación académica, dándome la oportunidad de realizar y culminar mi carrera

A mis maestros y tutores que con sabiduría y sapiencia inculcaron en mí sus conocimientos y destrezas durante toda la carrera.

Juan

AGRADECIMIENTO

A DIOS, por brindarme la vida, por haberme llenado de fe y esperanza para concluir el anhelo de ser profesional.

Quiero expresar mis más sinceros agradecimientos a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, por ser forjadora de mi educación, a todos los maestros que aportaron con sus conocimientos, su tiempo, esfuerzos y ayuda brindada.

A. Juan

TABLA DE CONTENIDO

CAPÍTULO	PAG.
LISTA DE CUADROS	I
LISTA DE GRÁFICOS	Vi
LISTA DE FOTOS	viii
LISTA DE ANEXOS	Ix
I. TÍTULO	1
II. INTRODUCCIÓN	1
III. REVISIÓN DE LITERATURA	3
IV. MATERIALES Y METODOS	27
V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	32
VI. CONCLUSIONES	81
VII. RECOMENDACIONES	82
VIII. ABSTRACTO	83
IX. SUMMARY	84
X. BIBLIOGRAFÍA	85
XI. ANEXOS	88

LISTA DE CUADROS

N°	CONTENIDO	Página
1	MODELOS DE CRECIMIENTO UTILIZADOS PARA DETERMINAR ÍNDICES DE SITIO	5
2	PARÁMETROS DE VALIDACIÓN DE LOS MODELOS DE CRECIMIENTO PARA AJUSTE DE CURVAS DE CALIDAD DE SITIO	7
3	UBICACIÓN DE LOS SITIOS DE ESTUDIO	27
4	ANÁLISIS DE VARIANZA PARA EL DIÁMETRO DEL TALLO A LOS CUATRO MESES	32
5	PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA EL DIÁMETRO DEL TALLO A LOS CUATRO MESES	33
6	ANÁLISIS DE VARIANZA PARA EL DIÁMETRO DEL TALLO A LOS CINCO MESES	34
7	PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA EL DIÁMETRO DEL TALLO A LOS CINCO MESES	34
8	ANÁLISIS DE VARIANZA PARA EL DIÁMETRO DEL TALLO A LOS SEIS MESES	36
9	PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA EL DIÁMETRO DEL TALLO A LOS SEIS MESES	36

Nº	CONTENIDO	Página
10	ANÁLISIS DE VARIANZA PARA EL DIÁMETRO DEL TALLO A LOS SIETE MESES	38
11	PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA EL DIÁMETRO DEL TALLO A LOS SIETE MESES	38
12	ANÁLISIS DE VARIANZA PARA EL DIÁMETRO DEL TALLO A LOS OCHO MESES	40
13	PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA EL DIÁMETRO DEL TALLO A LOS OCHO MESES	40
14	ANÁLISIS DE VARIANZA PARA EL DIÁMETRO DEL TALLO A LOS NUEVE MESES	42
15	PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA EL DIÁMETRO DEL TALLO A LOS NUEVE MESES	42
16	ESTADÍSTICAS DE LA REGRESIÓN PARA EL DIÁMETRO DEL TALLO DE LAS PLANTAS	45
17	ESTADÍSTICAS DE LA REGRESIÓN PARA EL DIÁMETRO DEL TALLO DE LAS PLANTAS, PARA LOS SITIOS	45
18	ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA ALTURA DE PLANTA A LOS CUATRO MESES	46
19	PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA LA ALTURA DE PLANTA A LOS CUATRO MESES	47

N°	CONTENIDO	Página
20	ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA ALTURA DE PLANTA A LOS CINCO MESES	48
21	PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA LA ALTURA DE PLANTA A LOS CINCO MESES	48
22	ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA ALTURA DE PLANTA A LOS SEIS MESES	50
23	PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA LA ALTURA DE PLANTA A LOS SEIS MESES	50
24	ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA ALTURA DE PLANTA A LOS SIETE MESES	52
25	PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA LA ALTURA DE PLANTA A LOS SIETE MESES	52
26	ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA ALTURA DE PLANTA A LOS OCHO MESES	54
27	PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA LA ALTURA DE PLANTA A LOS OCHO MESES	54
28	ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA ALTURA DE PLANTA A LOS NUEVE MESES	56
29	PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA LA ALTURA DE PLANTA A LOS NUEVE MESES	56

N°	CONTENIDO	Página
30	ANÁLISIS DE VARIANZA PARA EL CONTENIDO DE NITRÓGENO NH_4 AL INICIO DE LA INVESTIGACIÓN	61
31	ANÁLISIS DE VARIANZA PARA EL CONTENIDO DE NITRÓGENO NH_4 AL FINAL DE LA INESTIGACIÓN	62
32	ANÁLISIS DE VARIANZA PARA EL CONTENIDO DE FÓSFORO P_2O_5 AL INICIO DE LA INVESTIGACIÓN	63
33	PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA EL CONTENIDO DE FÓSFORO P_2O_5	64
34	ANÁLISIS DE VARIANZA PARA EL CONTENIDO DE FÓSFORO P_2O_5 AL FINAL DE LA INVESTIGACIÓN	65
35	PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA EL CONTENIDO DE FÓSFORO P_2O_5 AL FINAL DE LA INVESTIGACIÓN	65
36	ANÁLISIS DE VARIANZA PARA EL CONTENIDO DE POTASIO K_2O AL INICIO DE LA INVESTIGACIÓN	68
37	PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA EL CONTENIDO DE POTASIO K_2O	68

N°	CONTENIDO	Página
38	ANÁLISIS DE VARIANZA PARA EL CONTENIDO DE POTASIO K_2O AL FINAL DE LA INVESTIGACIÓN	70
39	ANÁLISIS DE VARIANZA PARA EL CONTENIDO DE CALCIO CaO AL INICIO DE LA INVESTIGACIÓN	71
40	ANÁLISIS DE VARIANZA PARA EL CONTENIDO DE CALCIO CaO AL FINAL DE LA INVESTIGACIÓN	72
41	ANÁLISIS DE VARIANZA PARA EL CONTENIDO DE MAGNESIO MgO AL INICIO DE LA INVESTIGACIÓN	73
42	PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA EL CONTENIDO DE MAGNESIO MgO AL INICIO DE LA INVESTIGACIÓN	74
43	ANÁLISIS DE VARIANZA PARA EL CONTENIDO DE MAGNESIO MgO AL FINAL DE LA INVESTIGACIÓN	75

LISTA DE GRÁFICOS.

N°	CONTENIDO	Página
1	DIÁMETRO DEL TALLO A LOS CUATRO MESES	33
2	DIÁMETRO DEL TALLO A LOS CINCO MESES	35
3	DIÁMETRO DEL TALLO A LOS SEIS MESES	37
4	DIÁMETRO DEL TALLO A LOS SIETE MESES	39
5	DIÁMETRO DEL TALLO A LOS OCHO MESES	41
6	DIÁMETRO DEL TALLO A LOS NUEVE MESES	43
7	COMPORTAMIENTO DEL DIÁMETRO DEL TALLO DE LA PLANTA EN FUNCION DEL TIEMPO POR SITIO.	44
8	ALTURA DE PLANTA A LOS CUATRO MESES	47
9	ALTURA DE PLANTA A LOS CINTO MESES	49
10	ALTURA DE LA PLANTA A LOS SEIS MESES	51
11	ALTURA DE LA PLANTA A LOS SIETE MESES	53
12	ALTURA DE LA PLANTA A LOS OCHO MESES	55
13	ALTURA DE LA PLANTA A LOS NUEVE MESES	57
14	COMPORTAMIENTO DE LA ALTURA DE LA PLANTA EN FUNCION DEL TIEMPO POR SITIO	58
15	ESPECIES AGROBOTANICAS DENTRO DEL SITIO 1 (EDUARDO ALVARADO)	59

N°	CONTENIDO	Página
16	ESPECIES AGROBOTANICAS DENTRO DEL SITIO 2 (ESTEBAN NOTENO)	60
17	ESPECIES AGROBOTANICAS DENTRO DEL SITIO 3 (NICOLAS GUTIERREZ)	60
18	CONTENIDO DE FOSFORO AL INICIO DE LA INVESTIGACION.	64
19	CONTENIDO DE FOSFORO AL FINAL DE LA INVESTIGACION.	66
20	CONTENIDO DE POTASIO AL INICIO DE LA INVESTIGACION	69
21	CONTENIDO DE MAGNESIO AL INICIO DE LA INVESTIGACION	74
22	CONTENIDO DE LOS ELEMENTOS EN EL SUELO	77
23	CONTENIDO DE NITROGENO EN LAS PLANTACIONES	78
24	CONTENIDO DE FOSFORO EN LAS PLANTACIONES	78
25	CONTENIDO DE POTASIO EN LAS PLANTACIONES	79
26	CONTENIDO DE CALCIO EN LAS PLANTACIONES	79
27	CONTENIDO DE MAGNESIO EN LAS PLANTACIONES	80

LISTA DE FOTOS

Nº	CONTENIDO	Página
1	ZIG-ZAG	14
2	40 cm. x 40 cm	15
3	COLOCAR MUESTRA EN UN BALDE	15

LISTA DE ANEXOS

N°	CONTENIDO	Página
1	RESULTADOS E INTERPRETACION DEL ANALISIS FISICO – QUIMICO DEL SUELO.	88
2	DIÁMETRO DE LA PLANTA (cm) A LOS 4 MESES DE LA (<i>Tectona grandis</i>)	90
3	DIÁMETRO DE LA PLANTA (cm) A LOS 5 MESES DE LA (<i>Tectona grandis</i>)	90
4	DIÁMETRO DE LA PLANTA (cm) A LOS 6 MESES DE LA (<i>Tectona grandis</i>)	90
5	DIÁMETRO DE LA PLANTA (cm) A LOS 7 MESES DE LA (<i>Tectona grandis</i>)	91
6	DIÁMETRO DE LA PLANTA (cm) A LOS 8 MESES DE LA (<i>Tectona grandis</i>)	91
7	DIÁMETRO DE LA PLANTA (cm) A LOS 9 MESES DE LA (<i>Tectona grandis</i>)	91
8	ESTUDIO AGRO BOTÁNICO DENTRO LA PRIMERA PLANTACIÓN “A”	92
9	ESTUDIO AGRO BOTÁNICO DENTRO LA SEGUNDA PLANTACIÓN “B”	93
10	ESTUDIO AGRO BOTÁNICO DENTRO LA TERCERA PLANTACIÓN “C”	94

Nº	CONTENIDO	Página
11	ALTURA DE LA PLANTA (m) A LOS 4 MESES DE LA (<i>Tectona grandis</i>)	95
12	ALTURA DE LA PLANTA (m) A LOS 5 MESES DE LA (<i>Tectona grandis</i>)	95
13	ALTURA DE LA PLANTA (m) A LOS 6 MESES DE LA (<i>Tectona grandis</i>)	95
14	ALTURA DE LA PLANTA (m) A LOS 7 MESES DE LA (<i>Tectona grandis</i>)	96
15	ALTURA DE LA PLANTA (m) A LOS 8 MESES DE LA (<i>Tectona grandis</i>)	96
16	ALTURA DE LA PLANTA (m) A LOS 9 MESES DE LA (<i>Tectona grandis</i>)	96
17	ETIQUETADO DE LAS PLANTAS	97
18	MEDICIÓN DIÁMETRO	97
19	REALIZACIÓN DE LAS CALICATAS	98
20	FORMACIÓN DE LA CALICATA	98
21	MEDICIÓN DE LA CALICATA	99

I. ESTUDIO DE LAS CONDICIONES NUTRICIONALES AGROBOTÁNICA EN TRES SITIOS CON PLANTACIONES DE TECA (*Tectona grandis*), EN LA COMUNIDAD SAN PABLO, PROVINCIA DE ORELLANA.

II. INTRODUCCIÓN.

La provincia de Orellana es una de las seis provincias amazónicas del Ecuador. Cuenta con una extensión de 21.547 km², lo que significa el 18,64% de la amazonia ecuatoriana y el 8,40% de la extensión total del país.

La provincia está formada por cuatro cantones, Francisco de Orellana, Joya de los Sachas, Loreto y Aguarico, y 33 parroquias, 29 rurales y cuatro urbanas. El cantón más extenso es el de Aguarico, que cubre aproximadamente el 50% de la provincia, 11.104 km². Mientras que la parroquia más extensa es Cononaco, ubicada en ese mismo cantón, cubriendo casi el 30% de la provincia, 6.363 km².

La unidad de Promoción y Desarrollo Forestal del Ecuador PROFORESTAL, a través de políticas y normativas, genera un clima de confianza para la actividad forestal y maderera. PROFORESTAL es la entidad especializada responsable de la implementación y ejecución del Plan Nacional de Forestación y Reforestación (PNFR).

La realización de este plan comprende el establecimiento de plantaciones forestales con fines industriales, comerciales, agroforestales y de protección, debido a las grandes cifras de deforestación que posee tanto la provincia como el país.

En la primera fase, se han iniciado plantaciones demostrativas de teca (*Tectona grandis*) a nivel provincial, en la que se pretende establecer un total de 300 hectáreas, de las cuales dos hectáreas sembradas poseen un año de edad.

La importancia de establecer el índice de sitio dentro de la provincia de Orellana incide en un buen manejo de las plantaciones forestales, las cuales a través de los años se han venido

implementando de tal manera que su desarrollo depende fundamentalmente de los nutrimentos que posea el suelo.

Este trabajo se lo realizó debido a que toda plantación forestal y en este caso la Teca (*Tectona grandis*), debe ser manejada técnicamente, para lo cual fue necesario realizar un estudio de los contenidos nutricionales agrobotánicas en los suelos (Calidad de sitio) dentro de las plantaciones establecida por PROFORESTAL, y así poder conocer en que situación se encuentran y de qué manera influyen las especies agrobotánicas en el desarrollo de las plantas de teca en los tres lugares de estudio, en la comunidad San Pablo, cantón Francisco de Orellana, Provincia de Orellana, con la finalidad de evaluar la productividad forestal.

1. General

Evaluar las condiciones nutricionales agrobotánica en tres sitios con plantaciones de Teca (*Tectona grandis*), en la comunidad san pablo, provincia de Orellana

2. Específicos

- a.** Determinar la calidad de sitio en las áreas de estudio y elaborar curvas nutricionales a partir de análisis troncales.
- b.** Evaluar y comparar los contenidos nutricionales del suelo en seis hectáreas de teca (*Tectona grandis*) y la composición agro botánica durante seis meses.

III. REVISIÓN DE LITERATURA.

A. LA TECA *Tectona grandis*

La teca (*Tectona grandis* Linn. F.) pertenece a la familia Verbenaceae. Este árbol es originario de Birmania, Tailandia y algunas partes de la India (BRISCOE, 1995). La madera de teca tiene al menos 25 tipos de uso, que van desde la construcción completa de una casa con este material, hasta postes y piezas de ebanistería.

El cultivo de teca comenzó en la India en el decenio de 1840 y alcanzó niveles significativos a partir de 1865. El primer país fuera de Asia donde se introdujo la teca fue Nigeria, en 1902 y en América Tropical, la primera plantación de teca se estableció en Trinidad y Tobago en 1913. Posteriormente se extendió a Honduras, Panamá y Costa Rica entre 1926 y 1929. Luego, el cultivo de la teca se ha extendido a casi todos los países latinoamericanos (TEWARI, 1999; PANDEY Y BROWN, 2000).

B. ÍNDICE DE SITIO.

JADAN, S.1972 señala que el índice de sitio se considera como la capacidad de producir bosque u otro tipo de vegetación, como producto de la interacción de los factores edáficos, bióticos y climáticos.

TOBAR, A. 1976 manifiesta que el índice de sitio indica la capacidad de producción de un área forestal para una especie o combinación de especie y está determinada por la acción e interacción de los factores climatológicos, edáficos, topográficos y bióticos.

En años recientes los índices de sitio se han convertido en el método más popular y práctico para la evaluación de la productividad forestal. Este método consiste en evaluar la altura que lograrían los árboles dominantes o codominantes y sanos a una altura predeterminada, frecuentemente referida como edad base o edad índice (PAYANDEH Y WANG, 1994). Tal evaluación tiene dos supuestos importantes: *i*) la existencia de un modelo que representa fielmente la relación altura-edad; *ii*) el comportamiento de la

relación altura-edad para sitios de diferente productividad sigue la trayectoria definida por la familia de curvas generadas bajo el mismo modelo.

La forma de la familia de curvas de índice de sitio se ha dividido en dos clases: anamórfica y polimórfica (CLUTTER et al., 1983). Las curvas anamórficas se caracterizan porque la altura guarda la misma proporción a diferentes edades, haciendo que las curvas aparenten tener la misma forma.

Por el contrario, las curvas polimórficas pueden ser de dos tipos: con intersecciones y sin intersecciones. En ambos casos la proporción que guarda la altura es diferente entre curvas, haciendo que las curvas aparenten diferente forma en cualquiera de sus dos variantes.

1. Métodos de evaluación de sitio.

En Chile, se realizó la estimación de la calidad de sitio a partir de “Índice de sitio” para la especie tornillo, (*Cedrelinga cateniformis Ducke*). Dicha estimación se llevó a cabo a través de la evaluación de 1349 árboles, que comprende a mediciones multitemporales de 29 parcelas permanentes de crecimiento. Cada una de ellas contiene entre 25 y 49 árboles distribuidos en 15 plantaciones forestales experimentales.

Se construyeron curvas de índice de sitio utilizando la altura dominante de las parcelas a diferentes edades, que van desde 0,3 hasta 27 años. La edad base elegida fue de 15 años por ser la más representativa en la base de datos. Desarrollando la metodología descrita por (CLUTTER et al. 1983), se ajustaron las curvas de índice de sitio.

Para estimar el comportamiento de la altura dominante en relación con la edad, se utilizó el modelo de Schumacher $[\ln(Hd)]=b_1+b_2(1/E)^k$; donde: Ln= Logaritmo natural, b_1 y b_2 = coeficientes y k = constante. Para construir la ecuación que estima el índice de sitio con base en la edad y la altura dominante, se utilizó el método de la curva guía, descrito por (HUGELL, 1991). Así se simplificó la ecuación anterior: $\ln(IS)=\ln(Hd) + b(1/E)^k - 1/Ek$, donde : IS= índice de sitio en metros, Hd= altura dominante, b = coeficiente de la

ecuación de la altura dominante, E_b = edad base, E = edad de la plantación y k = exponente de mejor ajuste.

Se obtuvieron curvas de índice de sitio para *Pinus rudis* en la región de San José de la Joya, Galeana, N., diez rodales fueron seleccionados con variación en calidad de sitio, altitud, exposición y pendiente. Se calculó un tamaño de muestra para cada rodal, se utilizaron 57 árboles en el análisis troncal. Se compararon seis modelos para curvas de crecimiento, el de mejor ajuste a los datos obtenidos fue el de Chapman-Richards. Por el procedimiento de la curva guía se obtuvieron curvas anamórficas. Cinco índices de sitio se definieron a una edad base de 14 años.

Para desarrollar este procedimiento se utilizaron técnicas interactivas como las que utiliza el paquete estadístico SAS. En este paquete se utilizó el procedimiento de regresión no lineal (Non Linear regression o NLIN) y el método utilizado fue el procedimiento DUD, que es similar al de Gauss-Newton, excepto que las derivadas son estimadas de la historia de interacciones más que siendo suplidas analíticamente (SAA INSTITUTE, 1985).

CUADRO 1. MODELOS DE CRECIMIENTO UTILIZADOS PARA DETERMINAR ÍNDICES DE SITIO.

Modelo	Expresión
Schumacher	$Y = ae^{(b/ct)^*}$
Chapman-Richards	$Y = a(1 - e^{-bt})^c$
Gompertz	$Y = ae^{-be - ct}$
Logístico	$Y = a/(-1 + ce^{-bt})$
Weibull	$Y = a(1 - e^{-bt})^c$

Para hacer más fuerte la comparación entre los modelos y seleccionar el de mejor ajuste se determinaron los siguientes datos estadísticos a partir del análisis de varianza (ANVA), cuadrado Medio Residual (CMR), Coeficiente de determinación (R^2), Desviación Estándar Residual (s), C_p de Mallows (C_p) y coeficiente de variación (CV) (ALDER, 1980; FREUD Y LITTELL, 1991; CLUTTER et al., 1983).

Después de elegir el mejor modelo se definió el procedimiento para construir las curvas de índice de sitio, para definir cuantas curvas de índice de sitio se van a desarrollar, inicialmente se basó en lo propuesto por (ZEPEDA Y RIVERO, 1984), de construir cinco curvas de índice de sitio pero con una amplitud de medio metro. La edad base se determinó en la culminación del incremento medio anual en altura.

La construcción de curvas anamórficas de índice de sitio se llevó a cabo por el procedimiento utilizado por (ZEPEDA Y RIVERO, 1984), en donde para la construcción de curvas, primeramente, se generó un diagrama de dispersión de los pares de datos edad-altura dominante, con la formulación del modelo del procedimiento anamórfico por el procedimiento no lineal empleado en el paquete estadístico SAS con esto se genera la tendencia de la curva guía a la edad base predeterminada, y así se determinó el índice de sitio promedio, después se estimaron los valores de los índices de sitio restantes, estos valores se calcularon con los valores de los parámetros estimados de la formulación anamórfica, sustituyendo los valores de altura dominante por índice de sitio promedio en cada una de las curvas y edad por edad base, la ecuación del modelo fue la de CHAPMAN-RICHARDS: $H_d = (1 - e^{-k \text{ edad}})^c$, donde H_d = Altura dominante, c y k = parámetros estimados de la regresión y e = base de los logaritmos naturales.

Los valores generados se utilizaron para determinar un coeficiente de proporcionalidad: $C_p = HIS/HIS_p$, el cual resultó de dividir la altura del índice de sitio (HIS) entre la altura del índice de sitio promedio (HIS_p), generando con esto los valores de los puntos que definen el comportamiento de cada una de las curvas de calidad de sitio.

Una vez construido el sistema de curvas de índice de sitio, los valores promedios por rodal de altura dominante y edad total se tabularon o se compararon con los valores que definen el sistema de curvas de índice de sitio, para determinar la calidad de sitio de cada árbol por rodal.

Los promedios se determinaron mediante el procedimiento de medias (PROC MEANS, en el paquete estadístico SAS), utilizando los valores de edad total y altura dominante, se les

designo a cada rodal el valor que le corresponde I, II, III,...., V, entendiendo como I el valor más alto y así en orden descendente hasta la calidad de sitio más pobre.

Dentro de los resultados y discusiones, el modelo seleccionado para índice de sitio fue el CHAPMAN-RICHARDS por presentar el menor cuadrado medio residual (CMR), desviación estándar residual (s), estadístico Cp de Mallows (Cp), coeficiente de variación (CV) y el mayor coeficiente de determinación (R2) (Cuadro 2). Los modelos Schumacher, Gompertz, Logístico, Weibull y korf, pueden ser utilizados ya que los valores de los parámetros de validación son muy cercanos al modelo seleccionado (Cuadro 2). El modelo seleccionado Chapman-Richards, ha sido empleado por Fierros y Ramírez (1990) para determinar índices de sitio para *Pinus caribaea* var. *hondurensis* en “la sabana”, Oaxaca, también se ha utilizado para predecir el índice de sitio de *Pinus cooperi* en el “SPEF” Cielito Azul por Quiñones et al. (1995), además ha sido empleado por Alder (1980), CLUTTER et al. (1983), PHILIPS (1994), RATKOWSKY (1983) y ZEIDE (1993). Por otra parte el comportamiento de los residuales proporcionó una distribución más uniforme que lo hace ser un buen modelo (ALDER, 1980; DRAPER Y SMITH, 1981; WALPOLE Y MYERS, 1992; VANCLAY, 1994).

CUADRO 2. PARÁMETROS DE VALIDACIÓN DE LOS MODELOS DE CRECIMIENTO PARA AJUSTE DE CURVAS DE CALIDAD DE SITIO.

MODELO	CMR	R2	s	Cp	CV
SCHUMACHER	0.6683	0.9453	0.8175	3.9521	0.2842
CHAPMAN-RICHARDS	0.6668	0.9455	0.8165	3.000	0.2838
GOMPERTZ	0.6716	0.9451	0.8195	5.9744	0.2849
LOGISTICO	0.6757	0.9447	0.8220	8.5403	0.2857
KORF	1.1178	0.9086	1.0572	281.68	0.3675
WEIBULL	0.6991	0.9428	0.8361	22.958	0.2906

CMR = cuadrado medio residual

R² = Coeficiente de determinación

s = desviación estándar residual (este estadístico corresponde al índice de Furnival cuando la variable dependiente de una ecuación no está transformada).

C_p = estadístico C_p de Mallows y CV = coeficiente de variación.

2. Calidad de sitio de siembra

La calidad de sitio es la suma de todos los factores que afectan la capacidad productiva del bosque u otros tipos de vegetación y son: factores climáticos, edáficos y bióticos, “Spurr y Barnes, op. Cit.

A través de la calidad de sitio se realiza una evaluación y clasificación de los terrenos forestales con base en su productividad.

La calidad de sitio se emplea en tablas de producción; diversos autores como DANIEL, Y HUSH, mencionan que en Estados Unidos se incluye a la calidad de sitio (en la mayoría de los casos como índice de sitio), como una variable independiente, además de la edad, densidad y diámetro.

El primer paso para asegurar el buen desarrollo de una plantación de teca es escoger el sitio adecuado. La teca prefiere suelos moderadamente profundos (>90 cm), bien drenados, de textura media, planos o con pendiente suave, localizados en regiones de temperatura media (DRECHSEL Y ZECH, 1994; Jha, 1999). Deben evitarse las siguientes condiciones:

- Suelos mal drenados, en particular Vertisoles de depresión con problemas de anegamiento por períodos prolongados.

- Suelos poco profundos, dentro de ellos muchos Entisoles con afloramiento rocoso o roca a poca profundidad.
- Cimas de pendientes muy secas o muy ventosas.
- Áreas en las que la distribución de lluvias se concentra en períodos muy cortos o que tienen épocas secas prolongadas, en este último caso, la especie tiende a botar las hojas dos veces al año con el consecuente gasto energético.
- Regiones donde los niveles de acidez del suelo y del subsuelo sean muy elevados, en particular pendientes en las cuales aflora el horizonte B ácido.

En general, una buena plantación ocupa solamente entre 30% y 50% del total de la superficie de un predio.

3. Curvas de índice de sitio (I S).

BRICKELL, consignó que las curvas de I S pueden derivarse de:

- Mediciones donde se toma la edad y altura de árboles elegidos en diferentes periodos.
- Mediciones edad-altura en un tiempo y en un lugar determinados, de un número de árboles de un rango de edades desde juveniles hasta maduros.

El primer método utiliza análisis troncales o mediciones de árboles elegidos en sitios de muestreo permanentes; mientras que el segundo utiliza sitios temporales.

CLUTTER op.cit. y CURTIS, et al, mencionaron que de los métodos señalados, la fuente de datos más utilizada es la de sitio temporales y análisis troncal.

Se usa en menor grado el de las parcelas permanentes debido al amplio lapso de observaciones y mediciones, así como por su alto costo, aunque tiene la ventaja de representar una buena fuente de datos para desarrollar ecuaciones de Índice de sitio (I S).

4. Determinación de la curva altura- edad

La variable de tamaño más usado es la altura del rodal. El diámetro es poco fiable dado que es muy sensible a la densidad del rodal (HUSCH, 1993).

Para muchas especies, el crecimiento en altura de los árboles más grandes en el rodal está correlacionado con la capacidad productiva del sitio y es poco afectado por la densidad del rodal y las cortas intermedias.

Naturalmente se verá afectado en los inusuales raleos “por lo alto”. Por ello, la altura predominante del rodal y sus expresiones equivalentes (altura “top”, altura media dominante) son las más comúnmente usadas para clasificar sitios.

La relación de ésta altura con la edad “a una edad constante” y denominada edad clave es ampliamente usada en la evaluación de calidad de sitio. En rodales coetáneos puros es llamado índice de sitio.

El éxito del índice de sitio se debe a que:

La altura es un componente del volumen, y por lo tanto es proporcional a éste; La altura y la edad son fáciles de determinar; El crecimiento en altura está poco afectado por la densidad del rodal; El índice de sitio provee una expresión numérica para la calidad del sitio.

Nota: La calidad del sitio en términos de volumen puede ser medida a través de índices de productividad. El índice de sitio se refiere sólo a un factor de la calidad del sitio y altamente correlacionado a él.

La relación entre la altura y la edad, en bosques coetáneos puros originados de monte alto para un sitio constante, siempre tiene la forma de una curva sigmoídea. Para definir los parámetros del modelo de crecimiento se puede utilizar información de parcelas temporales, parcelas permanentes, análisis de tallo o una combinación de ellos. Lo ideal es medir parcelas permanentes. Si ello no es posible, se puede utilizar análisis de tallo y finalmente si tampoco es posible, se puede utilizar parcelas temporales. Esa jerarquía en la selección de la información tiene que ver con la calidad de la información base y de los supuestos con que se construyan los modelos.

5. Métodos para la construcción de curvas de índice de sitio.

STAGE, cit. pos AGUIRRE, mencionó en 1963, que una familia de curvas consiste en la construcción de un sistema de curvas de crecimiento en altura que representa dicho comportamiento, para calidades diferentes y durante toda la vida del rodal.

Para construir las curvas de crecimiento edad-altura anamórficas o polimórficas se emplean procedimientos gráficos o analíticos. Los procedimientos gráficos representan la tendencia de una curva promedio y las que se deriven, mediante el trazo manual.

Aunque, es preciso señalar que existe cierta duda con respecto a la fidelidad con que este sistema pueda representar la calidad de sitio, (cfr. Revista forestal N°51). Los procedimientos gráficos tienen la desventaja de ser inexactos y subjetivos, ya que dependen de la precisión del autor, ALDER, op. Cit.

AGUIRRE op. Cit., mencionó que los procedimientos analíticos se basan en un patrón de crecimiento en altura de los árboles que se presentan mediante ecuaciones, con la ventaja de que el ajuste es por medio de métodos matemáticos. Los métodos gráficos para la construcción son reemplazados por métodos analíticos mediante el análisis de regresión.

Las curvas anamórficas corresponden a una familia de curvas proporcionales a una promedio; el punto de inflexión es a la misma edad para todas ellas y tienen la misma pendiente, (vid., infra, fig. N°1), por lo que la tasa de crecimiento es constante para todos

los sitios. JONES, op.cit, aseveró que la construcción de curvas anamórficas asume los siguientes puntos:

Las curvas edad-altura son armónicas; esto es, que son proporcionales cada una de ellas a través de todas las edades del rodal; Un índice de sitio dado por cualquier rodal no cambia durante toda su vida.

Es muy difícil que las anteriores concepciones puedan aplicarse en todos los bosques y para todas las condiciones, por lo que las curvas anamórficas “cayeron” en desuso, aunque éstas marcaron la pauta para utilizar el Índice de sitio (I S) como estimador de la calidad.

BULL, cit, pos., AGUIRRE, op. Cit., mencionó en 1931, que las curvas polimórficas no son proporcionales una a la otra, sino que presentan diferentes formas para las distintas clases de I S y fueron desarrolladas para reflejar variaciones de tasas de crecimiento en diferentes sitios, por lo que el punto de inflexión se presenta en diferentes edades.

BRICKELL, op.cit., señaló que si las curvas polimórficas son bien determinadas, se consideran más consistentes con los hábitos de crecimiento de las especies; por lo tanto estas curvas tienden a ser preferidas para estimar los I S.

Existen dos tipos de curvas polimórficas, conocidas como: Articuladas y no Articuladas.

CLUTTER Y COLABORADORES, op.cit., describieron a las articuladas como curvas que guardan una cierta relación, aunque no proporcional, ya que las curvas no se llegan a cruzar en los rangos de interés.

Las curvas no articuladas no tienen ninguna relación entre ellas y algunas de las curvas llegan a cruzarse dentro del rango de interés.

Varios investigadores forestales han preferido el uso de estas curvas por las ventajas que ellas presentan; a la vez que se han empleado muchos modelos para su construcción.

C. MUESTREO DE SUELOS.

1. Consideraciones del muestreo

Una ha de terreno a 20 cm de profundidad y con una densidad aparente de 1 kg/ m³ tiene una masa de 2 millones de kg de suelo. En consecuencia, una muestra de 1 kg de suelo representaría 20 millones de kg (10 ha), (BRADY Y WEIL, 1999).

Este punto es bastante crítico si se considera que la muestra debe representar la variabilidad del terreno.

Tomar submuestras al azar es asumir que los valores de una propiedad del suelo tienen una distribución “normal”. Es decir, que la variación de la propiedad (p.e., pH, P Fósforo disponible, etc.) en el terreno es al azar y dicha variación no tiene una tendencia espacial (horizontal), (JARAMILLO, 1997).

Esto no es completamente cierto en todos los casos ya que algunas propiedades pueden variar en el terreno siguiendo, por ejemplo, cambios en la pendiente (materia orgánica) o en función de la distancia de un río (textura) (JARAMILLO, 1997).

Variaciones temporales pueden también ser observadas (verano vs. invierno) o cambios en propiedades debidas al continuo manejo durante varios años, (OSORIO, 1997).

2. Toma de submuestras.

Dentro de cada unidad de muestreo se toma una muestra de suelo que es en realidad una “muestra compuesta”. Es decir, una muestra de suelo se compone de varias submuestras tomadas aleatoriamente en el campo, (BRADY Y WEIL, 1999).

El número de submuestras por cada muestra es variable, como recomendación general se sugiere que para una unidad de muestreo se tomen 10-20 submuestras (ICA, 1992). Es importante insistir que estas son recomendaciones generales que pueden ser aplicadas en el

campo y que la decisión final queda a juicio del muestreador. Adicionalmente, es necesario recordar que esta técnica de muestreo es válida sólo si el suelo dentro de cada unidad es homogéneo, por lo que es muy importante hacer una buena definición de las unidades de muestreo, (ICA, 1992).

Una vez se han definido los límites de cada unidad se procede a tomar las submuestras. Para ello se hace un recorrido sobre el terreno en zig-zag (foto 1), tomando submuestras en cada vértice donde cambie la dirección del recorrido. (ICA, 1992).



FOTO 1: ZIG-ZAG

En cada sitio de muestreo se recomienda remover las plantas y hojarasca fresca (1-3 cm) de un área de 40 cm x 40 cm (foto 2), y luego introducir el barreno o pala a la profundidad deseada y transferir aproximadamente 100 - 200 g suelo a un balde plástico limpio. Las herramientas deben limpiarse después de tomar cada submuestra, (ICA, 1992).



FOTO 2: 40 cm. x 40 cm.

Si se usa una pala, se puede hacer un hueco en forma de “V” y luego tomar de una de las paredes una porción de 10 x 10 x 3 cm para transferir al balde (foto 3), (ICA, 1992).



FOTO 3: COLOCAR MUESTRA EN UN BALDE.

La profundidad del suelo a la cual se toma la submuestra es también variable. En general se recomienda una profundidad de 20 cm para la gran mayoría de cultivos agrícolas.

Esto coincide con la mayor concentración de raíces en el suelo. Para pasturas la profundidad es un poco menor, 10 - 15 cm parecen ser suficientes, (ICA, 1992).

Para las especies forestales superan el metro de profundidad, la cual depende mucho de la especie y que tipo de propagación que tiene ya que las especies propagadas vegetativamente no son iguales con aquellas que poseen una raíz pivotante, (ICA, 1992).

a. Cuidados al tomar muestras del suelo.

Es importante mantener en mente que lo que se quiere es tener una muestra lo más representativa posible del suelo en cuestión.

Durante el muestreo evite fumar, comer, o manipular otros productos (cal, fertilizantes, cemento, etc.) para evitar la contaminación de la muestra y obtener resultados falsos.

No tome muestras cerca de los caminos, canales, viviendas, linderos, establos, saladeros, estiércol, estanques o lugares donde se almacenen productos químicos, materiales orgánicos, o en lugares donde hubo quemados recientes.

Lávese bien las manos antes de hacer el muestreo.

No utilice bolsas o costales donde se hayan empacado productos químicos, fertilizantes, cal o plaguicidas.

No tome muestras de un solo sitio del terreno, (ICA, 1992).

b. Época de muestreo

En general se recomienda muestrear 2 - 3 meses antes de la siembra o transplante. Esto da tiempo para obtener los resultados, interpretarlos, establecer las recomendaciones y adquirir los fertilizantes, cal o abonos orgánicos a aplicar si es que estos son necesarios.

En cultivos perennes esto puede hacerse cada 2 años, alrededor de 1 - 2 meses antes de la cosecha, en la época de floración, (ICA, 1992). Muestreo de suelos para el análisis físico - químico.

c. Objetivos del análisis:

Normalmente se realizan análisis físicos para evaluar los regímenes de agua y de aire, el espacio arraigable y algunos aspectos relacionados con el régimen de elementos nutritivos. Es un complemento para la evaluación de los análisis químico-nutritivos, (ICA, 1992).

d. Toma de Submuestras.

Número de muestras: Para obtener valores promedio y un conocimiento de la variabilidad de una unidad de suelo, se deben tomar por lo menos 3 cilindros (rango normal de 3-6) en cada estrato de profundidad deseado. Para el análisis de textura generalmente es suficiente con una muestra por horizonte, (ICA, 1992).

D. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA TECA (*Tectona grandis*)

1. Clasificación

División: Magnoliophyta

Familia: Verbenaceae

Género: *Tectona*

Especie: *grandis*

2. Origen

Originario de la India, Birmania, Tailandia, Java e Indonesia; en Colombia se localiza en las cuencas hidrográficas de los ríos Cauca y Magdalena y en la Costa Caribe; en el departamento de Cundinamarca se observa en los municipios comprendidos entre Girardot y Puerto Salgar.

La semilla comercializada en SEMICOL LTDA, es producida en rodales semilleros seleccionados de Costa Rica.

3. Descripción botánica.

(DRECHSEL Y ZECH, PLANTACIONES DE TECA.1994)

a. **Árbol**

Alcanza los 25 m de altura y los 70 cm de diámetro en su tronco, que tiene corteza muerta de color marrón claro, es escamosa y muy agrietada; su copa tiene forma cónica y algunas veces es extendida; sus ramas son opuestas y están dispuestas de manera horizontal; sus ramitas son gruesas y angulosas.

b. **Hojas**

Miden entre 40 y 60 cm de largo, y 25 o 40 cm de ancho, son grandes, son simples, opuestas, decusadas, en forma elíptica, peciolos cortos, coriáceas, ásperas; ápice agudo y base redondeada; al macerar las hojas sueltan una tinta rojiza; no presentan estípulas.

c. **Flores**

Miden 5 mm de diámetro, poseen vellos muy finos, su cáliz es de color gris, su corola tiene 6 pétalos unidos en forma de embudo, son de color blanco y están dispuestas en grandes inflorescencias terminales en forma de racimos compuestos y alargados.

d. **Fruto**

Miden 1.5 cm de diámetro, son drupas duras, pubescentes y están envueltas en un cáliz persistente similar al del fruto de la uchuva y color es café opaco.

e. **Semillas.**

Miden entre los 2 y 3 mm de largo, son aceitosas y su color es café opaco, los cotiledones son blancos.

4. Propagación y Crecimiento a nivel de semillero

a. Altitud

0 a 1000 m.s.n.m.

b. Clima

Su óptimo desarrollo lo alcanza con precipitaciones entre 1.200mm anuales y temperaturas media anual de 22 a 28°C

c. Suelos

Profundos de textura arenosa a franca; limo-arcillosa; arcillosa; bien drenados, pH de neutro a ligeramente ácido, (DRECHSEL Y ZECH, PLANTACIONES DE TECA.1994).

5. Almacenamiento de la semilla.

Las semillas son Ortodoxas, este tipo de semillas puede almacenarse con contenidos de humedad de 6 a 7% y temperaturas $< 0^{\circ}\text{C}$; tales condiciones permiten mantener la viabilidad por varios años. Generalmente las semillas ortodoxas presentan algún tipo de latencia, (DRECHSEL Y ZECH, PLANTACIONES DE TECA.1994).

6. Tratamiento pregerminativo.

La semilla importada por ser escarificada solo necesita dejarse en remojo por 2 o 3 días cambiando el agua diariamente y luego se siembra, la germinación inicia entre los 15 y 20 días.

7. **Siembra.**

Sistema de siembra: Por semilla se siembran en semilleros a 1 cm de distancia entre una y otra y en hileras separadas entre sí por 1 cm; al alcanzar las plántulas los 5 cm de altura se trasplanta a bolsas de polietileno y al medir los 30 cm de altura se siembran en el lugar definitivo.

8. **Profundidad de siembra.**

La semilla debe quedar cubierta con el sustrato, más o menos a 0.5 cm. de profundidad.

9. **Manejo de luz.**

A media sombra en su estado juvenil.

10. **Riego.**

Mantenga el sustrato permanentemente húmedo durante la germinación sin exceso.

11. **Sustrato.**

Se prepara la cama del germinador con 2 partes de tierra negra bien cernida, mezclada con una parte de arena o cascarilla de arroz quemada.

12. **Desinfección del sustrato**

- a. **Productos biológicos:** Se encuentran en el mercado varios productos que pueden ser usados individualmente o mezclados para controlar los organismos patógenos de suelo: Trichoderma (harzianum, koningii y viridae) han demostrado ser efectivos para el control preventivo de varios patógenos del suelo como: Fusarium, Rhizoctonia, Pythium. Sclerotinia y otros causantes del damping off se aplica en dosis de 1 a 2 g/l, se recomienda remojar el hongo previamente durante 12 horas para

lograr una mayor eficiencia. Extracto de ruda (*Ruta graveolens*) se emplea para el control de nematodos y como desinfectante natural de suelos, contiene sustancias alelopáticas, se utiliza en dosis de 5-10 cc/l.

- b. **Productos químicos:** Usar fungicidas y nematicidas comerciales, según la dosis recomendada, tapar con plástico durante 4 - 6 días y dejar airear durante 8 días, antes de sembrar la semilla, (DRECHSEL Y ZECH, PLANTACIONES DE TECA.1994).

13. Calidad promedio de la semilla de teca (*Tectona grandis*)

Rango de Pureza: 99%

Rango de Germinación: 90%

Rango de plantas aproximadas por kilogramo: 900- 1000*, (DRECHSEL Y ZECH, PLANTACIONES DE TECA.1994).

E. **NUTRICIÓN Y FERTILIZACIÓN DE LA TECA** (*Tectona grandis*)

1. Nutrición de la teca (*Tectona grandis*).

a. **Requerimientos nutricionales de la teca** (*Tectona grandis*).

La teca puede remover apreciables cantidades de nutrientes, sin embargo, puede crecer en suelos relativamente infértiles con buena estructura, drenaje, enmiendas y fertilizantes.

La absorción de nutrientes de 1 a 15 años de edad en la biomasa aérea de plantaciones de teca en Nigeria. Se encontró que los requerimientos de nutrientes aumentan con la edad y los requerimientos tienen el siguiente orden $K > Ca > N > P > Mg$. Se observa que el mayor requerimiento de nutrientes ocurre a edades mayores a los 9 años, por lo que se espera respuesta a la fertilización en plantaciones adultas. (FONSECA, FERTILIZACIÓN AL TRANSPLANTE.2000).

Las diferencias debidas a la edad se deben a una mayor acumulación de biomasa con el tiempo.

b. Síntomas de deficiencia de nutrientes.

Los síntomas visuales de deficiencia de nutrientes en teca se describen a continuación:

2. Los Síntomas desarrollados en las hojas viejas se deben a las carencias nutricionales de los siguientes nutrimentos

Hojas de tamaño pequeño con clorosis uniforme de tono verde pálido, con o sin manchas necróticas N.

Hojas con clorosis uniforme de color verde pálido, con o sin corchosis en los márgenes de la misma P.

Clorosis marginal uniforme con o sin necrosis intervenal y ápices quemados en las hojas viejas; hojas jóvenes de forma normal pero de color verde más oscuro o curvadas hacia atrás K.

Hojas de tamaño y forma normal con clorosis intervenal, con o sin bandas verdosas en los márgenes. Mg.

3. Los Síntomas presentes en las hojas jóvenes se debe a la carencia de los siguientes nutrimentos

Hojas de tamaño y forma normal con un moteamiento intervenal amarillo blancuzco S.

Hojas jóvenes de forma distorsionada, tamaño más pequeño que el normal, curvadas hacia atrás y ápices quemados, con o sin necrosis intervenal y corchosis de color verde pálido; las hojas viejas tienen apariencia normal y pueden presentar clorosis marginal Ca.

4. Fertilización de la teca (*Tectona grandis*).

a. Fertilización en vivero

Un factor importante en los programas de silvicultura intensiva es la necesidad de producir plántulas de calidad en viveros bien manejados. Los sustratos utilizados varían según la disponibilidad de material, se puede usar una mezcla de suelo fértil con arena y materia orgánica (CHAVES Y FONSECA; 1991, TEWARI, 1999) y más recientemente jiffies o sustratos a base de musgo. Diferentes estudios, han demostrado que la fertilización con N, P y K en viveros de teca brinda buenos resultados ya que se obtienen plantas de buen color y vigor, se acelera el crecimiento y se reduce la incidencia de enfermedades en el vivero, (NWOBOSHI, 1975; SUNDRALINGAM, 1982; TEWARI, 1999).

b. Preparación para la siembra

Para obtener buen crecimiento, la teca requiere de una buena preparación del suelo antes de la siembra definitiva. La siembra puede hacerse por pseudo-estacas, o en forma más común por plántulas producidas de semilla en viveros especiales. Las plántulas se llevan al campo en bolsas o en vasos plásticos. Cuando se usan pseudo-estacas, se debe arar el suelo para eliminar malezas y se aplica fertilizante.

En ocasiones se establecen plantaciones de teca en suelos compactados por pisoteo de ganado. En estas condiciones es necesario subsolar y rastrear el suelo en la faja donde se va a sembrar los árboles, evitando trabajar todo el suelo para reducir las pérdidas por erosión. Cuando los suelos compactados por pisoteo son además ácidos (Ultisoles e Inceptisoles), se debe aplicar cal al voleo en la banda de siembra antes del paso del subsolador y la rastra para incorporar la cal hasta una profundidad adecuada. Antes de iniciar esta fase se deben tomar muestras de suelo para análisis químicos, para determinar las condiciones de fertilidad y definir el tipo de manejo de la nutrición de acuerdo a las limitaciones en contenidos de P, K, Ca, Mg y S y para determinar las necesidades de cal para controlar acidez.

No se aconseja sembrar teca en suelos arcillosos (Vertisoles) por la susceptibilidad a permanecer encharcados por una buena parte del año, pero si se decide utilizarlos, es necesario planificar un buen sistema de drenaje y la confección de lomos. La teca se siembra en la cima de los lomos, sin embargo, el costo de este tipo de siembra es relativamente mayor al de otro tipo de suelos.

c. Fertilización al trasplante.

Investigación conducida en Nandayure y Hojanca, Costa Rica, comparó el efecto de adicionar al trasplante de las plántulas de teca a sitio definitivo empleando dosis de 25, 50 y 100 kg/ha de nitrógeno usando urea o las fórmulas 15 – 15 - 15, 12 – 24 - 12, y 18 -1 5 – 6; Se encontró que los tratamientos no afectaron la sobrevivencia de las plantas y que los tratamientos con mayor contenido de N solo o en las combinaciones N – P - K produjeron el mayor incremento en altura y diámetro de los árboles. Este efecto tendió a desaparecer después de 54 meses de aplicado el fertilizante (FONSECA, 2000). Por esta razón, se recomienda aplicar fertilizante al menos una vez por año hasta el cierre del dosel. Cuando se presentan deficiencias de elementos menores en una región, la adición de pequeñas cantidades de fertilizante portadores de estos elementos puede solventar el problema.

d. Fertilización de mantenimiento

Se ha demostrado que la fertilización aumenta el diámetro y la altura de los árboles de teca y la respuesta se atribuye al mejoramiento de las condiciones nutricionales de la planta que se refleja en incrementos en la concentración foliar de nutrientes y al rápido cierre de la copa de los árboles lo que suprime el crecimiento de malezas, en particular gramíneas, con lo que se reduce la competencia por nutrientes (PATEL, 1991; PRASAD Y BHANDARI, 1986).

Investigación conducida en India (PRASAD, SAH Y BHANDARI, 1986) demostró que la adición conjunta de N, P y K en plantaciones de 10 y 20 años de edad incrementó la altura, diámetro y volumen del árbol. Se probaron aplicaciones de dosis anuales de N (0, 150 y 300 kg/ha) y P (0, 75 y 150 kg/ha) con una base de 50 kg de K/ha, durante 5 años.

Las dosis anuales de N se fraccionaron en dos aplicaciones por año, mientras que el P y K se adicionó en una sola aplicación. Las mejores respuestas se encontraron con los siguientes tratamientos: 150-75-50, 150- 150-50 y 300-150-50 kg/ha de N, P y K, respectivamente. El efecto de los diferentes tratamientos se presenta en el incremento de las variables estudiadas fue mayor en el último año de estudio. Por esta razón, se recomienda realizar este tipo de trabajos por periodos prolongados de tiempo, (PRASAD, SAH Y BHANDARI, 1986).

Otro estudio conducido en Panamá (MONTERO, 1995) evaluó la respuesta a la aplicación de dosis de 84.9, 169.8 y 254.7 g/árbol de la fórmula NPK 12-24- 12 y un testigo sin fertilización. La mejor respuesta se obtuvo con la dosis de 254.7 g/árbol al medir las variables altura, diámetro, sobrevivencia, incremento medio en altura e incremento corriente anual, (PATEL, 1991; PRASAD Y BHANDARI, FERTILIZACIÓN DE MANTENIMIENTO.1986).

e. Corrección de acidez

Una de las más importante propiedades físico-químicas del suelo para la teca es la reacción del suelo (pH). La teca presenta un crecimiento pobre cuando el pH (CaCl₂) es menor a 4.3 y se considera que un pH mayor a 4.7 es adecuado para el crecimiento normal del árbol (ZECH Y DRECHSEL, 1991). Este factor tiene relación directa con la saturación de bases, la saturación de Ca y la saturación de acidez o de Al.

Se considera que el nivel crítico tentativo de saturación de acidez para la teca es 6%. La adición de cal debe reducir los valores altos de saturación de acidez a valores menores a 6% para evitar el efecto negativo de esta condición en la altura de los árboles. De igual manera, valor crítico de saturación de Ca en el suelo es 67.6 %. Este hecho se relaciona con la información obtenida previamente por VALLEJOS (1996) Y MONTERO (1999). Quienes determinaron que a mayor cantidad de Ca intercambiable en el suelo mayor es el crecimiento de la plantación. Cuando el suelo tiene contenidos bajos de Ca intercambiable es aconsejable dejar en el campo la corteza de la madera (rica en este elemento) para así

reducir la posibilidad de inducir deficiencias de Ca después del primer corte de la plantación, VALLEJOS (1996) Y MONTERO (1999).

En ciertas ocasiones, el crecimiento de la teca se ve afectado por factores edáficos adversos en el subsuelo.

Cuando la acidez aumenta con la profundidad del perfil, la plantación puede crecer normalmente durante cierto número de años, pero luego el crecimiento se estanca cuando las raíces encuentran el subsuelo ácido debido a que el crecimiento radical se constriñe.

En estas condiciones, cualquier periodo seco causa un amarillamiento de las hojas de abajo hacia arriba, VALLEJOS (1996) Y MONTERO (1999).

IV. MATERIALES Y MÉTODOS.

A. **CARACTERÍSTICAS DEL LUGAR.**

1. Localización.

El presente trabajo se lo realizó en tres plantaciones establecidas por la Unidad de Promoción y Desarrollo Forestal del Ecuador (PROFORESTAL) dentro de la Comunidad San Pablo del Cantón Francisco de Orellana - Provincia de Orellana.

Las plantaciones en estudio se encuentran ubicadas en los sitios a describir a continuación:

CUADRO 3. UBICACIÓN DE LOS SITIOS DE ESTUDIO.

Sitio	Propietario	Hectarias (has)
SITIO 1	Sr. Eduardo Alvarado	2 has
SITIO 2	Sr. Esteban Noteno	2 has
SITIO 3	Sr. Nicolás Gutiérrez	2 has

Elaboración: ALCÍVAR, J. 2012

2. Ubicación geográfica¹.

Altitud: 230 - 380 msnm

3. Condiciones climatológicas²

- Clima: Húmedo tropical
- Temperatura media anual: 28 °C
- Precipitación media anual: 3000 mm
- Humedad relativa: 99 %
- Heliofanía anual: 1365 horas luz

¹Datos de la zona

²Municipalidad del coca

4. Clasificación ecológica.

De acuerdo con la clasificación de HOLDRIDGE 1992, la zona de la Comunidad San Pablo del Cantón Francisco de Orellana - Provincia de Orellana, corresponde a Bosque Húmedo tropical (bht).

B. MATERIALES.

1. Materiales de campo.

GPS, Cinta métrica, pala, pico, azadón, fundas plásticas, etiquetas, lápiz, libreta de campo, Cámara Fotográfica digital, Vehículo, regla de 3 metros, Brocha, tablero de campo, botas, mochila, pintura spray. Machete, Barreno, Balde, Hojas para identificar las muestras

2. Materiales de oficina.

Se utilizaron: Calculadora, computadora, programa ArwMap.

C. METODOLOGÍA.

1. Tratamientos en estudio.

a. Materiales de experimentación.

En esta investigación se tomaron 3 plantaciones de teca (*Tectona grandis*) con 2 hectáreas cada una, las cuales poseen edades entre los 4 a 7 meses de edad.

Se tomaron 12 Submuestras de suelo dentro de las 3 plantaciones de teca al inicio y al final de la investigación, y se realizó los análisis nutricionales como son del N, P, K, Ca, Mg.

Se realizó 12 parcelas de 25m X 10m (250m²) cada una, en cada parcela hay 20 plantas aproximadamente representando un total de 240 árboles de teca (*Tectona grandis*), las plantas para el monitoreo fue de 60 tanto en diámetro como en altura; durante el periodo de 6 meses con la finalidad de analizar las características del suelo que se encuentran en el entorno del árbol.

El tamaño de la muestra se basa en la formula:

$$n = \frac{N}{e^2(N - 1) + 1}$$

Donde;

n = muestra
 N = población.
 e² = error al cuadrado (0,20)

b. Factores en estudio.

La evaluación del suelo y características agro botánicas del cultivo de teca (*Tectona grandis*) se evaluaron durante 6 meses (Una muestra inicial y una muestra al final) por que el resultado agro botánico y nutriente del suelo se evaluó mediante el ADEVA de la regresión cuyo modelo matemático es:

Y = **f (x)** (metodología de Alder)

c. Unidad de observación.

Los tratamientos estuvieron constituidos por el suelo y características agrobotánicas de la especie forestal Teca (Cuadro 5).

2. Tipo de diseño experimental

ADEVA de la regresión

a. Análisis Estadístico.

ADEVA de la regresión cuyo modelo matemático es:

$$Y = f(x) \text{ (metodología de Alder)}$$

b. Análisis funcional.

- Análisis estadístico y pruebas de significación
- ADEVA de la regresión
- Análisis de la regresión y correlación
- Procedimiento experimental.

D. MÉTODOS DE EVALUACIÓN Y DATOS A REGISTRARSE.

Para evaluar las variables se tomaron los datos de 84 plantas cada mes.

1. Altura de la planta

Desde la base hasta la primera bifurcación.

2. Edad de la planta

Para el sitio 1 y 3 desde los 4 meses; En el sitio 2 desde los siete meses.

3. Diámetro de la planta

Desde los 5 cm del suelo

4. Estudio Agrobotánico

Para este estudio se consideraron las especies que se encuentren dentro de un radio de 0,60 cm en forma cuadrada alrededor de las plantas de teca (*Tectona grandis*), mediante el cual se pudo establecer la relación de incidencia de estas especies en las plantaciones de teca.

5. Curvas de índices de sitio

En la elaboración de las curvas de crecimiento se emplearon los análisis troncales, el procedimiento para el ajuste de curvas fue del tipo analítico a través del modelo no lineal de Schumacher y siguiendo la metodología de Alder, op. Cit.

$$\ln H = a + b\left(\frac{1}{E^k}\right)$$

Donde:

$\ln H$ = Logaritmo natural de la altura.

E = Edad del sitio

a, b, k = parámetro para ser ajustados por regresión.

V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

A. DIÁMETRO DEL TALLO.

1. Diámetro del tallo a los 4 meses.

En el análisis de varianza para el diámetro del tallo a los 4 meses (Cuadro 4), presentó diferencias estadísticas altamente significativas entre tratamientos.

Con un coeficiente de variación de 8.87 %.

El promedio para el diámetro del tallo a los 4 meses fue 3.18 cm.

CUADRO 4. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA EL DIÁMETRO DEL TALLO A LOS CUATRO MESES.

F. Var	gl	S. Cuad	C. Medio	Fisher			Nivel de significancia
				cal	0.05	0.01	
Total	11	25.60					
Repeticiones	3	0.01	0.00	0.05	4.76	9.78	ns
Tratamientos	2	25.11	12.55	157.86	5.14	10.92	**
Error	6	0.48	0.08				
CV %			8.87				
Media			3.18				

Elaboración: ALCIVAR, J. 2011.

En la prueba de Tukey al 5% para el diámetro del tallo a los cuatro meses (Cuadro 5; Gráfico 1) se presentaron dos rangos; en el rango “A” se ubicó el tratamiento T2 con un valor de 5.23 cm., mientras que en el rango “B” se ubicaron los tratamientos T1 y T3 con valores de 2.20 y 2.12 cm. respectivamente.

CUADRO 5. PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA EL DIÁMETRO DEL TALLO A LOS CUATRO MESES.

Tratamiento	Medias (cm)	Rango
T2	5,23	A
T1	2,20	B
T3	2,12	B

Elaboración: ALCIVAR, J. 2011.

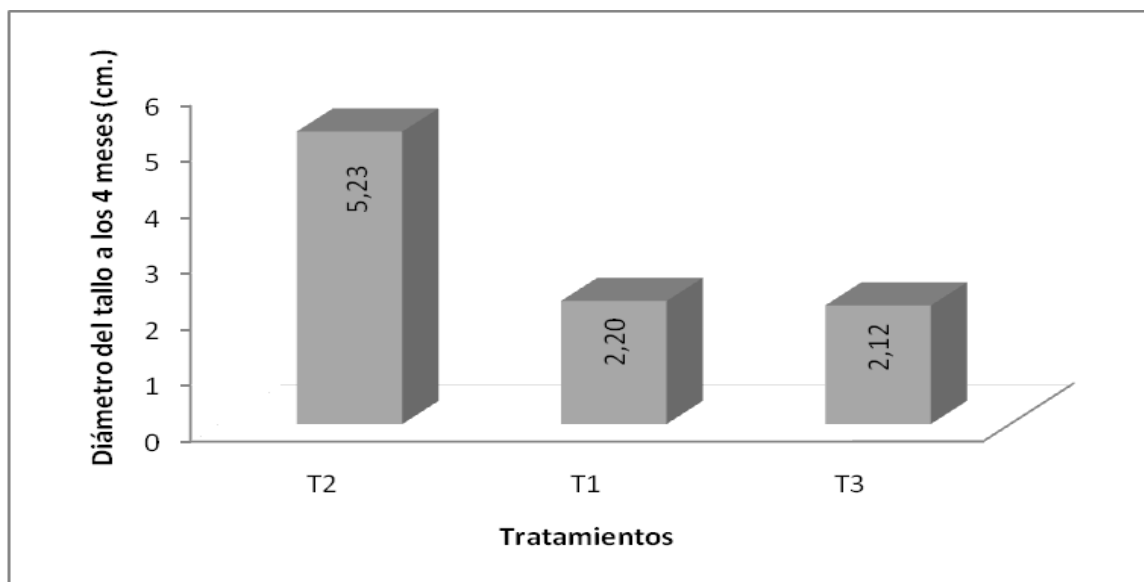


GRÁFICO 1. DIÁMETRO DEL TALLO A LOS CUATRO MESES.

2. Diámetro del tallo a los 5 meses.

En el análisis de varianza para el diámetro del tallo a los 5 meses (Cuadro 6), presentó diferencias estadísticas altamente significativas entre tratamientos.

Con un coeficiente de variación de 10.60 %.

El promedio para el diámetro del tallo a los 5 meses fue 3.89 cm.

CUADRO 6. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA EL DIÁMETRO DEL TALLO A LOS CINCO MESES.

F. Var	gl	S. Cuad	C. Medio	Fisher			Nivel de significancia
				cal	0.05	0.01	
Total	11	25.87					
Repeticiones	3	0.08	0.03	0.15	4.76	9.78	ns
Tratamientos	2	24.78	12.39	72.96	5.14	10.92	**
Error	6	1.02	0.17				
CV %			10.60				
Media			3.89				

Elaboración: ALCIVAR, J. 2011.

En la prueba de Tukey al 5% para el diámetro del tallo a los cinco meses (Cuadro 7; Gráfico 2) se presentaron tres rangos; en el rango “A” se ubicó el tratamiento 2 con un valor de 5.92 cm., mientras que en el rango “C” se ubicó el tratamiento 3 con un valor de 2.84 cm. El tratamiento 1 se encontró en un rango intermedio

CUADRO 7. PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA EL DIÁMETRO DEL TALLO A LOS CINCO MESES.

Tratamientos	Medias (cm.)	Rango
T2	5,92	A
T1	2,91	B
T3	2,84	C

Elaboración: ALCIVAR, J. 2011.

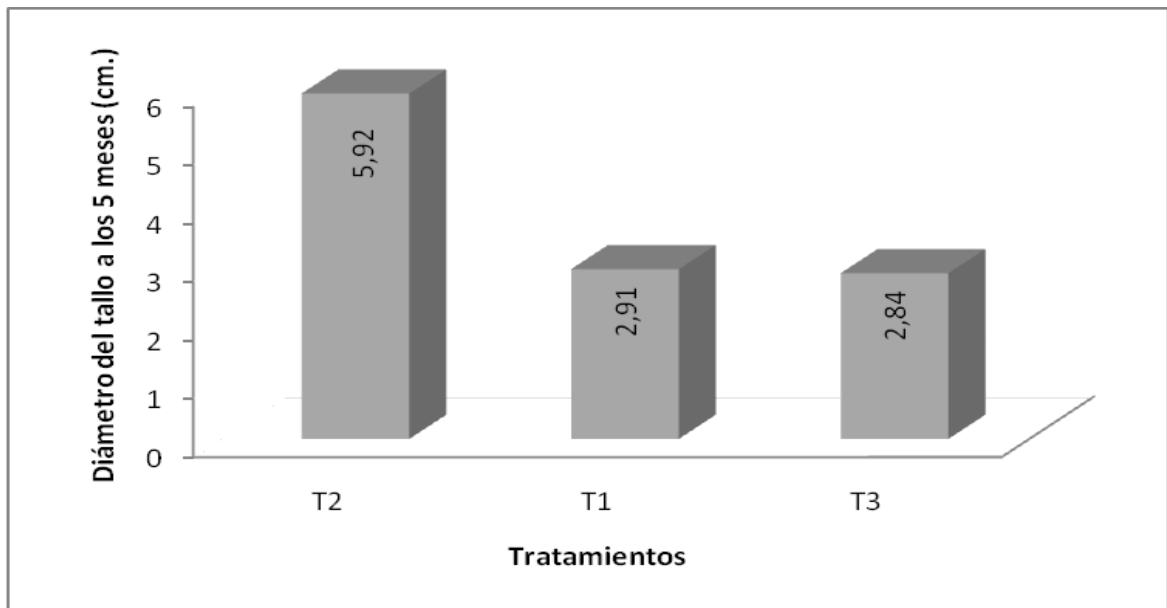


GRÁFICO 2. DIÁMETRO DEL TALLO A LOS CINCO MESES.

3. Diámetro del tallo a los 6 meses.

En el análisis de varianza para el diámetro del tallo a los 6 meses (Cuadro 8), presentó diferencias estadísticas altamente significativas entre tratamientos.

Con un coeficiente de variación de 8.70 %.

El promedio para el diámetro del tallo a los 6 meses fue 4.56 cm.

CUADRO 8. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA EL DIÁMETRO DEL TALLO A LOS SEIS MESES.

F. Var	gl	S. Cuad	C. Medio	Fisher			Nivel de significancia
				cal	0.05	0.01	
Total	11	26.47					
Repeticiones	3	0.05	0.02	0.10	4.76	9.78	ns
Tratamientos	2	25.48	12.74	80.93	5.14	10.92	**
Error	6	0.94	0.16				
CV %			8.70				
Media			4.56				

Elaboración: ALCIVAR, J. 2011.

En la prueba de Tukey al 5% para el diámetro del tallo a los seis meses (Cuadro 9; Gráfico 3) se presentaron tres rangos; en el rango “A” se ubicó el tratamiento 2 con un valor de 6.62 cm., mientras que en el rango “C” se ubicó el tratamiento 3 con un valor de 3.58 cm. El tratamiento 1 se encontró en un rango intermedio.

CUADRO 9. PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA EL DIÁMETRO DEL TALLO A LOS SEIS MESES.

Tratamientos	Medias (cm)	Rango
T2	6,62	A
T1	4,48	B
T3	3,58	C

Elaboración: ALCIVAR, J. 2011.

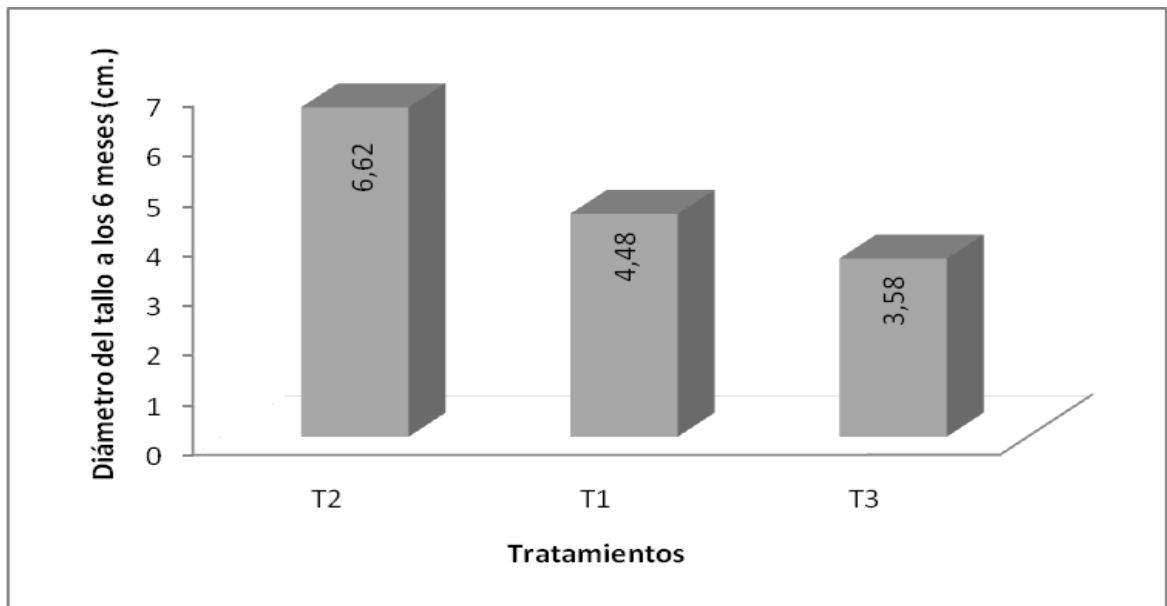


GRÁFICO 3. DIÁMETRO DEL TALLO A LOS SEIS MESES.

4. Diámetro del tallo a los 7 meses.

En el análisis de varianza para el diámetro del tallo a los 7 meses (Cuadro 10), presentó diferencias estadísticas altamente significativas entre tratamientos.

Con un coeficiente de variación de 9.27 %.

El promedio para el diámetro del tallo a los 7 meses fue 5.36 cm.

CUADRO 10. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA EL DIÁMETRO DEL TALLO A LOS SIETE MESES.

F. Var	gl	S. Cuad	C. Medio	Fisher			Nivel de significancia
				cal	0.05	0.01	
Total	11	26.67					
Repeticiones	3	0.37	0.12	0.50	4.76	9.78	ns
Tratamientos	2	24.81	12.41	50.17	5.14	10.92	**
Error	6	1.48	0.25				
CV %			9.27				
Media			5.36				

Elaboración: ALCIVAR, J. 2011.

En la prueba de Tukey al 5% para el diámetro del tallo a los siete meses (Cuadro 11; Gráfico 4) se presentaron tres rangos; en el rango “A” se ubicó el tratamiento 2 (E. Noteno) con un valor de 7.40 cm., mientras que en el rango “C” se ubicó el tratamiento 3 (N. Gutiérrez) con un valor de 3.37 cm. El otro tratamiento se encontró en un rango intermedio.

CUADRO 11. PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA EL DIÁMETRO DEL TALLO A LOS SIETE MESES.

Tratamientos	Medias (cm.)	Rango
T2	7,40	A
T1	4,32	B
T3	3,37	C

Elaboración: ALCIVAR, J. 2011.

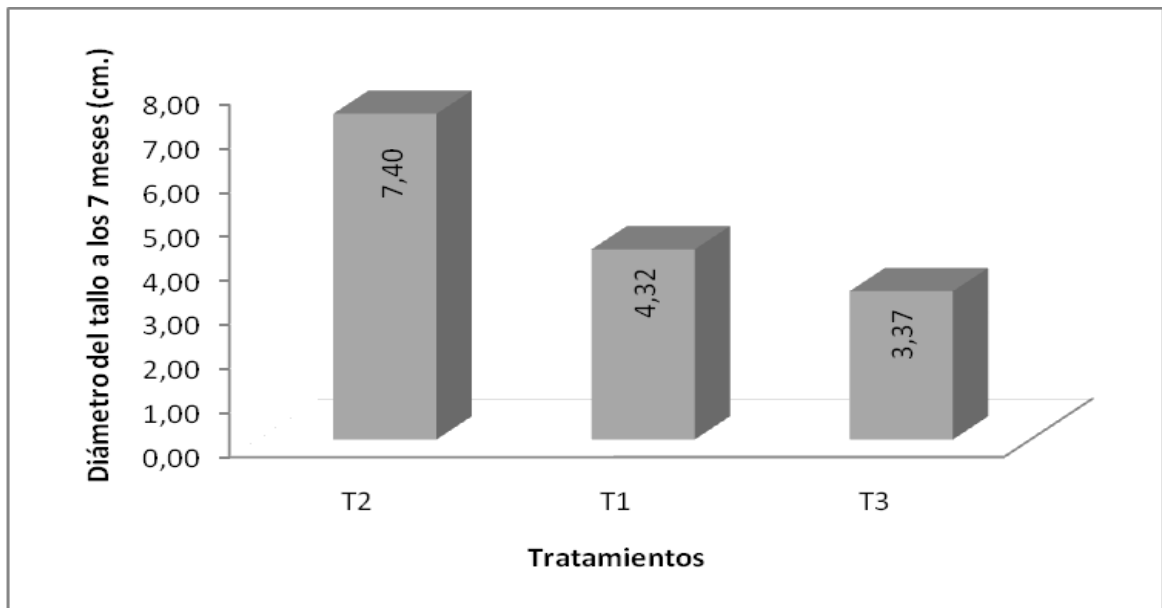


GRÁFICO 4. DIÁMETRO DEL TALLO A LOS SIETE MESES.

5. Diámetro del tallo a los 8 meses.

En el análisis de varianza para el diámetro del tallo a los 8 meses (Cuadro 12), presentó diferencias estadísticas altamente significativas entre tratamientos.

Con un coeficiente de variación de 10.75 %.

El promedio para el diámetro del tallo a los 8 meses fue 6.07 cm.

CUADRO 12. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA EL DIÁMETRO DEL TALLO A LOS OCHO MESES.

F. Var	gl	S. Cuad	C. Medio	Fisher			Nivel de significancia
				cal	0.05	0.01	
Total	11	22.44					
Repeticiones	3	0.68	0.23	0.53	4.76	9.78	ns
Tratamientos	2	19.21	9.60	22.54	5.14	10.92	**
Error	6	2.56	0.43				
CV %			10.75				
Media			6.07				

Elaboración: ALCIVAR, J. 2011.

En la prueba de Tukey al 5% para el diámetro del tallo a los ocho meses (Cuadro 13; Gráfico 5) se presentaron tres rangos; en el rango “A” se ubicó el tratamiento 2 (E. Noteno) con un valor de 7.86 cm., mientras que en el rango “C” se ubicó el tratamiento 1 (E. Alvarado) con un valor de 5.06 cm. El otro tratamiento se encontró en un rango intermedio.

CUADRO 13. PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA EL DIÁMETRO DEL TALLO A LOS OCHO MESES.

Tratamientos	Medias (cm.)	Rango
T2	7,86	A
T3	5,31	B
T1	5,06	C

Elaboración: ALCIVAR, J. 2011.

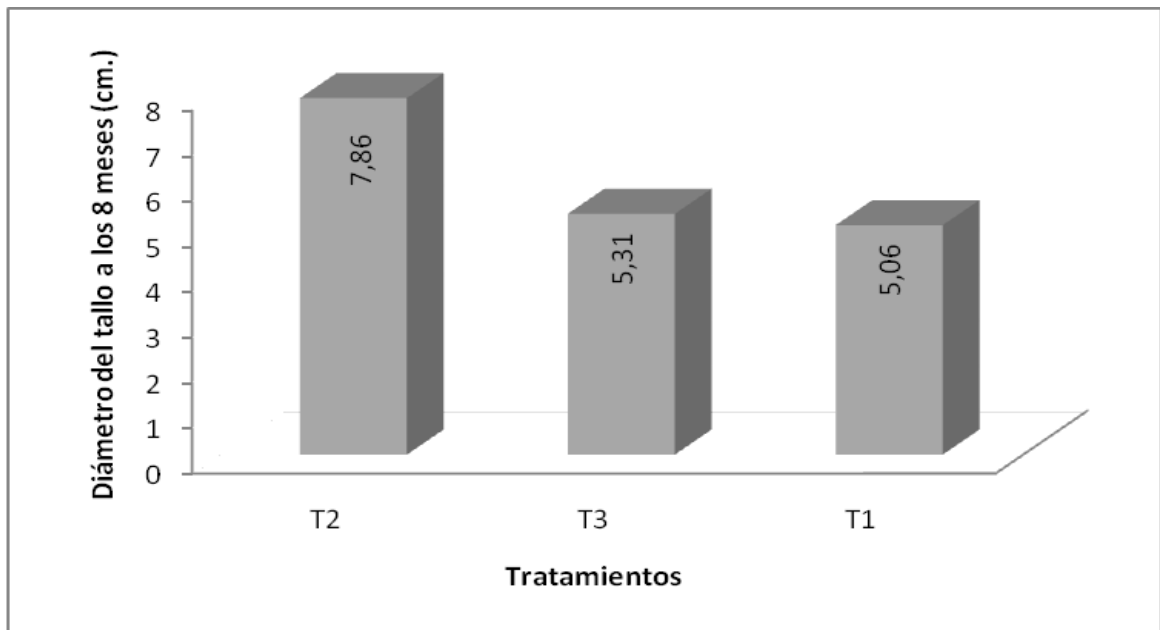


GRÁFICO 5. DIÁMETRO DEL TALLO A LOS OCHO MESES.

6. Diámetro del tallo a los 9 meses.

En el análisis de varianza para el diámetro del tallo a los 9 meses (Cuadro 14), presentó diferencias estadísticas altamente significativas entre tratamientos.

Con un coeficiente de variación de 10.26 %.

El promedio para el diámetro del tallo a los 9 meses fue 6.76 cm.

CUADRO 14. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA EL DIÁMETRO DEL TALLO A LOS NUEVE MESES.

F. Var	gl	S. Cuad	C. Medio	Fisher			Nivel de significancia
				cal	0.05	0.01	
Total	11	20.17					
Repeticiones	3	0.72	0.24	0.50	4.76	9.78	ns
Tratamientos	2	16.56	8.28	17.20	5.14	10.92	**
Error	6	2.89	0.48				
CV %			10.26				
Media			6.76				

Elaboración: ALCIVAR, J. 2011.

En la prueba de Tukey al 5% para el diámetro del tallo a los nueve meses (Cuadro 15; Gráfico 6) se presentaron tres rangos; en el rango “A” se ubicó el tratamiento 2 (E. Noteno) con un valor de 8.40 cm., mientras que en el rango “C” se ubicó el tratamiento 1 (E. Alvarado) con un valor de 5.71 cm. El otro tratamiento se encontró en un rango intermedio.

CUADRO 15. PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA EL DIÁMETRO DEL TALLO A LOS NUEVE MESES.

Tratamientos	Medias (cm.)	Rango
T2	8,40	A
T3	6,18	B
T1	5,71	C

Elaboración: ALCIVAR, J. 2011.

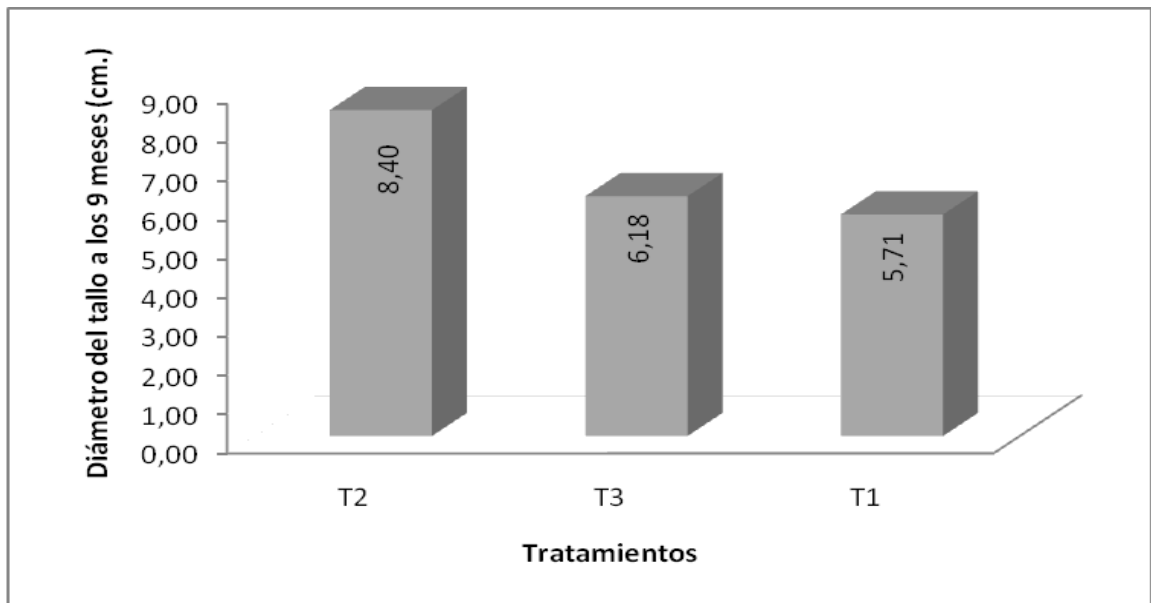


GRÁFICO 6. DIÁMETRO DEL TALLO A LOS NUEVE MESES.

Esto se debe a que en la plantación del Sr. E. Alvarado (Tratamiento 1) y la plantación del Sr. N. Gutiérrez (Tratamiento 3) son de diferentes edades con el segundo sitio, y la diferencia en el crecimiento del diámetro entre la plantación del Sr. E. Alvarado (Tratamiento 1) y la plantación del Sr. N. Gutiérrez (Tratamiento 3) se debe a que la plantación tres tiene un mayor crecimiento debido al tipo de suelo ya que en la plantación Sr. E. Alvarado (Tratamiento 1) los suelos son arenosos hasta 1m de profundidad, por lo tanto los nutrientes tienden a lixiviarse más rápido que en los suelos de la plantación tres que tienen suelos arcillosos hasta 1m de profundidad y por lo tanto su proceso de lixiviación de nutrientes es mucho menor. (Gráfico 7)

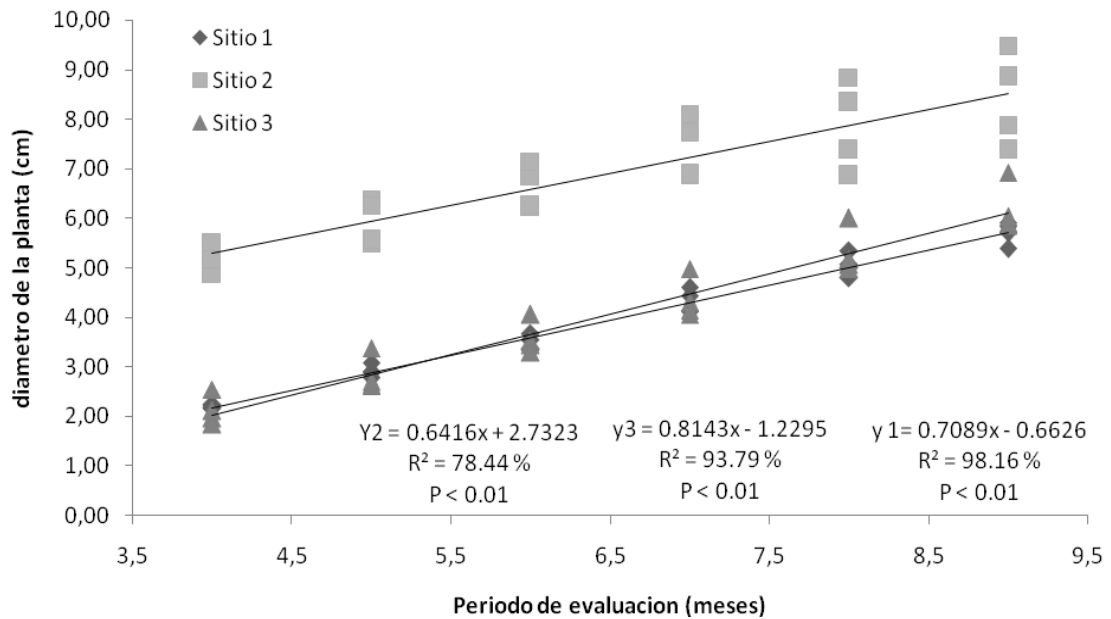


GRÁFICO 7. COMPORTAMIENTO DEL DIÁMETRO DEL TALLO DE LA PLANTA EN FUNCIÓN DEL TIEMPO POR SITIO.

Al realizar el análisis de regresión se determinó que el diámetro de la teca (*Tectona grandis*) está relacionado significativamente del tiempo en los tres sitios a una regresión lineal, de la misma manera manifestar que en la plantación del Sr. E. Alvarado (Tratamiento 1) , Sr. E. Noteno (Tratamiento 2) y del Sr. N. Gutiérrez (Tratamiento 3) los diámetros de los tallos están relacionados en el 0.98, 0.78 y 0.94; lo cual pasado a porcentaje tenemos 98, 78 y 94 % del tiempo y por cada mes que transcurre el diámetro del tallo desarrolla en 0.71, 0.64 y 0.81 cm, pudiendo manifestarse que en la plantación del Sr. N. Gutiérrez (Tratamiento 3) existe mayor desarrollo que en la plantación del Sr. E. Noteno (Tratamiento 2), puesto que existe un mayor diámetro que desarrolla por cada mes que transcurre en la plantación de teca (*Tectona grandis*). (Cuadro 16; 17)

CUADRO 16. ESTADÍSTICAS DE LA REGRESIÓN PARA EL DIÁMETRO DEL TALLO DE LAS PLANTAS.

Estadísticas de la regresión	Tratamiento 1 (Alvarado)	Tratamiento 2 (Noteno)	Tratamiento 3 (Gutiérrez)
Coeficiente de correlación múltiple	0.99	0.89	0.97
Coeficiente de determinación R ²	0.98	0.78	0.94
R ² ajustado	0.98	0.78	0.94
Intercepción	-0.66	2.73	-1.23
Variable X 1	0.71	0.64	0.81
Probabilidad	1.37E-20	8.78E-09	9.23E-15

Elaboración: ALCIVAR, J. 2011.

CUADRO 17. ESTADÍSTICAS DE LA REGRESIÓN PARA EL DIÁMETRO DEL TALLO DE LAS PLANTAS, PARA LOS TRATAMIENTOS.

Fuente de Variación	Gl	Tratamiento 1 (Alvarado)	Tratamiento 2 (Noteno)	Tratamiento 3 (Gutiérrez)
Regresión	1	35.18	28.81	46.41
Residuos	22	0.03	0.36	0.14
Total	23			

Elaboración: ALCIVAR, J. 2011.

B. ALTURA DE LA PLANTA

1. Altura de planta a los 4 meses

En el análisis de varianza para la altura de planta a los 4 meses (Cuadro 18), presentó diferencias estadísticas altamente significativas entre tratamientos.

Con un coeficiente de variación de 7.64 %.

El promedio para la altura de planta a los 4 meses fue 1.42 cm.

CUADRO 18. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA ALTURA DE PLANTA A LOS CUATRO MESES

F. Var	gl	S. Cuad	C. Medio	Fisher			Nivel de significancia
				Cal	0.05	0.01	
Total	11	15.39					
Repeticiones	3	0.05	0.02	1.43	4.76	9.78	ns
Tratamientos	2	15.27	7.64	648.23	5.14	10.92	**
Error	6	0.07	0.01				
CV %			7.64				
Media			1.42				

Elaboración: ALCIVAR, J. 2011.

En la prueba de Tukey al 5% para la altura de planta a los cuatro meses (Cuadro 19; Gráfico 8) se presentaron dos rangos; en el rango “A” se ubicó el tratamiento 2 (E. Noteno) con un valor de 3.02 cm., mientras que en el rango “B” se ubicaron los tratamientos 1 (E. Alvarado) y 3 (N. Gutiérrez) con valores de 0.60 cm. cada uno de ellos respectivamente.

CUADRO 19. PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA LA ALTURA DE PLANTA A LOS CUATRO MESES

Tratamientos	Medias (cm.)	Rango
T2	3,02	A
T1	0,60	B
T3	0,60	B

Elaboración: ALCIVAR, J. 2011.

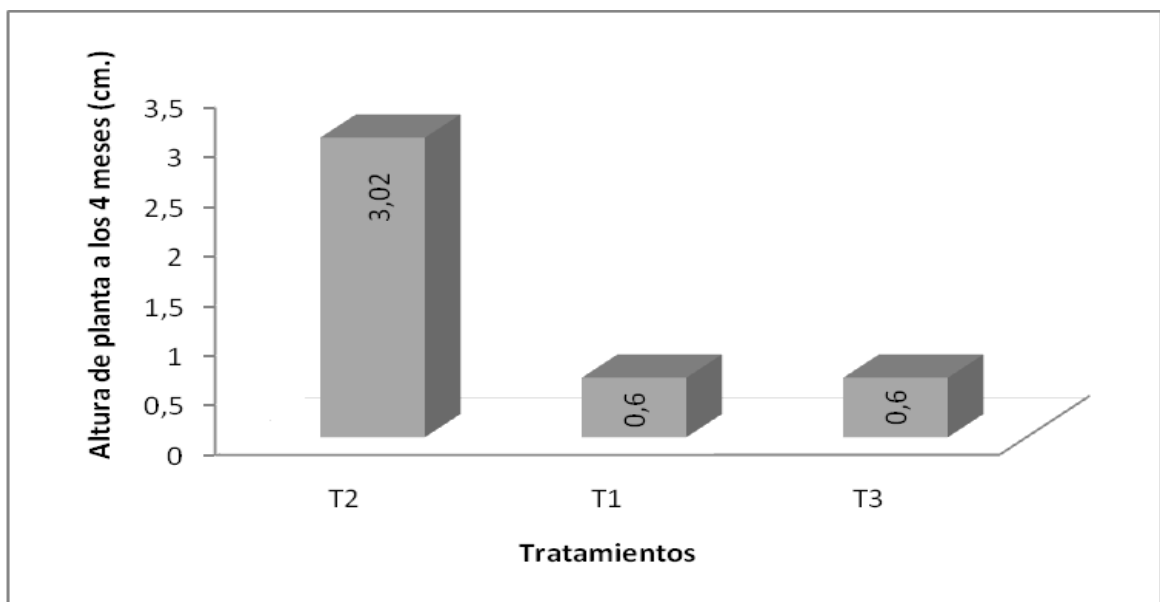


GRÁFICO 8. ALTURA DE PLANTA A LOS CUATRO MESES

2. Altura de planta a los 5 meses

En el análisis de varianza para la altura de planta a los 5 meses (Cuadro 20), presentó diferencias estadísticas altamente significativas entre tratamientos.

Con un coeficiente de variación de 9.49 %.

El promedio para la altura de planta a los 5 meses fue 1.76 cm.

CUADRO 20. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA ALTURA DE PLANTA A LOS CINCO MESES

F. Var	gl	S. Cuad	C. Medio	Fisher			Nivel de significancia
				cal	0.05	0.01	
Total	11	19.50					
Repeticiones	3	0.05	0.02	0.62	4.76	9.78	Ns
Tratamientos	2	19.28	9.64	347.25	5.14	10.92	**
Error	6	0.17	0.03				
CV %			9.49				
Media			1.76				

Elaboración: ALCIVAR, J. 2011.

En la prueba de Tukey al 5% para la altura de planta a los cinco meses (Cuadro 21; Gráfico 9) se presentaron tres rangos; en el rango "A" se ubicó el tratamiento 2 (E. Noteno) con un valor de 3.55 cm., mientras que en el rango "C" se ubicó el tratamiento 3 (N. Gutiérrez) con un valor de 0.78 cm.; el otro tratamiento se ubicó en un rango intermedio.

CUADRO 21. PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA LA ALTURA DE PLANTA A LOS CINCO MESES

Tratamientos	Medias (cm.)	Rango
T2	3,55	A
T1	0,94	B
T3	0,78	C

Elaboración: ALCIVAR, J. 2011.

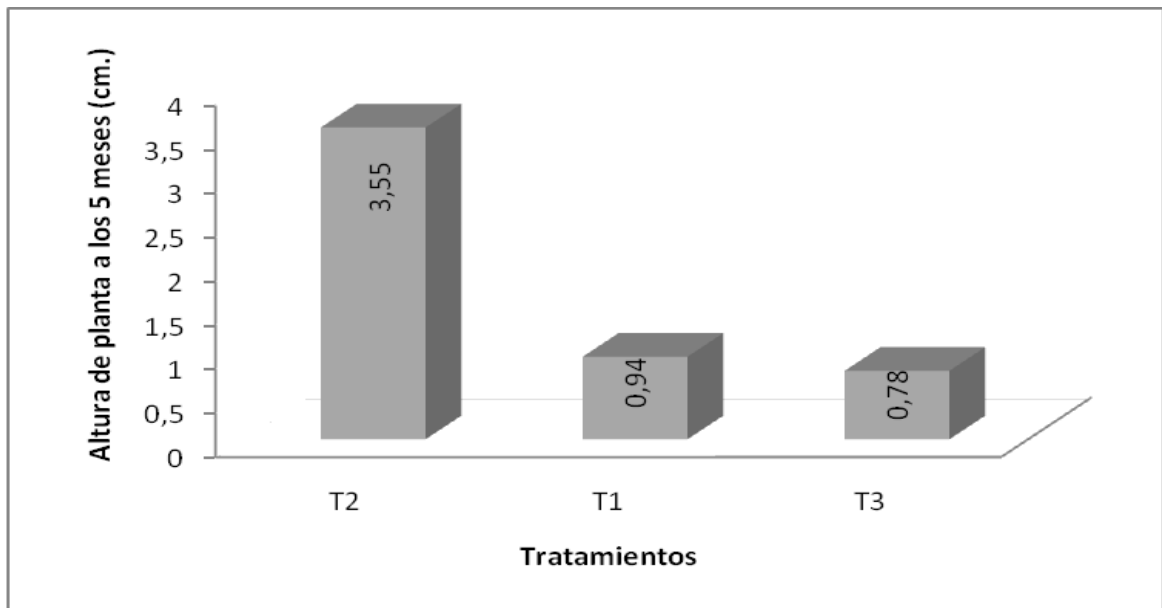


GRÁFICO 9. ALTURA DE PLANTA A LOS CINCO MESES

3. Altura de planta a los 6 meses

En el análisis de varianza para la altura de planta a los 6 meses (Cuadro 22), presentó diferencias estadísticas altamente significativas entre tratamientos.

Con un coeficiente de variación de 9.49 %.

El promedio para la altura de planta a los 6 meses fue 1.76 cm.

CUADRO 22. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA ALTURA DE PLANTA A LOS SEIS MESES

F. Var	gl	S. Cuad	C. Medio	Fisher			Nivel de significancia
				cal	0.05	0.01	
Total	11	22.24					
Repeticiones	3	0.13	0.04	0.43	4.76	9.78	ns
Tratamientos	2	21.52	10.76	109.08	5.14	10.92	**
Error	6	0.59	0.10				
CV %			13.88				
Media			2.26				

Elaboración: ALCIVAR, J. 2011.

En la prueba de Tukey al 5% para la altura de planta a los seis meses (Cuadro 22; Gráfico 10) se presentaron tres rangos; en el rango “A” se ubicó el tratamiento 2 (E. Noteno) con un valor de 4.16 cm., mientras que en el rango “C” se ubicó el tratamiento 3 (N. Gutiérrez) con un valor de 1.26 cm.; el otro sitio se trató en un rango intermedio.

CUADRO 23. PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA LA ALTURA DE PLANTA A LOS SEIS MESES

Tratamientos	Medias (cm.)	Rango
T2	4,16	A
T1	1,37	B
T3	1,26	C

Elaboración: ALCIVAR, J. 2011.

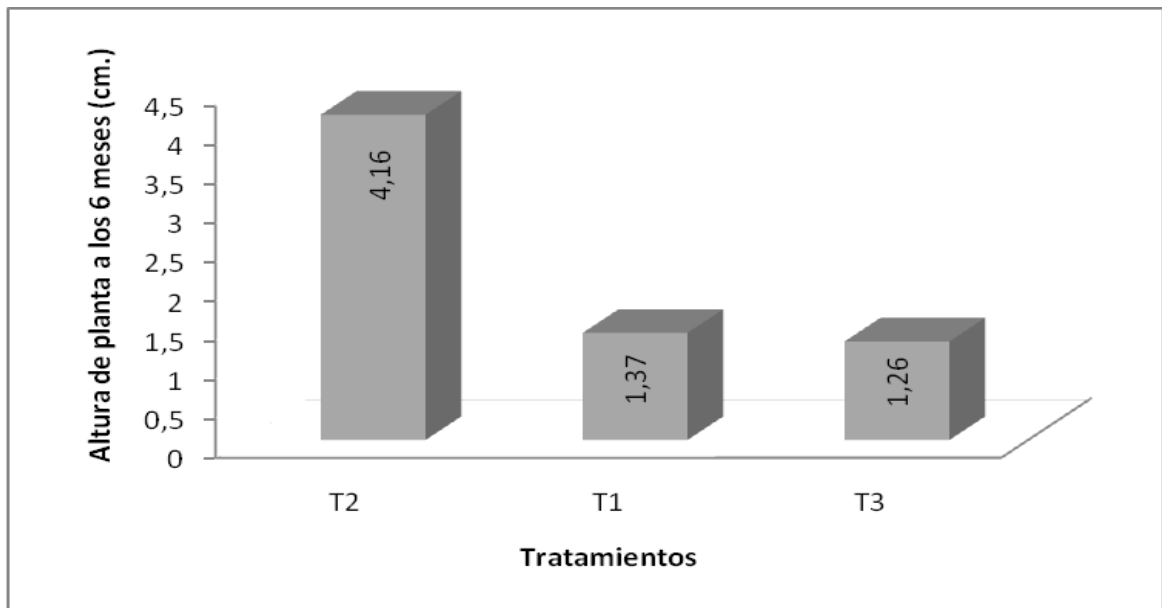


GRÁFICO 10. ALTURA DE PLANTA A LOS SEIS MESES

4. Altura de planta a los 7 meses

En el análisis de varianza para la altura de planta a los 7 meses (Cuadro 24), presentó diferencias estadísticas altamente significativas entre tratamientos.

Con un coeficiente de variación de 11.10 %.

El promedio para la altura de planta a los 7 meses fue 2.91 cm.

CUADRO 24. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA ALTURA DE PLANTA A LOS SIETE MESES

F. Var	gl	S. Cuad	C. Medio	Fisher			Nivel de significancia
				cal	0.05	0.01	
Total	11	19.44					
Repeticiones	3	0.26	0.09	0.82	4.76	9.78	ns
Tratamientos	2	18.55	9.28	88.77	5.14	10.92	**
Error	6	0.63	0.10				
CV %			11.10				
Media			2.91				

Elaboración: ALCIVAR, J. 2011.

En la prueba de Tukey al 5% para la altura de planta a los siete meses (Cuadro 25; Gráfico 14) se presentaron tres rangos; en el rango “A” se ubicó el tratamiento 2 (E. Noteno) con un valor de 4.67 cm., mientras que en el rango “C” se ubicó el tratamiento 3 (N. Gutiérrez) con un valor de 1.91 cm.; el otro tratamiento se ubicó en un rango intermedio.

CUADRO 25. PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA LA ALTURA DE PLANTA A LOS SIETE MESES

Tratamientos	Medias (cm.)	Rango
T2	4,67	A
T1	2,16	B
T3	1,91	C

Elaboración: ALCIVAR, J. 2011.

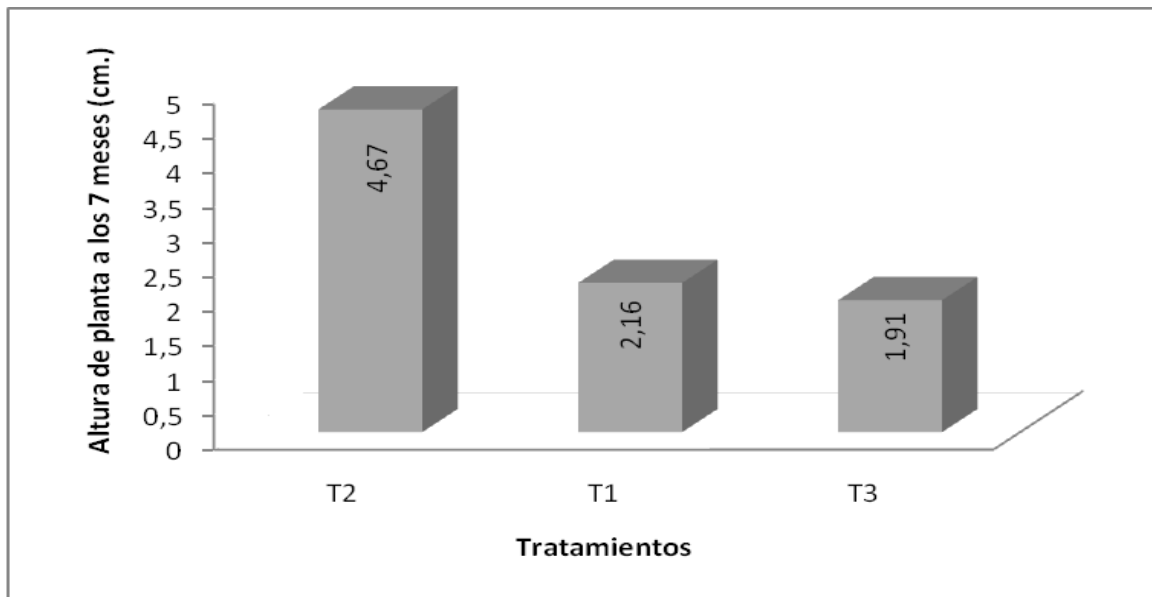


GRÁFICO 11. ALTURA DE PLANTA A LOS SIETE MESES

5. Altura de planta a los 8 meses

En el análisis de varianza para la altura de planta a los 8 meses (Cuadro 26), presentó diferencias estadísticas altamente significativas entre tratamientos.

Con un coeficiente de variación de 13.75 %.

El promedio para la altura de planta a los 8 meses fue 3.49 cm.

CUADRO 26. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA ALTURA DE PLANTA A LOS OCHO MESES

F. Var	gl	S. Cuad	C. Medio	Fisher			Nivel de significancia
				cal	0.05	0.01	
Total	11	18.06					
Repeticiones	3	0.35	0.12	0.50	4.76	9.78	ns
Tratamientos	2	16.33	8.17	35.49	5.14	10.92	**
Error	6	1.38	0.23				
CV %			13.75				
Media			3.49				

Elaboración: ALCIVAR, J. 2011.

En la prueba de Tukey al 5% para la altura de planta a los ocho meses (Cuadro 27; Gráfico 15) se presentaron tres rangos; en el rango “A” se ubicó el tratamiento 2 (E. Noteno) con un valor de 5.14 cm., mientras que en el rango “C” se ubicó el tratamiento 3 (N. Gutiérrez) con un valor de 2.57 cm.; el otro tratamiento se ubicó en un rango intermedio.

CUADRO 27. PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA LA ALTURA DE PLANTA A LOS OCHO MESES

Tratamientos	Medias (cm.)	Rango
T2	5,14	A
T1	2,76	B
T3	2,57	C

Elaboración: ALCIVAR, J. 2011.

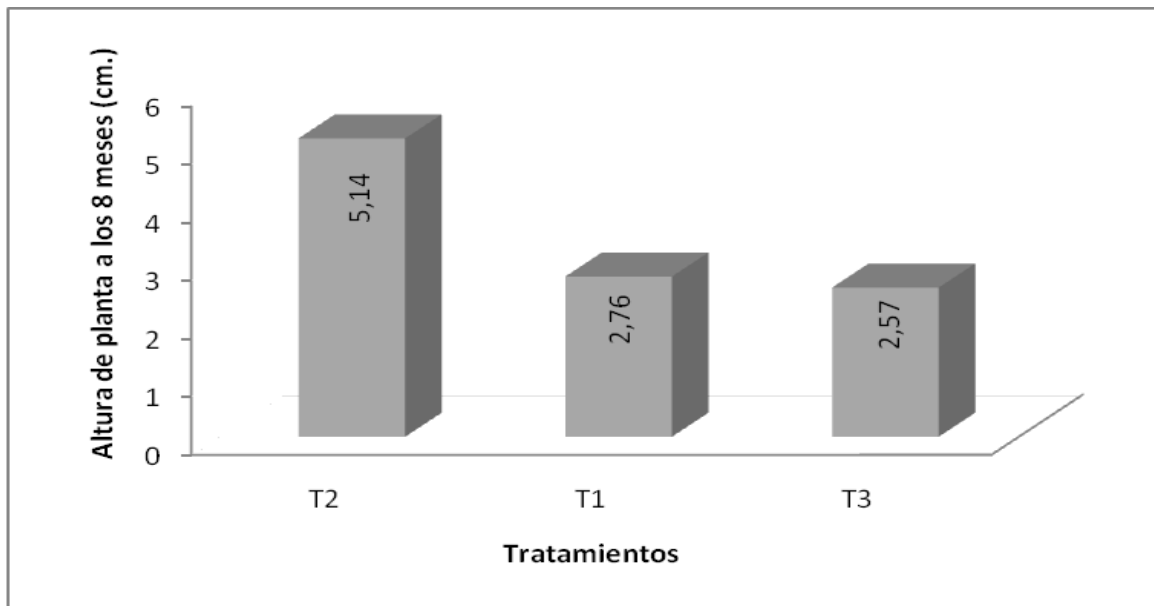


GRÁFICO 12. ALTURA DE PLANTA A LOS OCHO MESES

6. Altura de planta a los 9 meses

En el análisis de varianza para la altura de planta a los 9 meses (Cuadro 28), presentó diferencias estadísticas altamente significativas entre tratamientos.

Con un coeficiente de variación de 13.47 %.

El promedio para la altura de planta a los 9 meses fue 4.08 cm.

CUADRO 28. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA ALTURA DE PLANTA A LOS NUEVE MESES

F. Var	gl	S. Cuad	C. Medio	Fisher			Nivel de significancia
				cal	0.05	0.01	
Total	11	18.64					
Repeticiones	3	0.30	0.10	0.33	4.76	9.78	ns
Tratamientos	2	16.53	8.27	27.37	5.14	10.92	**
Error	6	1.81	0.30				
CV %			13.47				
Media			4.08				

Elaboración: ALCIVAR, J. 2011.

En la prueba de Tukey al 5% para la altura de planta a los nueve meses (Cuadro 29; Gráfico 16) se presentaron tres rangos; en el rango “A” se ubicó el tratamiento 2 (E. Noteno) con un valor de 5.74 cm., mientras que en el rango “C” se ubicó el tratamiento 3 (N. Gutiérrez) con un valor de 3.20 cm.; el otro sitio se ubicó en un rango intermedio.

CUADRO 29. PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA LA ALTURA DE PLANTA A LOS NUEVE MESES

Tratamientos	Medias (cm.)	Rango
T2	5,74	A
T1	3,31	B
T3	3,20	C

Elaboración: ALCIVAR, J. 2011.

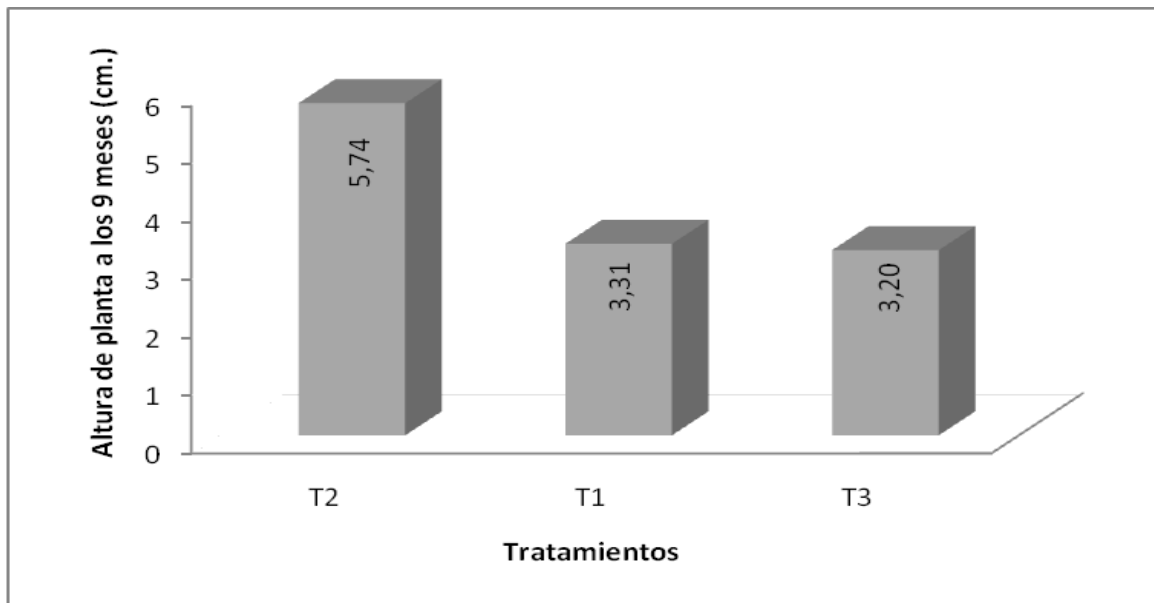


GRÁFICO 13. ALTURA DE PLANTA A LOS NUEVE MESES

La plantación del Sr. E. Noteno (Tratamiento 2) presenta mayor edad que las plantaciones de los Sr. N. Gutiérrez (Tratamiento 3) y Sr. E. Alvarado (Tratamiento 1) con un lapso de tiempo de tres meses; debido a las condiciones del suelo la plantación del Sr. E. Alvarado (Tratamiento 1), cuyas alturas son las más bajas con relación a las dos plantaciones se debe a que posee suelos arenosos en su totalidad hasta el 1,0 m de profundidad, lo cual permite una mayor lixiviación de nutrientes dentro del suelo, con relación a la plantación del Sr. N. Gutiérrez (Tratamiento 3), que posee suelos arcillosos hasta el 1,0 m de profundidad lo cual permite mayor disponibilidad de nutrientes para el normal desarrollo en altura de las plantas de teca. (Gráfico 14)

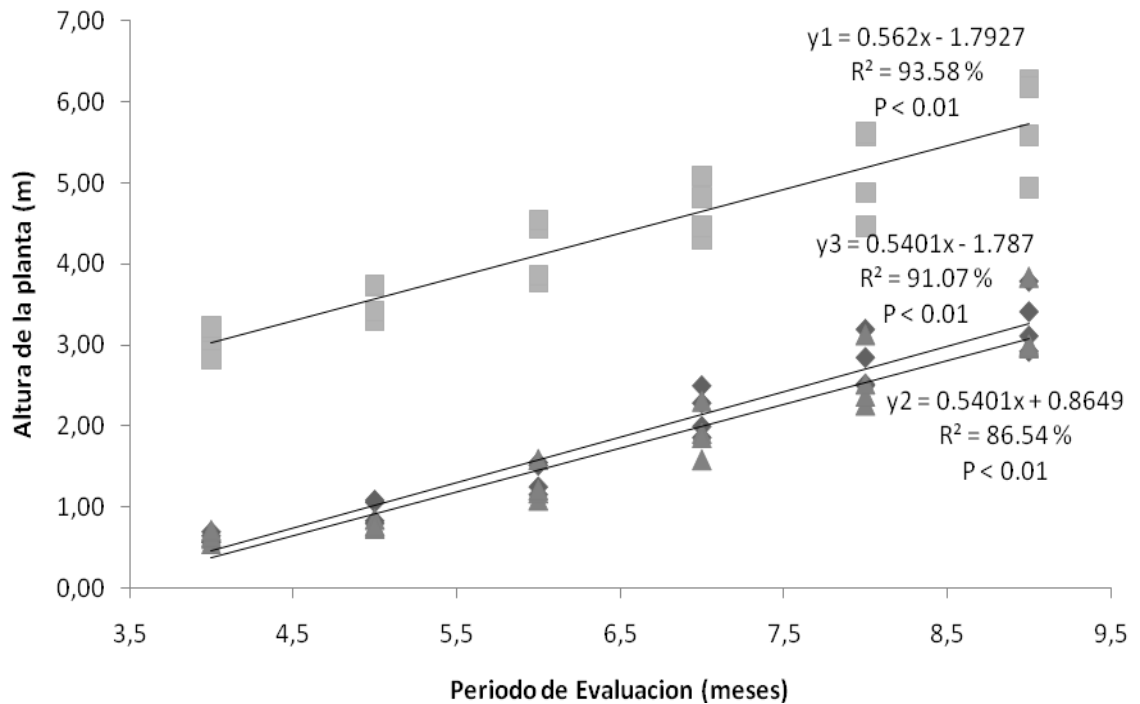


GRÁFICO 14. COMPORTAMIENTO DE LA ALTURA DE LA PLANTA EN FUNCIÓN DEL TIEMPO POR SITIO

Al realizar el análisis de regresión se determinó que la altura de *Tectona grandis* está relacionado significativamente con el tiempo en los tres sitios, pudiendo manifestarse que la plantación del Sr. E. Alvarado (Tratamiento 1) presentan una altura de planta dependiente del tiempo de evaluación hasta los 9 meses aumentando en un 93.58%; la plantación del Sr. N. Gutiérrez (Tratamiento 3) aumentó en un 91.07%; mientras que la plantación del Sr. E. Noteno (Tratamiento 2) aumentó en un 86.54% por cada mes que transcurre el diámetro del tallo desarrolla en 0.56 en el tratamiento 1 y 0.540 cm. en los tratamientos 3 y 2, con lo cual se manifiesta que las plantaciones aumentan de altura según la edad de la plantación (*Tectona grandis*).

C. COMPOSICIÓN AGROBOTÁNICA.

Debido al tipo de suelo que presenta la plantación del Sr. E. Alvarado (Tratamiento 1) existe especies agro botánicas que difieren de la plantación del Sr. N. Gutiérrez (Tratamiento 3), tanto en abundancia como en cantidad de especies, para lo cual podemos manifestar que en la plantación del Sr. E. Alvarado (Tratamiento 1) las familias que sobresalen son: *Pasiflora lutea* “11.7%”, *Cyperus eragrostis* “11.7%”, *Fimbristylis autumnalis* “11.4%” entre las que presentaron mayor porcentaje; mientras que *Tococa guianensis* con el “1.5%”) fue el que menos población de esta especie presentó (Gráfico 15).

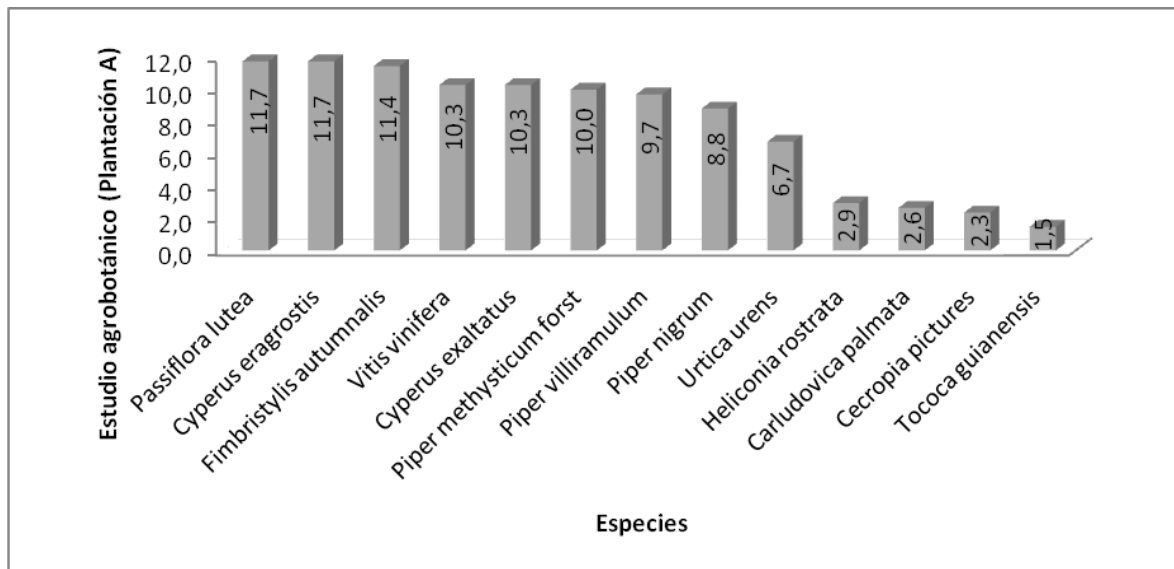


GRAFICO 15. ESPECIES AGROBOTÁNICAS DENTRO DEL SITIO 1 (EDUARDO ALVARADO)

Mientras que la plantación del Sr. E. Noteno (Tratamiento 2), está representada por la familia de las Gramíneas (*Brachiaria* sp, 29.2%, *Fimbristylis autumnalis*, 23.5%), familia Helicoiaceae (*Heliconia rostrata*, 11.8%, Urticáceae (*Urtica urens*, 7.8 %) fueron las que se presentaron en mayor número de especies; mientras que *Dryopteris filix – mas* presentó el menor número con 1.2%. (Gráfico 16)

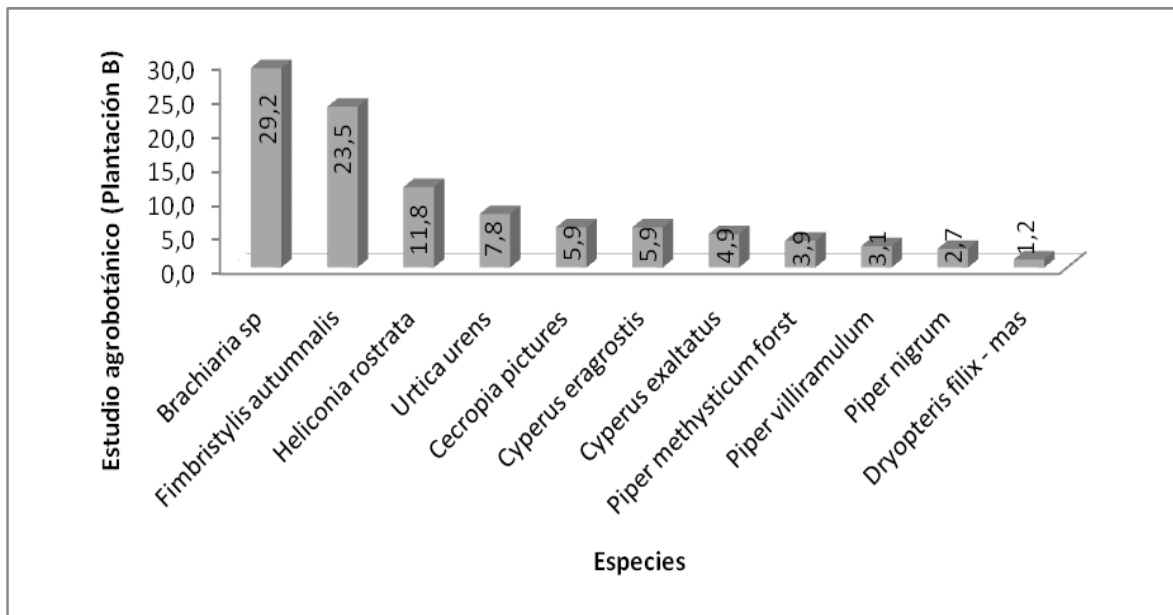


GRAFICO 16. ESPECIES AGROBOTÁNICAS DENTRO DEL SITIO 2 (ESTEBAN NOTENO).

Con relación a la plantación del Sr. N. Gutiérrez (Tratamiento 3) las familias que sobresalen son las Gramínea (*Brachiaria sp* en un 48%) Solanáceae (*Witreringea solanaea* en un 19%) etc. (Grafico 17).

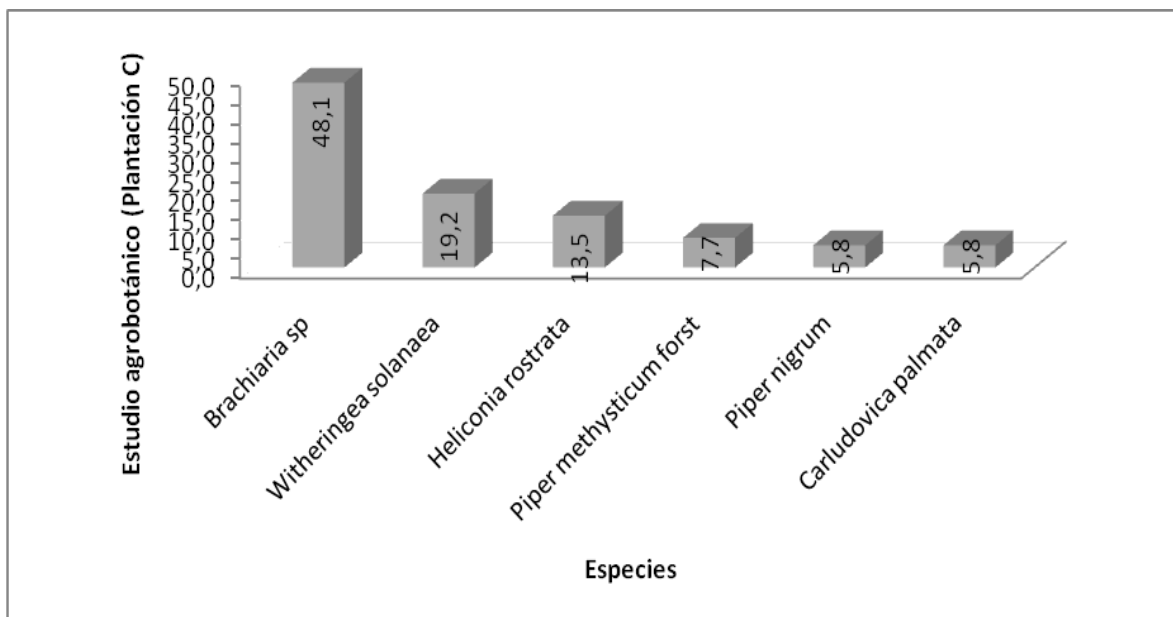


GRAFICO 17. ESPECIES AGROBOTÁNICAS DENTRO DEL SITIO 3 (NICOLÁS GUTIÉRREZ).

D. ANÁLISIS QUÍMICO EN SUELOS DE LOS SITIOS EN ESTUDIO CON PLANTACIONES DE TECA (*Tectona grandis*) DE LOS SITIOS DEL LOS Srs. EDUARDO ALVARADO, ESTEBAN NOTENO Y NICOLAS GUTIERRÉZ

1. Contenido de nitrógeno NH₄ (mg/L)

a. Al inicio de la investigación

En el análisis de varianza para el contenido de nitrógeno NH₄ (mg/L), al inicio de la investigación (Cuadro 30), no presentó diferencias estadísticas significativas entre tratamientos.

Con un coeficiente de variación de 26.54 %.

El promedio para el contenido de nitrógeno NH₄ fue 7.33 mg/L.

CUADRO 30. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA EL CONTENIDO DE NITRÓGENO NH₄ AL INICIO DE LA INVESTIGACIÓN

F. Var	gl	S. Cuad	C. Medio	Fisher			Nivel de significancia
				cal	0.05	0.01	
Total	11	35,62					
Repeticiones	3	5,28	1,76	0,47	4,76	9,78	ns
Tratamientos	2	7,66	3,83	1,01	5,14	10,92	ns
Error	6	22,67	3,78				
CV %			26,54				
Media			7,33				

Elaboración: ALCIVAR, J. 2011.

b. Al final de la investigación

En el análisis de varianza para el contenido de nitrógeno NH₄ (mg/L) al final de la investigación (Cuadro 31), no presentó diferencias estadísticas significativas entre tratamientos.

Con un coeficiente de variación de 10.20 %.

El promedio para el contenido de nitrógeno NH₄ al final de la investigación fue 6.73 mg/L.

CUADRO 31. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA EL CONTENIDO DE NITRÓGENO NH₄ AL FINAL DE LA INVESTIGACIÓN

F. Var	gl	S. Cuad	C. Medio	Fisher			Nivel de significancia
				cal	0.05	0.01	
Total	11	9,87					
Repeticiones	3	3,59	1,20	2,54	4,76	9,78	ns
Tratamientos	2	3,45	1,73	3,66	5,14	10,92	ns
Error	6	2,83	0,47				
CV %			10,20				
Media			6,73				

Elaboración: ALCIVAR, J. 2011.

La presencia de nitrógeno en promedio fue de 7.33 mg/L correspondiendo al nivel bajo en este elemento mineral en los suelos con plantaciones de teca (*Tectona grandis*) el mismo que disminuye al transcurrir el tiempo a 6.73, esto puede deberse a causas como la presencia de lluvias en el sector las cuales son de 3000 mm anuales.

Los análisis de suelo realizados tanto al inicio como al final de la investigación muestran el descenso que existe en el suelo en cuanto al contenido del nitrógeno el cual disminuyó en un 0.59 mg/L, el cual se atribuye a consumo por parte de la Teca.

2. Contenido de fósforo P₂O₅ (mg/L)

a. Al inicio de la investigación

En el análisis de varianza para el contenido de fósforo P₂O₅ (mg/L) al inicio de la investigación (Cuadro 32), presentó diferencias estadísticas altamente significativas entre tratamientos.

Con un coeficiente de variación de 8.83 %.

El promedio para el contenido de fósforo P₂O₅ al inicio de la investigación fue 14.46 mg/L.

CUADRO 32. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA EL CONTENIDO DE FÓSFORO P₂O₅ AL INICIO DE LA INVESTIGACIÓN

F. Var	gl	S. Cuad	C. Medio	Fisher			Nivel de significancia
				cal	0.05	0.01	
Total	11	547,09					
Repeticiones	3	21,23	7,08	4,34	4,76	9,78	Ns
Tratamientos	2	516,07	258,04	158,17	5,14	10,92	**
Error	6	9,79	1,63				
CV %			8,83				
Media			14,46				

Elaboración: ALCIVAR, J. 2011.

En la prueba de Tukey al 5% para el contenido de P_2O_5 en mg/L (Cuadro 33; Gráfico 18) se presentaron tres rangos; en el rango “A” se ubicó el tratamiento 3 con un valor de 22.15 mg/L., mientras que en el rango “C” se ubicó el tratamiento 1 con un valor de 6.13 mg/L; el otro tratamiento se ubicó en un rango intermedio.

CUADRO 33. PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA EL CONTENIDO DE FÓSFORO P_2O_5

Tratamientos	Medias (mg/L.)	Rango
T3	22,15	A
T2	15,10	B
T1	6,13	C

Elaboración: ALCIVAR, J. 2011.

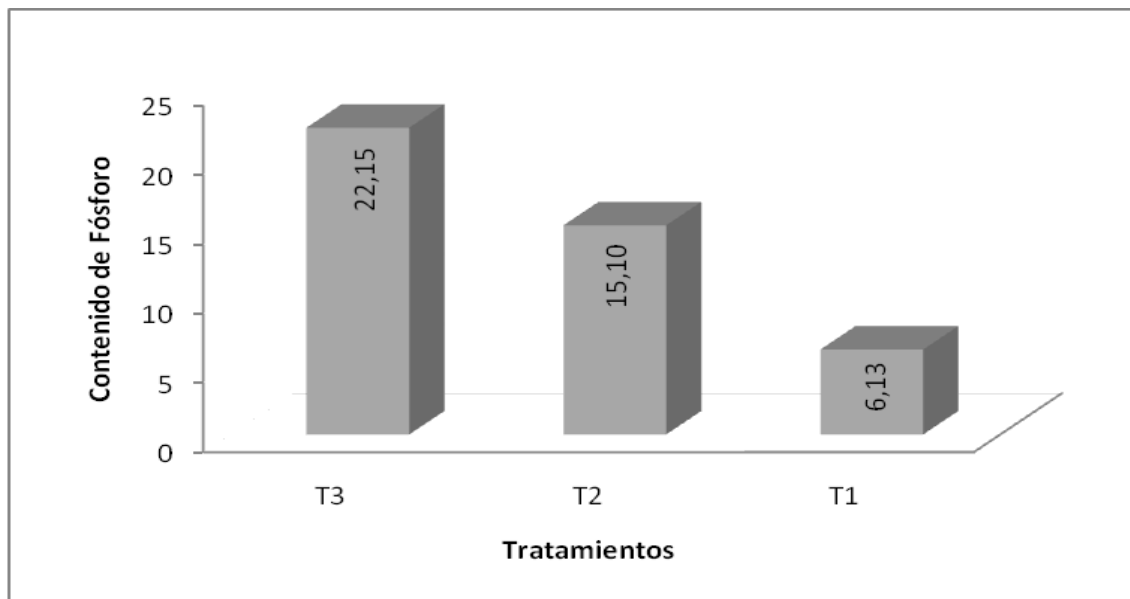


GRÁFICO 18. CONTENIDO DE FÓSFORO P_2O_5 AL INICIO DE LA INVESTIGACIÓN

b. Al final de la investigación

En el análisis de varianza para el contenido de fósforo P_2O_5 (mg/L) al final de la investigación (Cuadro 34), presentó diferencias estadísticas altamente significativas entre tratamientos.

Con un coeficiente de variación de 5.24 %.

El promedio para el contenido de fósforo P_2O_5 al final de la investigación fue 29.98 mg/L.

CUADRO 34. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA EL CONTENIDO DE FÓSFORO P_2O_5 AL FINAL DE LA INVESTIGACIÓN

F. Var	gl	S. Cuad	C. Medio	Fisher			Nivel de significancia
				cal	0.05	0.01	
Total	11	97,66					
Repeticiones	3	3,66	1,22	0,49	4,76	9,78	ns
Tratamientos	2	79,21	39,61	16,07	5,14	10,92	**
Error	6	14,79	2,46				
CV %			5,24				
Media			29,98				

Elaboración: ALCIVAR, J. 2011.

En la prueba de Tukey al 5% para el contenido de P_2O_5 en mg/L (Cuadro 35; Gráfico 19) se presentaron dos rangos; en el rango “A” se ubican los tratamientos T3 y T2 con valores de 31.83 y 31.78 mg/L., mientras que en el rango “B” se ubicó el tratamiento T1 con un valor de 26.35 mg/L.

CUADRO 35. PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA EL CONTENIDO DE FÓSFORO P_2O_5 AL FINAL DE LA INVESTIGACIÓN

Tratamientos	Medias (mg/L.)	Rango
T3	31,83	A
T2	31,78	A
T1	26,35	B

Elaboración: ALCIVAR, J. 2011.

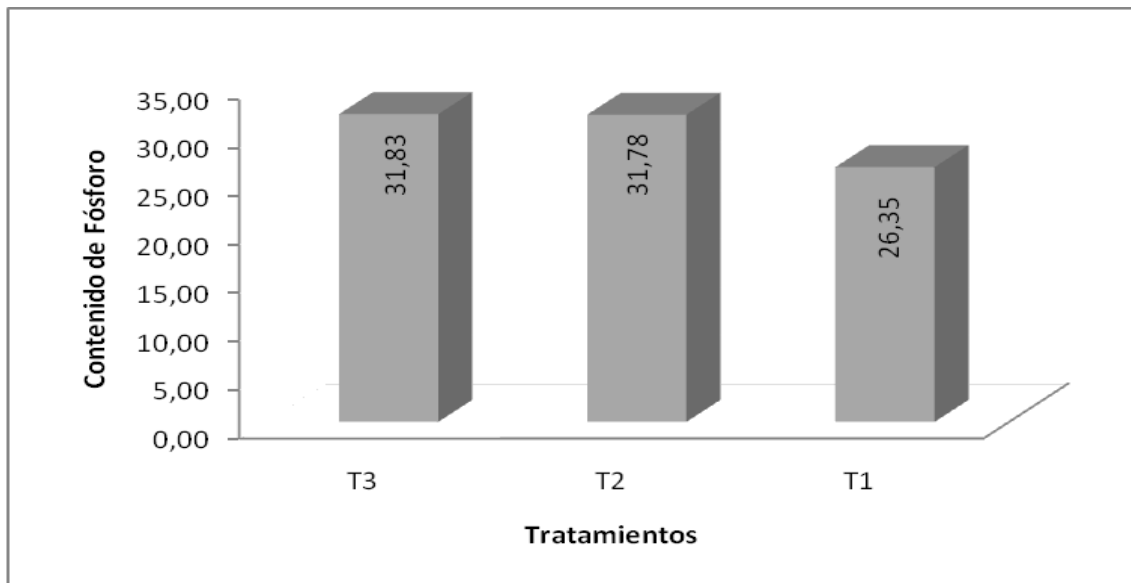


GRÁFICO 19. CONTENIDO DE FÓSFORO P_2O_5 AL FINAL DE LA INVESTIGACIÓN

El Fósforo en promedio se registró 14.46 mg/L al iniciar la evaluación, para luego determinar un valor de 29.98 mg/L con coeficientes de variación de 8.83 y 5.24 %, al analizar los resultados experimentales, se pudo notar que existe diferencias estadísticas entre los sitios y en las dos etapas de evaluación, esto se debe a que las plantas al inicio estaban sin presencia de especies agro botánicas, las mismas que al transcurrir el tiempo fueron creciendo, en este proceso las plantas requieren mayores cantidades de fósforo, ya que este estimula el crecimiento de las raíces para el perfecto desarrollo de las especies agro botánicas las cuales se encuentran identificadas en cada una de las plantaciones de teca (*Tectona grandis*).

En la plantación del Sr. N. Gutiérrez (sitio 3), el contenido de fósforo en la plantación de teca (*Tectona grandis*) fue de 22.15 mg/L siendo superior al resto de sitios, principalmente del sitio 1 en el cual se identifico 6.13 mg/L, pudiendo deberse a que la heterogeneidad de los suelos es evidente por lo que es necesaria la fertilización de estos, ya que ello permite la producción y productividad de los cultivos en dichos suelos.

A pesar de no registrar diferencias estadísticas, al transcurrir un periodo de tiempo, y cambiar la estación climática, el contenido de fósforo en el suelo se modifica o se

incrementa en todos los suelos, encontrándose en la plantación del Sr. E. Alvarado (sitio 1), en la plantación del Sr. E. Noteno (sitio 2) y en la plantación del Sr. N. Gutiérrez (sitio 3) cantidades de 26.35, 31.78 y 31.83 mg/L, esto se debe a que este mineral, se encuentran en el humus del suelo, en diferentes niveles, distinguiendo entre ellas sustancias orgánicas más accesibles para las plantas (lábilés) y otras de menor accesibilidad (no lábilés).

El proceso queda regulado por la actividad microbiana en la etapa de invierno se lixivia por tanto se dispone en menor proporción, mientras que en la etapa de verano este mineral se concentra por la disponibilidad de materia orgánica que cae de la vegetación (hojas de los árboles)

A demás se puede acotar que el contenido de fósforo ascendió en 15,53 mg/L durante la realización del ensayo.

3. Contenido de Potasio K_2O (mg/L)

a. Al inicio de la investigación

En el análisis de varianza para el contenido de potasio (mg/L) al inicio de la investigación (Cuadro 36), presentó diferencias estadísticas altamente significativas entre tratamientos.

Con un coeficiente de variación de 5.87 %.

El promedio para el contenido de potasio K_2O al inicio de la investigación fue 538.87 mg/L.

CUADRO 36. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA EL CONTENIDO DE POTASIO K₂O
AL INICIO DE LA INVESTIGACIÓN

F. Var	gl	S. Cuad	C. Medio	Fisher			Nivel de significancia
				cal	0.05	0.01	
Total	11	69072,87					
Repeticiones	3	4545,31	1515,10	1,51	4,76	9,78	Ns
Tratamientos	2	58518,20	29259,10	29,21	5,14	10,92	**
Error	6	6009,36	1001,56				
CV %			5,87				
Media			538,87				

Elaboración: ALCIVAR, J. 2011.

En la prueba de Tukey al 5% para el contenido de K₂O en mg/L al inicio de la investigación (Cuadro 37; Gráfico 20) se presentaron dos rangos; en el rango “A” se ubican los tratamientos T3 y T2 con valores de 606.65 y 567.18 mg/L., mientras que en el rango “B” se ubicó el tratamiento T1 con un valor de 442.78 mg/L.

CUADRO 37. PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA EL CONTENIDO DE POTASIO
K₂O

Tratamiento	Medias (mg/L.)	Rango
T3	606,65	A
T2	567,18	A
T1	442,78	B

Elaboración: ALCIVAR, J. 2011.

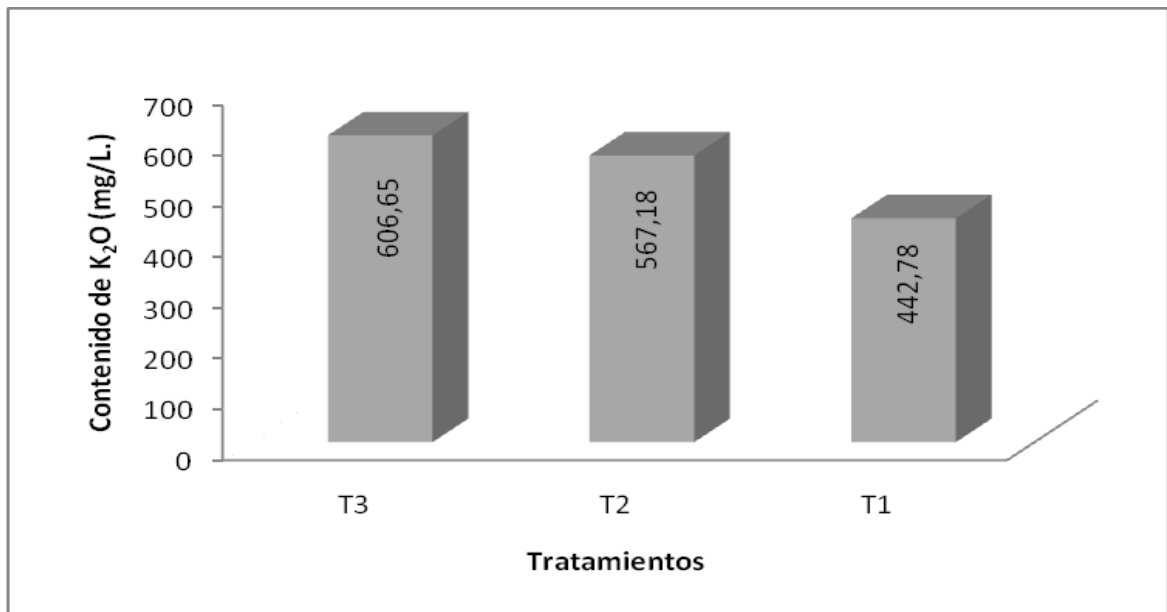


GRÁFICO 20. CONTENIDO DE POTASIO K₂O AL INICIO DE LA INVESTIGACIÓN

b. Al final de la investigación

En el análisis de varianza para el contenido de potasio (mg/L) al final de la investigación (Cuadro 38), no presentó diferencia estadística significativa entre tratamientos.

Con un coeficiente de variación de 7.88 %.

El promedio para el contenido de potasio K₂O al final de la investigación fue 778.54 mg/L.

CUADRO 38. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA EL CONTENIDO DE POTASIO K₂O AL FINAL DE LA INVESTIGACIÓN

F. Var	gl	S. Cuad	C. Medio	Fisher			Nivel de significancia
				cal	0.05	0.01	
Total	11	57360,07					
Repeticiones	3	10842,48	3614,16	0,96	4,76	9,78	ns
Tratamientos	2	23937,18	11968,59	3,18	5,14	10,92	ns
Error	6	22580,40	3763,40				
CV %			7,88				
Media			778,54				

Elaboración: ALCIVAR, J. 2011.

La concentración de Potasio en los suelos plantados con teca (*Tectona grandis*) se registró en promedio 14.46 y 29.98 mg/L en las dos etapas de evaluación de este cultivo con coeficientes de variación de 8.83 y 5.24 %, al someter los resultados experimentales al análisis de varianza se identificó diferencias estadísticas en los dos momentos entre los diferentes sitios de evaluación de este cultivo.

Al analizar el contenido de potasio inicialmente en el sitio 2 y 3 se disponía de 567.18 y 606.65 mg/L, valores que difieren significativamente del sitio 1 en el cual se identificó 442.78 mg/L, pudiendo manifestarse que en este sitio la disponibilidad es inferior a pesar de que este elemento en los suelos es alto, además se puede manifestar que luego del periodo de investigación, este elemento se incrementó en la misma proporción, o sea en el sitio 3, 2 y 1 se registraron 831.10, 782.60 y 721.93 mg/L, a pesar de que no se registra diferencias estadística, esto puede deberse a la estación climática, puesto que los minerales como el potasio se incrementa en la segunda etapa de evaluación de los suelos.

4. Contenido de Calcio CaO (meq/100 g.)

a. Al inicio de la investigación

En el análisis de varianza para el contenido de calcio (meq/100 g.) al inicio de la investigación (Cuadro 39), no presentó diferencias estadísticas significativas entre tratamientos.

Con un coeficiente de variación de 18.78 %.

El promedio para el contenido de calcio (CaO) al inicio de la investigación fue 3.11 meq/100 g.

CUADRO 39. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA EL CONTENIDO DE CALCIO CaO AL INICIO DE LA INVESTIGACIÓN

F. Var	gl	S. Cuad	C. Medio	Fisher			Nivel de significancia
				cal	0.05	0.01	
Total	11	3,95					
Repeticiones	3	1,40	0,47	1,37	4,76	9,78	ns
Tratamientos	2	0,50	0,25	0,74	5,14	10,92	ns
Error	6	2,04	0,34				
CV %			18,78				
Media			3,11				

Elaboración: ALCIVAR, J. 2011.

b. Al final de la investigación

En el análisis de varianza para el contenido de calcio (meq/100 g.) al final de la investigación (Cuadro 40), no presentó diferencia estadística significativa entre tratamientos.

Con un coeficiente de variación de 17.62 %.

El promedio para el contenido de calcio (CaO) al final de la investigación fue 3.20 meq/100 g.

CUADRO 40. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA EL CONTENIDO DE CALCIO CaO AL FINAL DE LA INVESTIGACIÓN

F. Var	gl	S. Cuad	C. Medio	Fisher			Nivel de significancia
				cal	0.05	0.01	
Total	11	3,42					
Repeticiones	3	0,33	0,11	0,34	4,76	9,78	ns
Tratamientos	2	1,19	0,59	1,86	5,14	10,92	ns
Error	6	1,91	0,32				
CV %			17,62				
Media			3,20				

Elaboración: ALCIVAR, J. 2011.

La concentración de óxido de calcio en las plantaciones de teca (*Tectona grandis*) se registró en promedio 3.11 y 3.20 Meq/100g en las dos etapas de evaluación de este cultivo con coeficientes de variación de 18.78 y 17.62 %.

Al analizar el contenido de óxido de calcio en el sitio 2 y 3 se disponía de 3.20 y 3.30 Meq/100g, valores que superan numéricamente del sitio 1 en el cual se identificó 2.83

Meq/100g, pudiendo manifestarse que en este sitio la disponibilidad es inferior a pesar de que este elemento en los suelos es alto.

Además luego de un tiempo el óxido de calcio varió y en los sitios 3, 2 y 1 se registraron 3.53, 2.78 y 3.30 Meq/100g, a pesar de que no se registra diferencias estadística.

5. Contenido de Magnesio (MgO meq/100 g.)

a. Al inicio de la investigación

En el análisis de varianza para el contenido de magnesio (meq/100 g.) al inicio de la investigación (Cuadro 41), presentó diferencia estadística significativa entre tratamientos.

Con un coeficiente de variación de 18.85 %.

El promedio para el contenido de magnesio MgO al inicio de la investigación fue 0.64 meq/100 g.

CUADRO 41. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA EL CONTENIDO DE MAGNESIO MgO AL INICIO DE LA INVESTIGACIÓN

F. Var	gl	S. Cuad	C. Medio	Fisher			Nivel de significancia
				cal	0.05	0.01	
Total	11	2,06					
Repeticiones	3	0,13	0,04	0,46	4,76	9,78	ns
Tratamientos	2	1,34	0,67	6,92	5,14	10,92	*
Error	6	0,58	0,10				
CV %			18,85				
Media			0,64				

Elaboración: ALCIVAR, J. 2011.

En la prueba de Tukey al 5% para el contenido de MgO en meq/100 g al inicio de la investigación (Cuadro 42; Gráfico 21) se presentaron dos rangos; en el rango “A” se ubican los tratamientos T2 y T1 con valores de 0.98 y 0.75 meq/100 g., mientras que en el rango “B” se ubicó el tratamiento T3 con un valor de 0.19 meq/100 g.

CUADRO 42. PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA EL CONTENIDO DE MAGNESIO MgO AL INICIO DE LA INVESTIGACIÓN

Tratamiento	Medias (meq/100 g.)	Rango
T2	0,98	A
T1	0,75	A
T3	0,19	B

Elaboración: ALCIVAR, J. 2011.

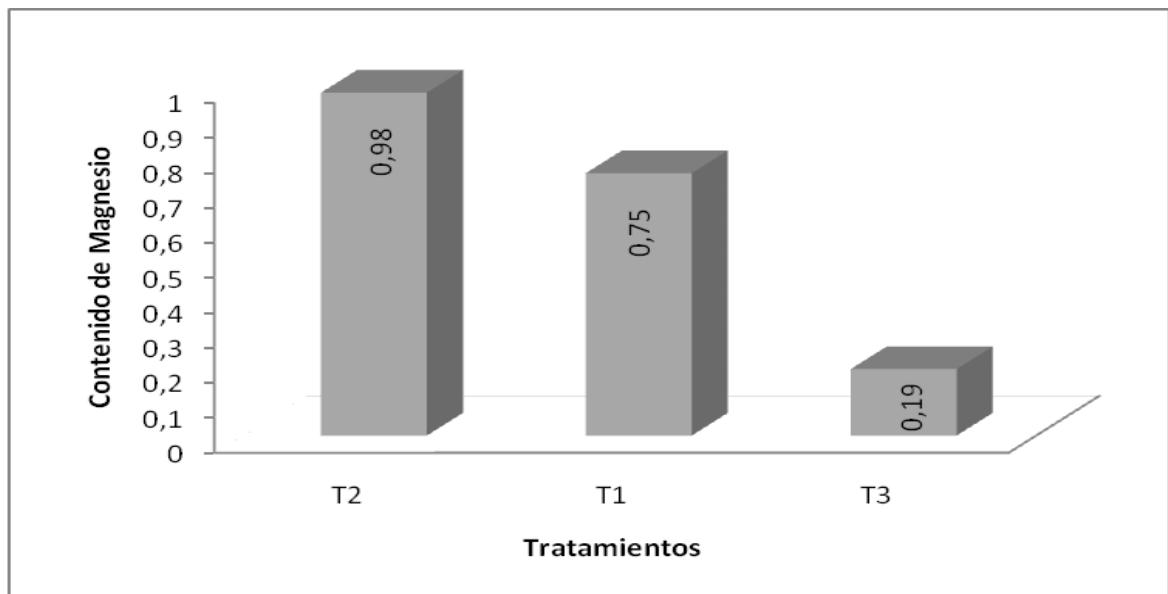


GRÁFICO 21. CONTENIDO DE MAGNESIO MgO AL INICIO DE LA INVESTIGACIÓN.

b. Al final de la investigación

En el análisis de varianza para el contenido de magnesio (meq/100 g.) al final de la investigación (Cuadro 43), no presentó diferencia estadística significativa entre tratamientos.

Con un coeficiente de variación de 16.49 %.

El promedio para el contenido de magnesio MgO al final de la investigación fue 0.54 meq/100 g.

CUADRO 43. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA EL CONTENIDO DE MAGNESIO MgO AL FINAL DE LA INVESTIGACIÓN

F. Var	gl	S. Cuad	C. Medio	Fisher			Nivel de significancia
				cal	0.05	0.01	
Total	11	1,20					
Repeticiones	3	0,30	0,10	0,76	4,76	9,78	ns
Tratamientos	2	0,12	0,06	0,46	5,14	10,92	ns
Error	6	0,78	0,13				
CV %			16,49				
Media			0,54				

Elaboración: ALCIVAR, J. 2011.

En lo relacionado a la disponibilidad de óxido de magnesio en los suelos con plantaciones de teca (*Tectona grandis*) se registró en promedio 0.64 y 0.54 Meq/100g en las dos etapas de evaluación de este cultivo con coeficientes de variación de 48.85 y 66.49 %.

Al analizar el contenido de óxido de magnesio en el sitio 1 y 2 se disponía de 0.75 y 0.98 Meq/100g, valores que superan significativamente del sitio 3 en el cual se identificó 0.19

Meq/100g, Mientras que en la segunda etapa se en los sitios 3, 2 y 1 se registraron 0.40, 0.60 y 0.63 Meq/100g.

A pesar que no se registra diferencias estadísticas, la disponibilidad de este mineral fue superior o se incrementó, esto puede deberse a que en la plantación 1 existe mayor variabilidad de plantas agro botánicas y abundancia de especies por metro cuadrado por lo que a través de la descomposición de las hojas, raíces y otras partes vegetativas se proporcionó mayor contenido de óxido de magnesio.

En cambio las plantaciones 3 y 2, poseen mayor abundancia pero en función de una o dos especies por lo que el proceso de descomposición no nos aportó una cantidad significativa de óxido de magnesio.

En el gráfico 22 se puede observar la variación de los elementos nutricionales presentes en el suelo tanto al inicio como al final de la investigación así tenemos que al inicio de la investigación la cantidad de nitrógeno es mayor con un valor de 7.33 mg/L descendiendo al final con un valor de 6.73 mg/L; el fósforo tiende a subir de 14.46 a 29.98 mg/L; lo que puede deberse a las condiciones del suelo y a la condición del fósforo; el potasio al igual que el fósforo tuvo una clara ascendencia en su contenido de 538.87 a 778.54 mg/L; el calcio subió de 3.11 a 3.20 meq/100 g; mientras que el magnesio descendió de 0.64 a 0.54 meq/100 g durante el desarrollo de la investigación.

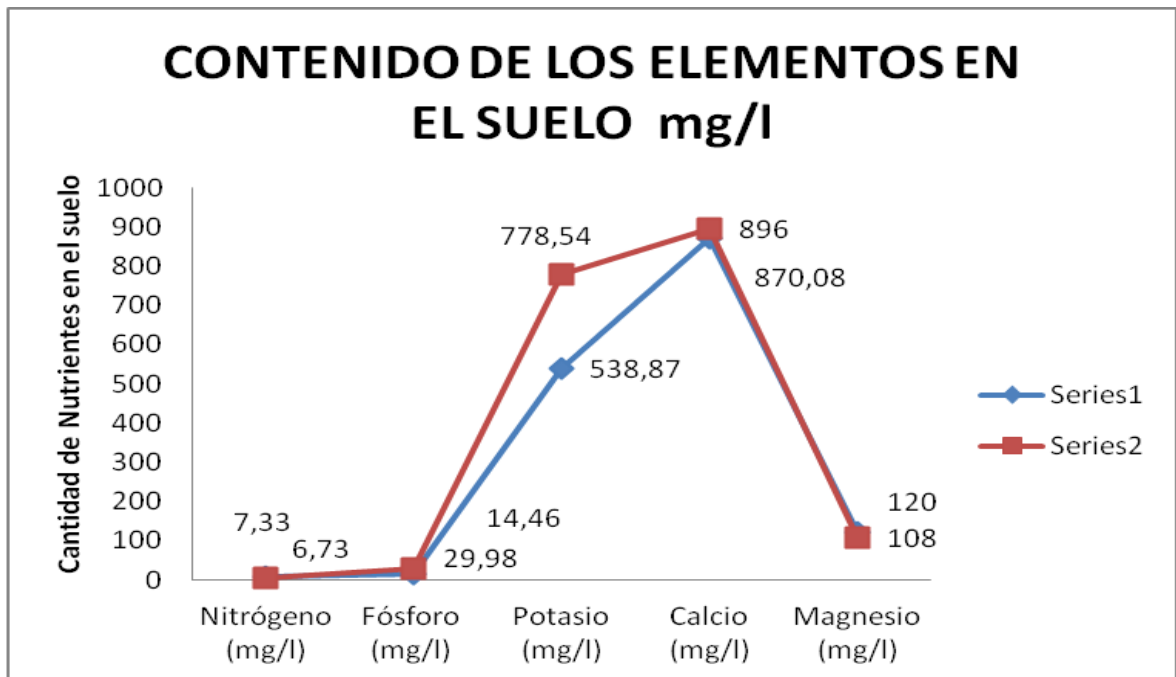


GRÁFICO 22. CONTENIDO DE ELEMENTOS EN EL SUELO

E. CURVAS NUTRICIONALES

En el gráfico 23, se puede observar que en la plantación del Sr. E. Alvarado (Tratamiento 1) el contenido de nitrógeno asciende de 2.23 a 5.98 mg/L al final del estudio; la plantación del Sr. E. Noteno desciende de 8.35 a 7.10 mg/L; mientras que la plantación de Sr. N. Gutiérrez asciende de 6,40 a 7,13 mg/L. (Grafico 23).

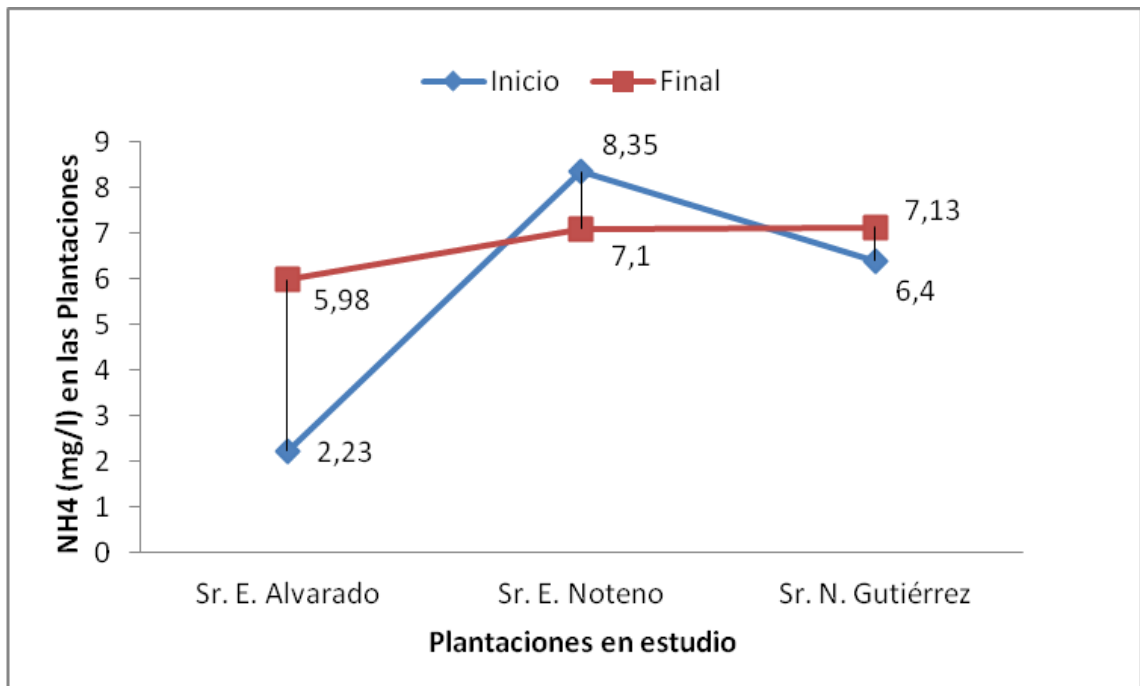


GRÁFICO 23. CONTENIDO DE NITRÓGENO EN LAS PLANTACIONES

El Fósforo y el potasio han presentado un ascenso en el contenido de este en el suelo en las tres plantaciones en estudio (Gráfico 24; Gráfico 25)

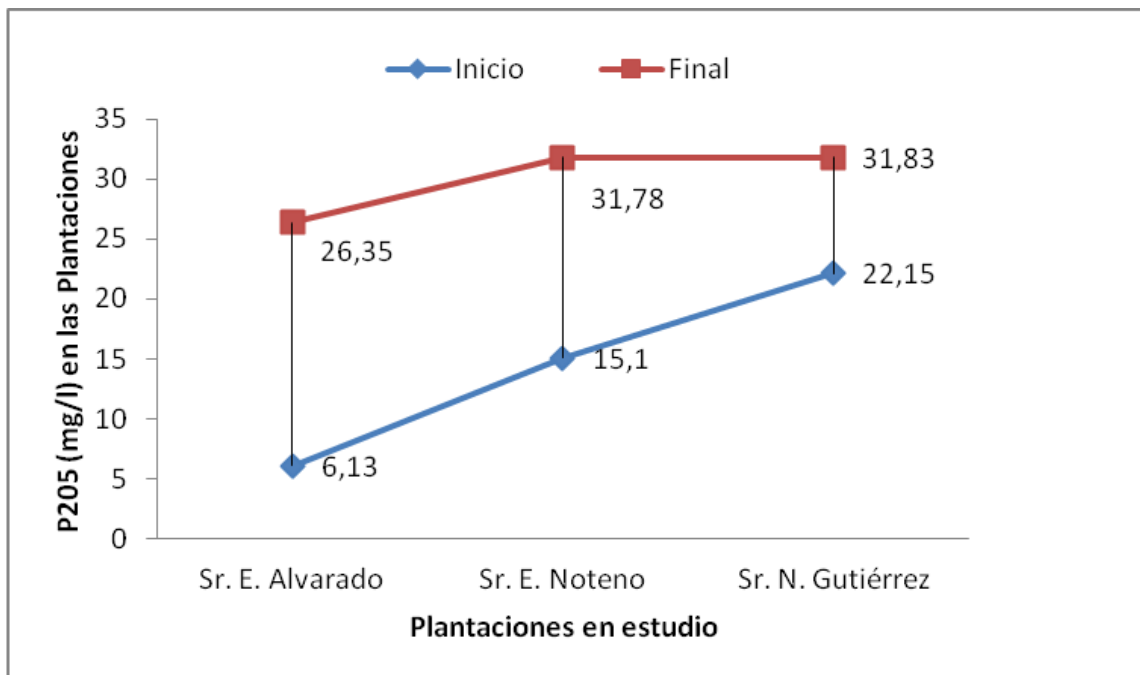


GRÁFICO 24. CONTENIDO DE FÓSFORO EN LAS PLANTACIONES.

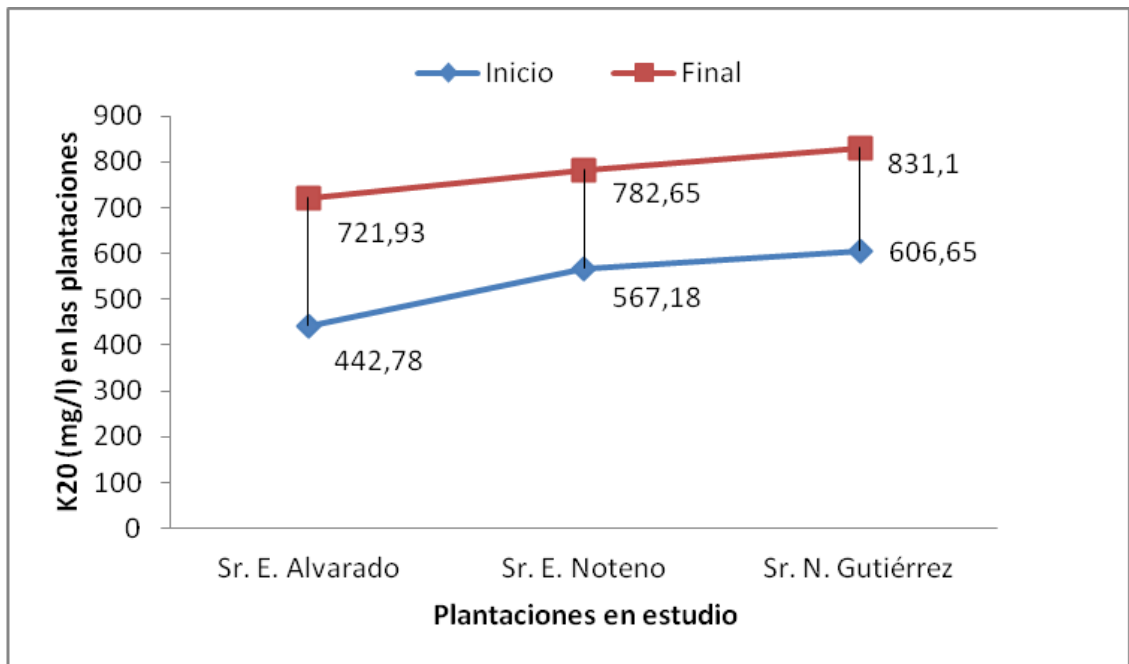


GRÁFICO 25. CONTENIDO DE POTASIO EN LAS PLANTACIONES

En el contenido de oxido de calcio en cada una de las plantaciones no existe mucha diferencias, tanto al inicio de la investigación como al final de la misma. (Grafico 26)

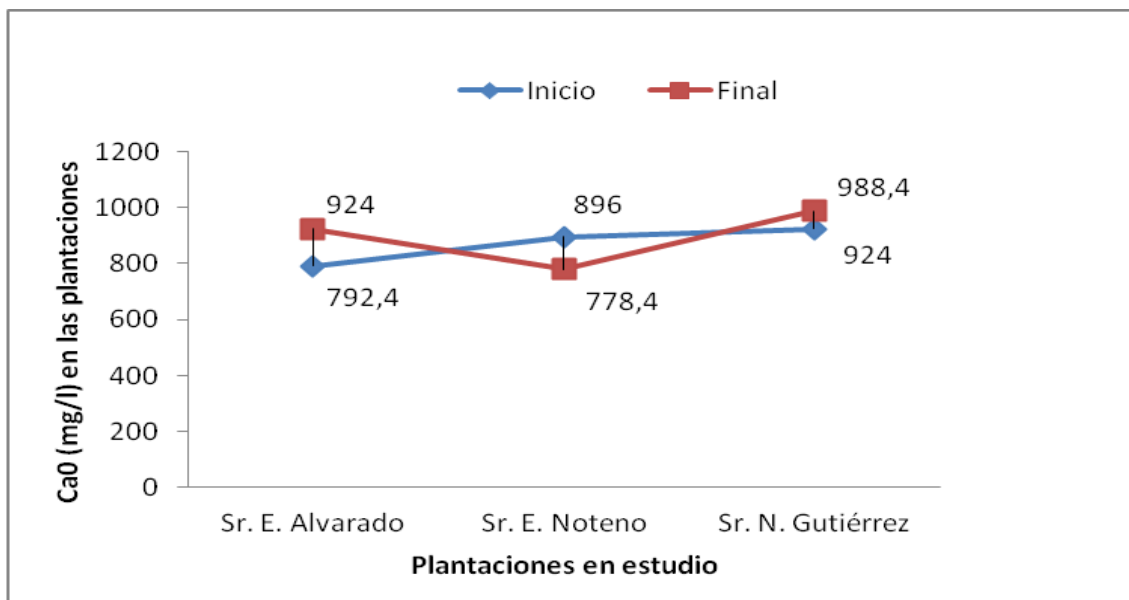


GRAFICO 26. CONTENIDO DE OXIDO DE CALCIO EN LAS PLANTACIONES

En lo relacionado al contenido de oxido de magnesio (MgO), desde el inicio de la investigación hasta el final de la misma descendió notablemente. (Grafico 27)

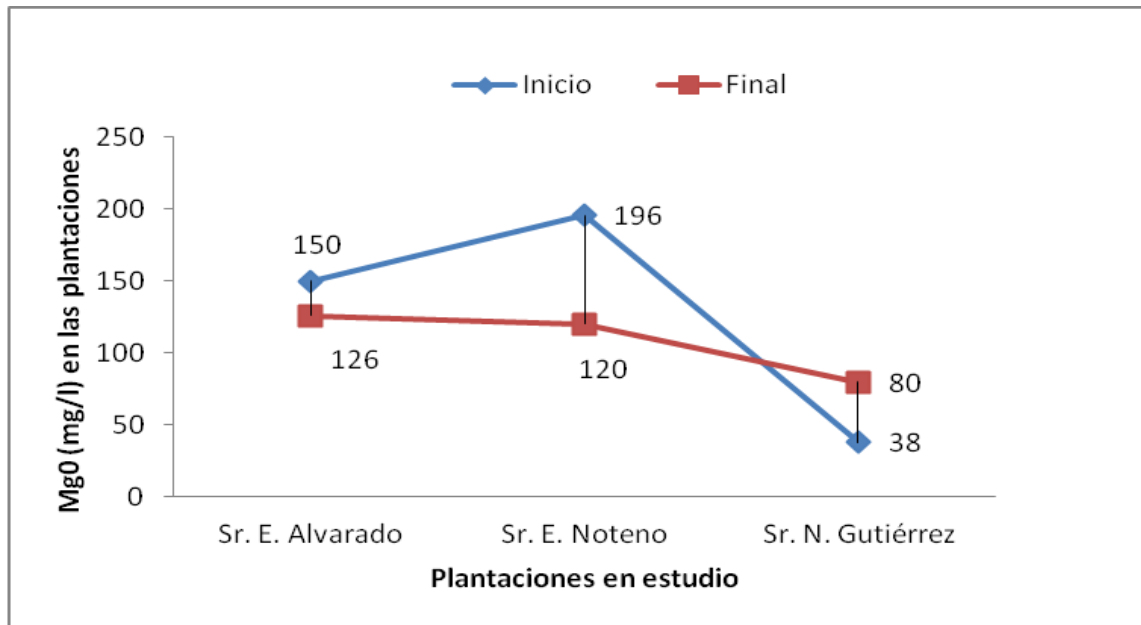


GRAFICO 27. CONTENIDO DE OXIDO DE MAGNESIO EN LAS PLANTACIONES

6. Análisis Nutricional.

El análisis de los contenidos nutricionales en la plantación correspondiente al Sr. Nicolás Gutiérrez; determinó que con la presencia de 7.13; 31.83; 831.10; 988.4 y 80 mg/l de N, P₂O₅, K₂O, CaO y MgO respectivamente fueron las que presentaron las mejores condiciones químicas para el desarrollo de la teca (*Tectona grandis*).

VI. CONCLUSIONES.

- A.** El mejor sitio para el desarrollo de la Teca (*Tectona grandis*), se encuentra en la plantación del Sr. Nicolás Gutiérrez (Sitio 3), ya que en la misma se obtuvo el mayor desarrollo en diámetro, en lo referente a su altura la plantación del Sr. Nicolás Gutiérrez (Sitio 3) no difiere significativamente con la del Sr. E. Alvarado (Sitio 1), y al comparar las curvas nutricionales se estableció que en la plantación del Sr. Nicolás Gutiérrez (Sitio 3) existe mayor contenido de nutrientes valorados en: 18, 80, 2078, 2471 y 200 Kg/Ha de N, P₂O₅, K₂O, CaO y MgO respectivamente.
- B.** El sitio correspondiente al Sr. Esteban Noteno sobresale en la composición botánica la familia de las Gramíneas (*Brachiaria* sp, 29%), mientras que los sitios correspondientes al Sr. Alvarado y Gutiérrez sobresalen las Pasifloráceae (*Pasiflora lutea* “12%”, la Vitaceae *Vitis vinífera* “10%), las cuales poseen el 22% al igual que las Ciperáceas (*Cyperus eragraostis* “12%”, *Cyperus exaltatus* “10%”) con el 22 % (ver anexo 7).

VII. RECOMENDACIONES.

- A.** Estudiar los índices de sitios en plantaciones a gran escala, tomando en cuenta las características del suelo, debido a que no todo lugar donde no existe un aprovechamiento agrícola, puede ser apto para la implementación de plantaciones de teca (*Tectona grandis*).

- B.** Realizar trabajos que involucren periodos mayores al año de estudio, para tener mayor información, lo que nos permita conocer más de esta especie forestal, la cual se está introduciendo en la provincia de Orellana.

- C.** Realizar estudios sobre la fertilidad y el ordenamiento territorial de los suelos de la Provincia de Orellana, para considerar futuras plantaciones de teca (*Tectona grandis*).

- D.** Realizar estudios a nivel estructural de las plantas debido a que las plantaciones que se encuentran establecidas en la comuna san Pablo-Provincia de Orellana, poseen más albura que duramen, en comparación con las plantaciones de la Costa, de esta manera se recomienda utilizar fertilizantes como los carbonatos de calcio.

VIII. ABSTRACTO.

La presente investigación propone: realizar un estudio de las condiciones nutricionales agro botánicas, en tres sitios con plantaciones de teca (*Tectona grandis*), en la comunidad san pablo, Ubicado en la Provincia de Orellana; para conocer el índice de sitio adecuado para el establecimiento de plantaciones comerciales de teca. Dentro de cada plantación se tomaron medidas tanto de altura como del diámetro durante seis meses, así como el estudio de cuáles son las especies agro botánicas que sobresalieron en cada una de las plantaciones, con la finalidad de ver de qué manera estas especies influyen en el crecimiento de las plantas de teca, por la competencia por nutrientes como por espacio y luz, para lo cual se tomaron muestras de suelo para determinar en qué condiciones nutricionales se encontraron estos suelos y sobretodo la variación al inicio como al final de la investigación, al evaluar los contenidos nutricionales (N, P, K, Ca, y Mg) en la plantación del Sr. Nicolás Gutiérrez existe mayor contenido de nutrientes valorados en: 18, 80, 2078, 2471 y 200 Kg/Ha de N, P₂O₅, K₂O, CaO y MgO respectivamente. Reflejando una gran variación tanto en contenidos nutricionales como en crecimiento de las plantas, siendo plantaciones que se encuentran muy cerca una de la otra, pero sin embargo la variación en cantidad como en abundancia de especies agro botánicas es bastante significativa. El crecimiento de las plantas en estudio obtuvo un gran incremento tanto en diámetro como en altura, para lo cual se pudo identificar el mejor sitio perteneciente al señor Nicolás Gutiérrez (Sitio 3) para el establecimiento de plantaciones comerciales de teca dentro de esta comunidad.

IX. SUMMARY.

The topic of this research work is “Study of Agro botanical Nutritional Conditions, at three sites with Teak plantations (*Tectona grandis*), in San Pablo community, Orellana province.”

This study gives us know the quality of the site, and if these plantations are well placed. The main goals are to determine the quality of the site in the study areas and to develop nutritional curves from stem analysis, to evaluate and compare the nutritional contents of soil in six acres of teak. For this investigation, the following methods were used: Experimental units, treatment and experimental designs, study variables and data register, agro botanical studies, and site index.

This research proposes: to carry out a study of agro botanical nutritional conditions at three sites with Teak plantations (*Tectona grandis*), in San Pablo community, Orellana province, to know the appropriate site index for the establishment of commercial plantations of teak.

Within each planting measures were taken both height and diameter for six months, and the study of which agro botanical species excelled in each of the plantations with the purpose to see how these species influence the plant growth teak. By competition for nutrients, for space, and light, soil samples were taken to determine what nutritional conditions were found the soils and especially the variation at the beginning and end of the investigation. To assess the nutrient content (N, P, K, Ca y Mg) on the plantation of Mr. Nicolás Gutiérrez higher nutrient content there worth: 18, 80, 2078, 2471 y 200 Kg/Ha de N, P₂O₅, K₂O, CaO y MgO respectively. Reflecting that there is great variation in both nutritional content as plant growth with plantations, which are close to each other, yet variation in quantity and agro botanical species abundances is quite significant.

The plant growth studied obtained a large increase in both diameter and height, for which it could identify the best place belonging to Mr. Nicolas Gutierrez (Site 3) for the establishment of commercial plantations of teak in this community.

X. BIBLIOGRAFÍA.

1. **ALDER, D. (1980).** Estimación del volumen forestal y predicción del rendimiento con referencia especial a los trópicos.
2. **AGUIRRE, C.O.A. (1984).** Estimaciones de índices de sitio para pinus pseudotrobus lindl., en la región de iturbide, nuevo león.
3. **BAILEY, R.L. AND CLUTTER, J.L. (1974).** “Base-age invariant polymorphic site curves”.
4. **BRADY Y WEIL (1999).** el suelo.
5. **CLUTTER ET AL (1983).** curvas anamorficas y polimorficas.
6. **DANIEL. T.W ET AL.** principios de silvicultura.
7. **DEMARS, D.J.ET AL. (1970).** Preliminary site index curves for noble fir from stem analysis data
8. **DRECHSEL Y ZECH (1994).** plantaciones de teca
9. **ECORAE 2002,** ministerio del ambiente 1999.
10. **FONSECA (2000).** fertilización al trasplante
11. **HUSH, C.C.ET AL. (1972).** forest menstruation
12. **HUSCH, (1993).** determinación de la curva altura- edad
13. **JADAN, S. 1972.** el índice de sitio.

14. **JUAN MANUEL TORRES Y OCTAVIO TORRES. (1995).** evaluación de plantaciones forestales,. México df. pg. 159.
15. **MONGIA Y BANDYOPADHYAY, (1993).** corrección de acidez.
16. **NWOBOSHI, (1975); SUNDRALINGAM, 1982; TEWARI, 1999.**
17. **PATEL, (1991);** prasad y bhandari, fertilización de mantenimiento.1986
18. **PAYANDEH Y WANG (1994),** modelos de relación de altura-edad.
19. Proyecto bosques, realidad forestal de Orellana, solidaridad internacional, francisco de Orellana 2009. pg.: 8.
20. **PROFORESTAL,** unidad de promoción y desarrollo forestal del Ecuador
21. **RATKOWSKY Y ZEIDE.** índice de sitio en pinus. (1983) al (1993).
22. **SPEF” (1995).** cielito azul por quiñones et al.
23. **TEWARI, 1999** Curvas de Índice de sitio; Pandey y Brown, 2000.
24. **TOBAR, A. (1976).** el índice de sitio.
25. **VALLEJO (1996) y MONTERO. (1999).** corrección de acidez
26. **ZEPEDA Y RIVERO, (1984).** curvas de índice de sitio.
27. <http://www.unalmed.edu.co/~esgeocien/documentos/muestreo.pdf>.
28. <http://www.unalmed.edu.co/~esgeocien/documentos/muestreo.pdf>

29. <http://www.uach.cl/labsuelosforestales/msuelos.htm>
30. <http://www.uach.cl/labsuelosforestales/msuelos.htm>
31. http://www.semicol.com.co/materialvegetal/forestales_y_ornamentales/teca/flypage_new.tpl.html
32. http://www.semicol.com.co/materialvegetal/forestales_y_ornamentales/teca/flypage_new.tpl.html
33. http://www.semicol.com.co/materialvegetal/forestales_y_ornamentales/teca/flypage_new.tpl.html

XI. ANEXOS.

ANEXO 1. RESULTADOS E INTERPRETACIÓN DEL ANÁLISIS FÍSICO - QUÍMICO DE SUELOS

Repetición	Identificación	mg/L			Meq/100g	
		NH4	P2O5	K	CaO	MgO
1	A1	7.9 B	4.7 B	436.8 A	2.9 M	0.98 A
1	A2	6.6 B	4.9 B	448.9 A	3.4 M	0.55 M
1	A3	6.5 B	5.7 B	448.6 A	2.4 M	0.66 M
1	A4	7.9 B	9.2 B	436.8 A	2.6 M	0.79 A
1	B1	10.2 B	12.1 B	485.3 A	3.1 M	0.48 M
1	B2	5.5 B	16.2 M	606.6 A	4.3 M	0.94 A
1	B3	11.1 B	15.1 B	570.2 A	3.2 M	1.57 A
1	B4	6.6 B	17.0 M	606.6 A	2.2 M	0.94 A
1	C1	5.5 B	20.6 M	594.5 A	2.8 M	0.13 B
1	C2	7.9 B	22.2 M	594.5 A	3.4 M	0.18 B
1	C3	6.7 B	23.4 M	618.8 A	3.1 M	0.16 B
1	C4	5.5 B	22.4 M	618.8 A	3.9 M	0.27 B

Fuente: Departamento de suelos Facultad de Recursos Naturales ESPOCH 2012

Repetición	Identificación	mg/L			Meq/100g	
		NH4	P2O5	K	CaO	MgO
2	A1	4.2 B	25.1 M	800.8 A	3.8 M	0.90 A
2	A2	6.2 B	26.5 M	703.7 A	3.2 M	0.25 B
2	A3	6.8 B	27.1 M	691.6 A	2.7 M	1.13 A
2	A4	6.7 B	26.7 M	691.6 A	3.5 M	0.24 B
2	B1	6.7 B	32.2 A	873.6 A	2.6 M	0.44 M
2	B2	6.8 B	33.7 A	764.4 A	2.4 M	1.08 A
2	B3	7.5 B	30.1 A	728.0 A	2.6 M	0.39 M
2	B4	7.4 B	31.1 A	764.4 A	3.5 M	0.47 M
2	C1	7.2 B	33.7 A	788.6 A	3.8 M	0.57 M
2	C2	6.1 B	30.9 A	776.5 A	3.3 M	0.55 M
2	C3	7.6 B	29.9 A	837.2 A	4.1 M	0.39 M
2	C4	7.6 B	32.8 A	922.1 A	2.9 M	0.10 B

Fuente: Departamento de suelos Facultad de Recursos Naturales ESPOCH 2012

Código	
P.N. Prácticamente neutro	A: alto
L.Ac. Ligeramente Acido	M. medio
L. Alc. Ligeramente alcalino	B: bajo

Fuente: Departamento de suelos Facultad de Recursos Naturales ESPOCH 2012

ANEXO 2. DIÁMETRO DE LA PLANTA (cm) A LOS 4 MESES DE LA (*Tectona grandis*),

Tratamientos	Repeticiones				Suma	Media
	I	II	III	IV		
1	2.18	2.24	2.22	2.16	8.80	2.20
2	4.88	5.36	5.48	5.18	20.90	5.23
3	2.54	1.84	1.96	2.12	8.46	2.12

Elaboración: ALCIVAR, J. 2011.

ANEXO 3. DIÁMETRO DE LA PLANTA (cm) A LOS 5 MESES DE LA (*Tectona grandis*)

Tratamientos	Repeticiones				Suma	Media
	I	II	III	IV		
1	2.90	2.88	3.08	2.78	11.64	2.91
2	5.48	6.38	5.56	6.26	23.68	5.92
3	3.38	2.64	2.62	2.70	11.34	2.84

Elaboración: ALCIVAR, J. 2011.

ANEXO 4. DIÁMETRO DE LA PLANTA (cm) A LOS 6 MESES DE LA (*Tectona grandis*)

Tratamientos	Repeticiones				Suma	Media
	I	II	III	IV		
1	3.34	3.38	3.66	3.54	13.92	3.48
2	6.22	6.84	6.28	7.14	26.48	6.62
3	4.06	3.44	3.52	3.30	14.32	3.58

Elaboración: ALCIVAR, J. 2011.

ANEXO 5. DIÁMETRO DE LA PLANTA (cm) A LOS 7 MESES DE LA (*Tectona grandis*)

Tratamientos	Repeticiones				Suma	Media
	I	II	III	IV		
1	4.14	4.12	4.42	4.60	17.28	4.32
2	6.86	7.74	6.88	8.10	29.58	7.40
3	4.98	4.30	4.06	4.14	17.48	4.37

Elaboración: ALCIVAR, J. 2011.

ANEXO 6. DIÁMETRO DE LA PLANTA (cm) A LOS 8 MESES DE LA (*Tectona grandis*)

Tratamientos	Repeticiones				Suma	Media
	I	II	III	IV		
1	5.00	4.80	5.08	5.34	20.22	5.06
2	6.86	8.34	7.38	8.84	31.42	7.86
3	6.00	5.06	4.98	5.18	21.22	5.31

Elaboración: ALCIVAR, J. 2011.

ANEXO 7. DIÁMETRO DE LA PLANTA (cm) A LOS 9 MESES DE LA (*Tectona grandis*)

Tratamientos	Repeticiones				Suma	Media
	I	II	III	IV		
1	5.38	5.70	5.84	5.91	22.83	5.71
2	7.38	8.86	7.88	9.48	33.60	8.40
3	6.92	5.90	5.86	6.02	24.70	6.18

Elaboración: ALCIVAR, J. 2011.

**ANEXO 8. ESTUDIO AGRO BOTÁNICO DENTRO LA PRIMERA PLANTACIÓN
"A"**

ESTUDIO DESDE EL 4 AL 6 MESES DE EDAD / FECHA DE REGISTRO DE DATOS 31/08/2010 PLANTACIÓN "A" /PROPIETARIO SR. EDUARDO ALVARADO				
Número	Familia	Especie	Número de plantas	Porcentajes
1	PASSIFLORACEAE	Passiflora lutea	40	11,7
		Vitis vinifera	35	10,3
2	CYPERACEA	Cyperus eragrostis	40	11,7
		Cyperus exaltatus	35	10,3
3	GRAMINEA	Fimbristylis autumnalis	39	11,4
4	PIPERACEA	Piper methysticum forst	34	10,0
		Piper villiramulum	33	9,7
		Piper nigrum	30	8,8
5	CYCLANTACEA	Carludovica palmata	9	2,6
6	URTICACEA	Urtica urens	23	6,7
7	HELICONACEA	Heliconia rostrata	10	2,9
8	CECROPIACEA	Cecropia pictures	8	2,3
9	MELASTOMATACEA	Tococa guianensis	5	1,5
<i>TOTAL</i>			341	

Elaboración: ALCIVAR, J. 2011.

**ANEXO 9. ESTUDIO AGRO BOTÁNICO DENTRO LA SEGUNDA PLANTACIÓN
"B"**

ESTUDIO DESDE LOS 7 AL 12 MESES DE EDAD / FECHA DE REGISTRO DE DATOS 31/08/2010				
PLANTACION "B" /PROPIETARIO SR. ESTEBAN NOTENO				
Número	Familia	Especie	Número de plantas	Porcentajes
1	GRAMINEA	Fimbristylis autumnalis	120	23,5
		Brachiaria sp	149	29,2
2	HELICONACE A	Heliconia rostrata	60	11,8
3	URTICACEA	Urtica urens	40	7,8
4	CECROPIACEA	Cecropia pictures	30	5,9
5	CYPERACEA	Cyperus eragrostis	30	5,9
		Cyperus exaltatus	25	4,9
6	PIPERACEA	Piper methysticum	20	3,9
		forst		
		Piper villiramulum	16	3,1
		Piper nigrum	14	2,7
7	FILICOPHYTA S	Dryopteris filix - mas	6	1,2
<i>TOTAL</i>			510	

Elaboración: ALCIVAR, J. 2011.

**ANEXO 10. ESTUDIO AGRO BOTÁNICO DENTRO LA TERCERA PLANTACIÓN
"C"**

ESTUDIO DESDE LOS 7 AL 12 MESES DE EDAD / FECHA DE REGISTRO DE DATOS 31/08/2010				
PLANTACIÓN "C" PROPIETARIO SR. NICOLAS GUTIERREZ				
Numero	Familia	Especie	Número de plantas	Porcentajes
1	GRAMINEA	Brachiaria sp	250	48,1
2	SOLANACEA	Witheringea solanaea	100	19,2
3	HELICONACEA	Heliconia rostrata	70	13,5
4	PIPERACEA	Piper methysticum forst	40	7,7
		Piper nigrum	30	5,8
5	CYCLANTACEA	Carludovica palmata	30	5,8
<i>TOTAL</i>			520	

Elaboración: ALCIVAR, J. 2011.

ANEXO 11. ALTURA DE LA PLANTA (m) A LOS 4 MESES DE LA (*Tectona grandis*)

Tratamientos	Repeticiones				Suma	Media
	I	II	III	IV		
1	0.57	0.57	0.70	0.65	2.48	0.62
2	2.82	3.10	3.22	2.92	12.06	3.02
3	0.61	0.54	0.63	0.71	2.49	0.62

Elaboración: ALCIVAR, J. 2011.

ANEXO 12. ALTURA DE LA PLANTA (m) A LOS 5 MESES DE LA (*Tectona grandis*)

Tratamientos	Repeticiones				Suma	Media
	I	II	III	IV		
1	0.83	0.80	1.06	1.09	3.78	0.94
2	3.42	3.72	3.30	3.74	14.18	3.55
3	0.85	0.73	0.76	0.76	3.10	0.78

Elaboración: ALCIVAR, J. 2011.

ANEXO 13. ALTURA DE LA PLANTA (m) A LOS 6 MESES DE LA (*Tectona grandis*)

Tratamientos	Repeticiones				Suma	Media
	I	II	III	IV		
1	1.25	1.16	1.52	1.55	5.48	1.37
2	3.86	4.44	3.78	4.54	16.62	4.16
3	1.59	1.08	1.17	1.21	5.05	1.26

Elaboración: ALCIVAR, J. 2011.

ANEXO 14. ALTURA DE LA PLANTA (m) A LOS 7 MESES DE LA (*Tectona grandis*)

Tratamientos	Repeticiones				Suma	Media
	I	II	III	IV		
1	2.00	1.86	2.28	2.50	8.63	2.16
2	4.46	4.82	4.30	5.08	18.66	4.67
3	2.31	1.58	1.91	1.86	7.65	1.91

Elaboración: ALCIVAR, J. 2011.

ANEXO 15. ALTURA DE LA PLANTA (m) A LOS 8 MESES DE LA (*Tectona grandis*)

Tratamientos	Repeticiones				Suma	Media
	I	II	III	IV		
1	2.52	2.50	2.84	3.19	11.05	2.76
2	4.46	5.58	4.88	5.62	20.54	5.14
3	3.13	2.26	2.37	2.52	10.27	2.57

Elaboración: ALCIVAR, J. 2011.

ANEXO 16. ALTURA DE LA PLANTA (m) A LOS 9 MESES DE LA (*Tectona grandis*)

Tratamientos	Repeticiones				Suma	Media
	I	II	III	IV		
1	2.92	3.11	3.41	3.78	13.22	3.31
2	4.94	6.26	5.58	6.18	22.96	5.74
3	3.84	3.00	2.97	2.98	12.79	3.20

Elaboración: ALCIVAR, J. 2011.

ANEXO 17. ETIQUETADO DE LAS PLANTAS.



ANEXO 18 MEDICIÓN DIÁMETRO



ANEXO 19. REALIZACIÓN DE LAS CALICATAS



ANEXO 20. FORMACIÓN DE LA CALICATA.



ANEXO 21. MEDICIÓN DE LA CALICATA