



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA VIDA Y LA
AGRICULTURA**

**CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA – SANTO
DOMINGO**

**TESIS PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO AGROPECUARIO**

**TEMA: “EVALUACIÓN DEL EFECTO DE TRES
COBERTURAS VIVAS, (*Arachis pintoi*, *Pueraria phaseoloides*
y *Centrosema pubescens*) SOBRE EL CRECIMIENTO INICIAL
DE LA TECA (*Tectona grandis L.f.*), EL NIVEL DE
FERTILIDAD DEL SUELO Y CONTROL DE MALEZAS, EN EL
CANTÓN SANTO DOMINGO”**

AUTOR: SALCEDO GONZÁLEZ LUIS ARMANDO

DIRECTOR: ING. FOR. JIMENEZ POZO PATRICIO

CODIRECTOR: ING. DESIDERIO XAVIER Mg.Sc.

SANTO DOMINGO DE LOS TSÁCHILAS – ECUADOR

2015

CERTIFICACIÓN

Los suscritos, docentes de la Carrera de Ingeniería Agropecuaria, Santo Domingo, certificamos que el proyecto de Investigación de grado intitulado **“EVALUACIÓN DEL EFECTO DE TRES COBERTURAS VIVAS, (*Arachis pintoii*, *Pueraria phaseoloides* y *Centrosema pubescens*) SOBRE EL CRECIMIENTO INICIAL DE LA TECA (*Tectona grandis L.f.*), EL NIVEL DE FERTILIDAD DEL SUELO Y CONTROL DE MALEZAS, EN EL CANTÓN SANTO DOMINGO”**, cumple las disposiciones reglamentarias establecidas, en la Universidad de las Fuerzas Armadas – ESPE. Esta Investigación desarrollada por el egresado SALCEDO GONZÁLEZ LUIS ARMANDO, fue guiada en forma permanente por nuestra parte y en las conclusiones y recomendaciones de este documento, se destaca la importancia para el sector forestal de la zona.

Santo Domingo de los Tsáchilas, marzo del 2015



Ing. For. Patricio Jiménez Pozo
DIRECTOR



Ing. Xavier Desiderio Mg.Sc.
CODIRECTOR

AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD

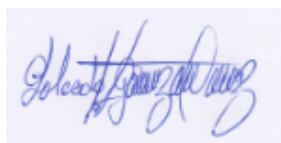
SALCEDO GONZÁLEZ LUIS ARMANDO

Declaro que:

El proyecto de grado denominado “**EVALUACIÓN DEL EFECTO DE TRES COBERTURAS VIVAS, (*Arachis pintoii*, *Pueraria phaseoloides* y *Centrosema pubescens*) SOBRE EL CRECIMIENTO INICIAL DE LA TECA (*Tectona grandis L.f.*), EL NIVEL DE FERTILIDAD DEL SUELO Y CONTROL DE MALEZAS, EN EL CANTÓN SANTO DOMINGO**”, ha sido desarrollado con base a una investigación exhaustiva, respetando derechos intelectuales de terceros, conforme las citas que constan el pie de las páginas correspondiente, cuyas fuentes se incorporan en la bibliografía. Consecuentemente este trabajo es mi autoría.

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance científico del proyecto de grado en mención.

Santo Domingo de los Tsáchilas, marzo del 2015



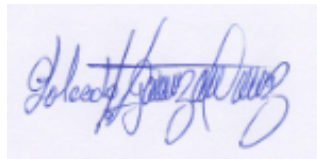
SALCEDO GONZÁLEZ LUIS ARMANDO

AUTORIZACIÓN

SALCEDO GONZÁLEZ LUIS ARMANDO

Autorizo a la Universidad de las Fuerzas Armadas – ESPE la publicación en la biblioteca virtual de la Institución, del trabajo **“EVALUACIÓN DEL EFECTO DE TRES COBERTURAS VIVAS, (*Arachis pintoi*, *Pueraria phaseoloides* y *Centrosema pubescens*) SOBRE EL CRECIMIENTO INICIAL DE LA TECA (*Tectona grandis L.f.*), EL NIVEL DE FERTILIDAD DEL SUELO Y CONTROL DE MALEZAS, EN EL CANTÓN SANTO DOMINGO”**, manifestando que el contenido, ideas y discusiones son de mi exclusiva responsabilidad y autoría.

Santo Domingo de los Tsáchilas, marzo del 2015



SALCEDO GONZÁLEZ LUIS ARMANDO

DEDICATORIA

A mis padres, María y Nelson por sus sacrificios y por sus acertados consejos para enseñarme el camino del bien.

A mí amada esposa, Fabiola por su paciencia y estar siempre conmigo brindándome la fuerza necesaria para alcanzar este objetivo.

A mis hijos, Dean y Luis Armando quienes han sido mi fuente de inspiración.

A mis hermanos, Nancy, Ramiro, Nelly y Xavier por su fraternidad.

A mis tíos, Oliva y Nabor por su apoyo incondicional y desinteresado.

ARMANDO

AGRADECIMIENTO

A DIOS, por ser quien siempre me ha acompañado y guiado en todos los momentos fáciles y difíciles de mi vida, y permitirme gozar de este y muchos otros momentos de felicidad

A mi amada familia, por ser esa fuente inagotable de amor, por su esfuerzo, apoyo y confianza depositada en mí para culminar esta etapa importante de mi vida profesional.

A la Universidad de las Fuerzas Armadas por brindarme las facilidades para la realización de mi tesis de pregrado.

Al Ing. For., Lenin Patricio Jiménez Pozo por su generoso apoyo, valiosas observaciones y aportes a este trabajo de investigación y la confianza que depositó en mí.

A los señores docentes, Ing. Xavier Desiderio Mg.Sc. (Codirector) e Ing. Vinicio Uday Mg.Sc. (Biometrista) por la paciencia y el esmero con el que me guiaron para realizar esta tesis.

Al Ing. Juan Carlos Gallardo Zúñiga por su tiempo y orientación en la realización de los análisis estadísticos del trabajo de investigación.

Al personal de trabajadores de campo, administrativos, docentes, militares, y directivos de la ESPE - SD que de una u otra manera aportaron en distintas etapas al desarrollo de esta tesis.

ÍNDICE DE CONTENIDO

Contenido

CERTIFICACIÓN	ii
AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD	iii
AUTORIZACIÓN	iv
DEDICATORIA	v
AGRADECIMIENTO	vi
ÍNDICE DE CONTENIDO	vii
ÍNDICE DE CUADROS	x
ÍNDICE DE FIGURAS	xi
ÍNDICE DE ANEXOS	xii
RESUMEN	xiii
ABSTRACT	xiv
I. INTRODUCCIÓN	1
II. REVISIÓN DE LITERATURA	5
2.1. TECA	5
2.1.1. Descripción Botánica	5
2.1.2. Ecología	6
2.1.3. Densidades de Plantación	7
2.1.4. Control de Malezas	7
2.1.5. Crecimiento	7
2.2. CULTIVOS DE COBERTURA	8
2.2.1. Funciones de los Cultivos de Cobertura	8
2.2.2. Cultivos de Cobertura en Sistemas de Cultivos Perennes	9
2.2.3. Uso de Coberturas en Especies Forestales	9
2.2.4. Control de Arvenses Mediante Coberturas Vivas	10
2.3. MALEZAS	11
2.4. MANÍ FORRAJERO	12
2.4.1. Botánica	12
2.4.2. Suelos y Clima	13
2.4.3. Propagación y Prácticas Culturales	13
2.4.4. Fertilización	14

2.4.5. Resistencia a Plagas y Enfermedades	14
2.5. CENTROSEMA.....	14
2.5.1. Características Botánicas	15
2.5.2. Adaptación.....	15
2.5.3. Resistencia a Plagas y Enfermedades	15
2.5.4. Valor Nutritivo	16
2.5.5. Siembra	16
2.6. PUERARIA.....	16
2.6.1. Botánica.....	17
2.6.2. Suelos y Clima	17
2.6.3. Propagación.....	17
2.6.4. Fertilización.....	18
2.6.5. Malezas	18
III. MATERIALES Y MÉTODOS	19
3.1. UBICACIÓN DEL LUGAR DE INVESTIGACIÓN.....	19
3.1.1. Ubicación Política	19
3.1.2. Ubicación Geográfica.....	19
3.1.3. Ubicación Ecológica.....	20
3.2. MATERIALES	20
3.2.1. Insumos	20
3.2.2. Materiales Utilizados.....	20
3.2.3. Materiales de Oficina	20
3.2.4. Herramientas	20
3.2.5. Maquinaria y Equipos	21
3.3. MÉTODOS	21
3.3.1. Diseño Experimental.....	21
3.3.2. Análisis Estadístico	24
3.3.3. Análisis Económico.....	25
3.3.4. Variables Evaluadas	25
3.3.5. Métodos Específicos de Manejo del Experimento	27
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	30
4.1. SOBREVIVENCIA DE PLANTAS DE TECA.....	30
4.2. ALTURA DE PLANTA (m).....	30

4.3.	DIÁMETRO DE PLANTA (cm)	34
4.4.	ÍNDICE DE CRECIMIENTO TOTAL (cm ³)	37
4.5.	BIOMASA TOTAL (t ha ⁻¹)	40
4.6.	ESTABLECIMIENTO DE LAS COBERTURAS	43
4.7.	ANÁLISIS DE SUELOS	45
4.7.1.	Conductividad Eléctrica (CE), pH, Materia Orgánica (MO)	45
4.7.2.	Contenido de Macronutrientes	45
4.7.3.	Contenido de Micronutrientes	46
4.8.	ANÁLISIS ECONÓMICO.....	47
V.	CONCLUSIONES	48
VI.	RECOMENDACIONES	49
VII.	BIBLIOGRAFÍA	50
VIII.	ANEXOS.....	<i>¡Error! Marcador no definido.</i>

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadros 1 Características climáticas y geográficas para el cultivo de teca.....	6
Cuadros 2 Tratamientos a comparar en la investigación	21
Cuadros 3 Esquema del análisis de varianza	24
Cuadros 4 ADEVA para la variable altura de la planta (m).....	30
Cuadros 5 Tukey al 5% para la interacción evaluación x tratamiento. Altura (m)	31
Cuadros 6 ADEVA para la variable diámetro de planta (cm).....	34
Cuadros 7 Tukey al 5% para la interacción evaluación x tratamiento. Diámetro (cm)	35
Cuadros 8 ADEVA para biomasa total (t ha ⁻¹).....	41
Cuadros 9 Tukey al 5% para la interacción evaluación x tratamiento. Biomasa total (t ha ⁻¹)	41
Cuadros 10 Porcentaje de avance de cubrimiento de los tratamientos.....	44
Cuadros 11 Cuadrados medios de CE, pH y MO entre tratamientos.....	45
Cuadros 12 Cuadrados medios de los macronutrientes entre tratamientos.....	45
Cuadros 13 Cuadrados medios de los micronutrientes al final del ensayo.....	46
Cuadros 14 Tukey al 5% para las medias de los micronutrientes significativos al final del ensayo, ppm	46
Cuadros 15 Relación de costos variables y costo total por tratamiento.....	47

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Mapa de localización del sitio de la investigación	19
Figura 2 Croquis del experimento	23
Figura 3 Croquis de una unidad experimental	23
Figura 4 Tendencia de crecimiento en altura (m) T1	32
Figura 5 Tendencia de crecimiento en altura (m) T2	33
Figura 6 Tendencia de crecimiento en altura (m) T3	33
Figura 7 Tendencia de crecimiento en altura (m) T4	33
Figura 8 Tendencia de crecimiento del diámetro (cm) T1	36
Figura 9 Tendencia de crecimiento del diámetro (cm) T2	36
Figura 10 Tendencia de crecimiento del diámetro (cm) T3	36
Figura 11 Tendencia de crecimiento del diámetro (cm) T4	37
Figura 12 Tendencia del Índice de crecimiento total (cm ³) T1	38
Figura 13 Tendencia del Índice de crecimiento total (cm ³) T2	39
Figura 14 Tendencia del Índice de crecimiento total (cm ³) T3	39
Figura 15 Tendencia del Índice de crecimiento total (cm ³) T4	40
Figura 16 Tendencia del Rendimiento de Biomasa total (t ha ⁻¹) T1	42
Figura 17 Tendencia del Rendimiento de Biomasa total (t ha ⁻¹) T2	42
Figura 18 Tendencia del Rendimiento de Biomasa total (t ha ⁻¹) T3	43
Figura 19 Tendencia del Rendimiento de Biomasa total (t ha ⁻¹) T4	43
Figura 20 Porcentaje del establecimiento de las coberturas en días después de la siembra (DDS)	44

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1 Preparación inicial del suelo	¡Error! Marcador no definido.
Anexo 2 Estaquillado	¡Error! Marcador no definido.
Anexo 3 Instalación del ensayo	¡Error! Marcador no definido.
Anexo 4 Plantación de teca	¡Error! Marcador no definido.
Anexo 5 Semilla de coberturas	¡Error! Marcador no definido.
Anexo 6 Establecimiento de coberturas	¡Error! Marcador no definido.
Anexo 7 Toma de datos altura y diámetro	¡Error! Marcador no definido.
Anexo 8 Toma de datos biomasa	¡Error! Marcador no definido.
Anexo 9 Muestras de suelo	¡Error! Marcador no definido.
Anexo 10 Resumen de medias de las variables evaluadas	¡Error! Marcador no definido.
Anexo 11 Media de altura (m) de los tratamientos en las diferentes evaluaciones.....	¡Error! Marcador no definido.
Anexo 12 Media de diámetro (cm) de los tratamientos en las diferentes evaluaciones	¡Error! Marcador no definido.
Anexo 13 Media de biomasa de coberturas ($t\ ha^{-1}$) de los tratamientos en las diferentes evaluaciones ...	¡Error! Marcador no definido.
Anexo 14 Media de índice de crecimiento total ($DB^2 \times H$) de los tratamientos en las diferentes evaluaciones ...	¡Error! Marcador no definido.
Anexo 15 Resumen de tendencia de crecimiento en altura (m) tratamientos y evaluaciones	¡Error! Marcador no definido.
Anexo 16 Resumen de tendencia de crecimiento del diámetro (cm) tratamientos y evaluaciones	¡Error! Marcador no definido.
Anexo 17 Resumen de tendencia del índice de crecimiento total (cm^3) tratamientos y evaluaciones	¡Error! Marcador no definido.
Anexo 18 Resumen de tendencia de biomasa total ($t\ ha^{-1}$) tratamientos y evaluaciones	¡Error! Marcador no definido.
Anexo 19 Costos	¡Error! Marcador no definido.
Anexo 20 Análisis de suelos	¡Error! Marcador no definido.

RESUMEN

Se evaluó el desarrollo de la teca (*Tectona grandis L.f.*), en el primer año de plantación, con la aplicación de coberturas vegetales: *Arachis pintoj*, *Pueraria phaseoloides*, *Centrosema pubescens* y cobertura natural de especies arvenses. Al primer año de edad de la plantación la altura de la teca mostró diferencias significativas 2,45 m con cobertura de *Pueraria*, 2,23 m con cobertura de *Arachis*, 1,98 m con *Centrosema* y 1,26 m con la cobertura testigo. El diámetro de la teca al año de edad fue significativo con 4,71 cm con cobertura *Pueraria*, con *Arachis* 4,67 cm, con *Centrosema* 4,14 cm y en el tratamiento testigo 3,21 cm; no existen diferencias estadísticas entre las tres coberturas pero si con el testigo. La mayor productividad de biomasa de las coberturas fue la *Pueraria* que en la última evaluación al primer año de vida produjo 34,3 t ha⁻¹, el *Arachis* rindió 31,28 t ha⁻¹, *Centrosema* 30,9 t ha⁻¹, la biomasa del testigo en la última evaluación produjo 23,4 t ha⁻¹. Se concluye que la mayor altura, mayor diámetro y mayor índice de crecimiento (1 866 cm³ trimestralmente) de la teca es cuando tiene como cobertura la *Pueraria*. Transcurrido el primer año de establecimiento no se observan diferencias en el aporte nutricional de N y MO de las coberturas al suelo.

PALABRAS CLAVES:

- ✓ **PLANTACIÓN**
- ✓ **COBERTURAS**
- ✓ **ALTURA**
- ✓ **DIÁMETRO**
- ✓ **BIOMASA**

ABSTRACT

The development of teak (*Tectona grandis Lf*) was evaluated in the first year of planting, with the application of mulches: *Arachis pintoj*, *Pueraria phaseoloides*, *Centrosema pubescens* and natural hedge weed species. At one year old of plantation teak, its height 2.45 m showed significant differences with coverage of *Pueraria*, 2.23 m with coverage of *Arachis*, *Centrosema* 1.98 m and 1.26 m with the witness coverage. The diameter teak yearling was significant with 4.71 cm *Pueraria* covered with *Arachis* 4.67 cm, with *Centrosema* 4.14 cm and in the witness treatment 3.21 cm. There are no statistical differences between the three coverages, but there are with the witness. Most biomass productivity of coverages was the *Pueraria* that in the last assessment the first year produced 34.3 t ha⁻¹, the *Arachis* rendered 31.28 t ha⁻¹, *Centrosema* 30.9 t ha⁻¹; witness biomass in the last assessment produced 23.4 t ha⁻¹. It is concluded that the greater height, larger diameter and highest growth rate (1866 cm³ quarterly) of teak is when it has as hedge the *Pueraria*. After the first year of establishment, no differences were observed in the nutritional contribution of N and MO of hedging the ground.

KEYWORDS:

- ✓ **PLANTING**
- ✓ **COVER**
- ✓ **HEIGHT**
- ✓ **DIAMETER**
- ✓ **BIOMASS**

**“EVALUACIÓN DEL EFECTO DE TRES COBERTURAS
VIVAS, (*Arachis pintoi*, *Pueraria phaseoloides* y *Centrosema
pubescens*) SOBRE EL CRECIMIENTO INICIAL DE LA TECA
(*Tectona grandis* L.f.), EL NIVEL DE FERTILIDAD DEL SUELO
Y CONTROL DE MALEZAS, EN EL CANTÓN SANTO
DOMINGO”**

I. INTRODUCCIÓN

La Teca es una especie forestal, natural de la India Myanmar (Birmania), de la República Popular de Laos y Tailandia, en donde alcanza en promedio hasta 45 metros de altura; se introdujo en Indonesia (Java) hace cientos de años, y las más antiguas plantaciones en Sri Lanka se han documentado a fines del siglo XVII (Tapia & Plua, 2006).

La Teca se cultiva actualmente en extensas superficies, principalmente en países tropicales del mundo, en los que se aprecia mucho su madera por las excelentes características físicas, mecánicas y estéticas que esta posee. El desarrollo y crecimiento inicial de la teca se ve limitado por varios factores como: material genético, manejo del cultivo, suelo, fertilización, control de malezas, clima entre otros factores (Bernal, 2009).

En el Ecuador la Teca (*Tectona grandis*) fue introducida entre los años 1943 y 1944 a la Estación Experimental Tropical Pichilingue del Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias INIAP, ubicada en la provincia de Los Ríos. Actualmente se encuentra distribuida en todo el trópico ecuatoriano (Tapia & Plua, 2006).

Para el año 2010 cumpliendo con la primera fase del plan nacional de reforestación las plantaciones forestales en el país fueron sembradas aproximadamente 20 000 ha, y se tiene previsto que en la segunda fase, entre el año 2011 al 2015 serían reforestadas 240 000 hectáreas entre especies exóticas y nativas (Dirección Nacional Forestal DINAF, 1986).

Según el Ministerio del Ambiente, en Ecuador existe una superficie de 163 000 hectáreas de plantaciones, las plantaciones de la Sierra representan el 50% y el restante 50% se localiza en la Costa y Amazonía (EcuadorForestal, 2010).

Debido al decrecimiento en el suministro de teca de bosques nativos y la demanda creciente de esta madera, en el futuro posiblemente solo se podrá obtener de nuevas plantaciones de teca. En los últimos diez años las plantaciones de teca más importantes provienen de Ibero América, exportando troncos jóvenes de teca hacia India, Europa y EEUU (Anantha, 2006)

El cultivo de teca en la fase de establecimiento, permite utilizar coberturas vivas de leguminosas para determinar su comportamiento inicial, fertilidad del suelo y manejo de las malezas dentro de las plantaciones (Bernal, 2009).

Otro aspecto importante que hay que tomar en cuenta, es el rendimiento del cultivo que según expertos manifiestan que una hectárea de teca puede tener un rendimiento de 300 y 320 metros cúbicos (m³) de madera a los 20 años, y cada metro cúbico se comercializa según la cotización del momento, cuyo precio aproximado actualmente está entre 300 y 350 dólares por m³ de madera, dependiendo de la calidad (Bernal, 2009).

Es necesario indicar que una vez que la plantación cierra la copa, el reciclaje de nutrientes juega un papel importante en la nutrición de la planta

de teca. Más del 90% de los residuos que caen de los árboles se mineralizan en un período de menos de 6 meses. En países asiáticos se ha reportado que una plantación de teca de 30 años de edad deposita $10\,175\text{ kg ha}^{-1}$ de residuos, los cuales adicionan 139, 1.6, 115, 216 y 118 kg ha^{-1} de N, P, K, Ca y Mg, respectivamente (Shanmughavel & Francis, 1998).

Por esto es necesario probar en plantaciones recién establecidas de teca, coberturas vegetales para medir el mejoramiento en la fertilidad del suelo y el manejo de malezas, con leguminosas.

El trabajo de investigación se instaló el 20 de junio de 2013 y se desarrolló en la Hacienda “Zoila Luz”, perteneciente a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, donde funciona el área administrativa de la Carrera de Ingeniería Agropecuaria ubicada en la provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas, cantón Santo Domingo, parroquia Luz de América, km 24 de la vía Santo Domingo – Quevedo.

Para esta investigación se estableció como Objetivo General “Evaluar el efecto de tres coberturas vivas, *Arachis pintoi*, *Pueraria phaseoloides* y *Centrosema pubescens* sobre el crecimiento inicial de la teca (*Tectona grandis* L.f.), el nivel de fertilidad del suelo y control de malezas, en el Cantón Santo Domingo”.

Para cumplir con este objetivo se plantearon los siguientes objetivos específicos:

a) Evaluar la incidencia de tres coberturas vegetales frente a un testigo, en tres variables de crecimiento de las plantas de teca: diámetro, altura e índice de crecimiento total.

b) Determinar el efecto de tres coberturas vegetales sobre la fertilidad del suelo a través de análisis químico de suelo, frente a un testigo.

c) Evaluar el efecto de tres coberturas vegetales sobre el control de malezas frente a un testigo.

d) Determinar el tratamiento más económico, en el establecimiento y manejo del primer año de vida de la plantación.

Como hipótesis se planteó “No existen diferencias significativas, mediante el empleo de coberturas vivas en el crecimiento inicial de la teca, fertilidad del suelo y control de malezas en plantaciones de teca (*Tectona grandis* L.f.) recién establecidas”.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. TECA

Reino:	Plantae
Clase:	Magnoliopsida
Orden:	Lamiales
Familia:	Lamiaceae (Verbenaceae)
Género:	Tectona
Especie:	grandis
Nombre Científico:	<i>Tectona grandis</i> L.f.
Nombres Comunes:	Teca, Saca, Sagwan, Sagun, Sagon, Skhu.

2.1.1. Descripción Botánica

2.1.1.1. Árbol

Alcanza los 40 a 50 m de altura y los 80 cm de diámetro; su copa tiene forma cónica y algunas veces es extendida (Tapia & Plua, 2006).

Su sistema radicular amplio con una raíz principal pivotante que se profundiza según las condiciones del suelo (Little, Wadsworth, & Marrero, 2001).

2.1.1.2. Hojas

Miden entre 30 y 60 cm de largo, y 20 a 40 cm de ancho (CORMADERA, 2001).

Las hojas elípticas, opuestas, sin pecíolo o en pecíolos cortos, son mayormente de punta corta en el ápice y la base, gruesas, coriáceas y toscas, de color verde (Little, Wadsworth, & Marrero, 2001).

2.1.1.3. Flores

Miden cinco milímetros de diámetro, posee seis pétalos unidos en forma de embudo, son de color blanco y están dispuestas en grandes inflorescencias terminales en forma de racimos (SEMICOL, 2008).

2.1.1.4. Frutos

Miden uno a tres cm de diámetro, son drupas duras, pubescentes y están envueltas en un cáliz persistente. Contienen de una a cuatro semillas oleaginosas de tres a seis mm de largo (Tapia & Plua, 2006); (SEMICOL, 2008); (CORMADERA, 2001).

2.1.2. Ecología

La teca se adapta a un alto rango de características climáticas, las cuales se exponen en el Cuadro 1.

Cuadros 1 Características climáticas y geográficas para el cultivo de teca

Características climáticas	Rango de tolerancia
Altitud	0 a 1000 msnm
Temperatura	22 a 28° C
Precipitación	1200 a 2500 mm a ⁻¹

Fuente: (Fonseca, 2004)

Prefiere suelos planos, aluviales, de textura franco - arenoso o arcillosa, profunda, fértil, bien drenada y con pH neutro o ácidos. Es exigente en elementos como: calcio, fósforo y magnesio (Fonseca, 2004).

2.1.3. Densidades de Plantación

Los mejores resultados se han presentado con distanciamientos de tres por tres metros ($1\ 110$ plantas ha^{-1}) (CORMADERA, 2001), (Tapia & Plua, 2006).

2.1.4. Control de Malezas

Se recomienda al menos tres limpiezas el primer año, dos el segundo, una el tercero. Debe permitirse además el establecimiento y crecimiento de una cobertura vegetal baja de especies nativas leñosas para proteger el suelo de la erosión (Fonseca, 2004).

2.1.5. Crecimiento

Generalmente el mejor crecimiento tanto en altura como en diámetro, se produce cuando la planta dispone de un adecuado espacio real, tanto de la parte aérea como del subsuelo, con un régimen de lluvias que incluye hasta cinco meses de sequía (Tapia & Plua, 2006).

En plantaciones de teca bajo riego en la India (Gujarat), con precipitaciones de 2500 mm se observaron respuestas de crecimiento a los dos años con riego de 2,26 m; a los cuatro 3,54 m. Respecto al diámetro, con riego, a los dos años fue de 16.52 cm y a los cuatro 21,16 cm (Bebarta, 1999).

2.2. CULTIVOS DE COBERTURA

Un cultivo de cobertura es definido como "una cobertura vegetal viva que cubre el suelo y que es temporal o permanente, el cual está cultivado en asociación con otras plantas (intercalado, en relevo o en rotación)". "Cultivos de cobertura" y "abono verde" por años fueron utilizados como sinónimos; sin embargo, los cultivos de cobertura están caracterizados por sus funciones más amplias y otros propósitos como su aporte como abono y mejoradores de suelo (Pound, 2008).

En el pasado, se utilizaban los términos "cultivos de cobertura" y "abonos verdes" como sinónimos, pero actualmente los cultivos de cobertura están caracterizados por sus amplias funciones, las cuales incluyen supresión de malezas, conservación del suelo y agua, control de plagas y enfermedades, alimentación humana y ganadera (Pound, 2008).

Las plantas más comunes usadas son las leguminosas, por la capacidad que tienen de asociarse en sus raíces con las bacterias que están en el suelo y que pertenecen al género *Rhizobium*, las cuales son muy hábiles para tomar nitrógeno del aire e incorporarlo al suelo y a la planta, a través de nódulos que forman en sus raíces (CEDECO, 2005).

Los cultivos de cobertura no son una tecnología nueva. Los griegos y romanos han participado en la rotación de cultivos, Plinio menciona el cultivo de lupinos (*Lupinus albus*) y arveja (*Vicia sativa*) como abonos verdes y para supresión de malezas. Al parecer, con el tiempo surge la combinación de circunstancias que ofrecen ventajas similares a las que ofrecen los cultivos de cobertura (Pound, 2008).

2.2.1. Funciones de los Cultivos de Cobertura

Entre las funciones que tienen los cultivos de cobertura tenemos las siguientes: (Sagastume, Killough, & Selener, 1997).

- ✓ Reducir pérdidas de suelo por erosión.
- ✓ Incrementar la fertilidad del suelo.
- ✓ Incremento del contenido de materia orgánica en el suelo.
- ✓ Reducir competencias de malezas con la plantación.
- ✓ Reducir costos al reducir la necesidad de aplicar herbicidas y fertilizantes.
- ✓ Aumento de la filtración de agua, y reducción de la escorrentía, reduciendo inundaciones y sedimentaciones.
- ✓ Incremento en la capacidad de retención de agua en el suelo.
- ✓ Reducción de la evaporación de agua del suelo.
- ✓ Reducción de la presencia de enfermedades y plagas en el cultivo.

2.2.2. Cultivos de Cobertura en Sistemas de Cultivos Perennes

El uso de coberturas en sistemas perennes está mucho más conocido y distribuido que en cultivos anuales. Se considera a Indonesia el pionero en cultivos de cobertura empleados en palma aceitera, palma de coco, plantaciones de caucho, y sisal, en los cuales disminuye los costos de mantenimiento controlando las malezas, a la vez que protegen los suelos de la erosión y aportándoles nutrientes (Pound, 2008).

Durante la fase inicial de establecimiento, los cultivos de cobertura pueden reducir la lixiviación de nutrientes en el suelo, absorbiendo los nutrientes disponibles, los mismos que no son accesibles al sistema radicular parcialmente desarrollado de los perennes (Pound, 2008).

2.2.3. Uso de Coberturas en Especies Forestales

Los cultivos de cobertura también son usados en plantaciones madereras. En Honduras, por ejemplo la empresa CONSEFORH (Conservación y

Silvicultura de Especies Forestales de Honduras) ha conducido ensayos de evaluación de diferentes especies de árboles maderables asociados con cultivos de cobertura (Pound, 2008).

Las coberturas vivas son muy competitivas, lo que las hace buenas candidatas para reducir la densidad de las arvenses. Sin embargo, es necesario un manejo cuidadoso para prevenir la competencia entre el cultivo de cobertura y los cultivos asociados. Por ejemplo, en plantaciones de palma africana en Honduras han establecido leguminosas de cobertura por más de diez años, principalmente “kudzu” y han observado, que al establecerse la leguminosa, las guías tienden a treparse en las palmas, por ello necesitan regular su crecimiento, eliminándolas del rededor de la palma (Flores, Alemán, & Solomon, 1995).

Se ha probado que el uso de coberturas de leguminosas como cultivos intercalados en plantaciones para el control de arvenses ha resultado efectivos. Las coberturas vivas han sido utilizadas ampliamente en el manejo de arvenses en cultivos anuales, debido a que muchas tienen una habilidad competitiva mayor que las arvenses y aportan nitrógeno y materia orgánica (Skerman & Cameron, 1991).

2.2.4. Control de Arvenses Mediante Coberturas Vivas

Las coberturas vivas controlan las arvenses en tres formas principales: por competencia por agua, nutrientes, luz y espacio durante el crecimiento, por su efecto inhibitorio o alelopatía sobre la germinación de las semillas o desarrollo de las plántulas, causado por exudados radiculares y/o sustancias químicas que se liberan durante su descomposición luego del manejo. Y también por presentar un efecto físico de sombreado que producen las guías o rastrojos, impidiendo que las semillas reciban estímulo para su germinación. El éxito de una planta de cobertura radica en la facilidad de establecimiento y la capacidad de formar rápidamente cobertura al suelo.

Por ello, es importante que tenga buena producción de biomasa, que sea de gran cantidad y en el menor tiempo posible y, sin que interfiera o sea agresiva con el cultivo principal. La cobertura debe ser tolerante al sombreado debido a su uso en un cultivo perenne y tolerante a la sequía (Skerman & Cameron, 1991).

2.3. MALEZAS

Las malezas son plantas que crecen junto con las plantas cultivadas, a las cuales le interfieren su normal desarrollo. Compiten por agua, luz solar, nutrimentos y bióxido de carbono; segregan sustancias alelopáticas; son albergue de plagas y patógenos, dificultando su combate (Rodríguez, 2000).

Las malezas son aquellas plantas que poseen una buena capacidad de colonización que aprovechan las condiciones creadas por el ser humano en el ecosistema, ya que cuando el hombre destruye la vegetación natural del ecosistema las malezas son las primeras especies por medio de las cuales la naturaleza trata de recuperar su espacio. (Nieto, Ramos, & Galarza, 2005)

La teca es especialmente sensible a la humedad y a la competencia de las malezas. En árboles recién plantados o con meses de edad, estos son más susceptibles de ser cubiertos fácilmente por las malezas. En árboles un poco mayores, el espacio entre ellos favorece su crecimiento y reproducción, ya que buena parte del suelo está descubierta y la luz es aprovechada más eficientemente por las malezas. Las malezas pueden causar daño a los árboles ya sea por competencia directa por luz, humedad del suelo y nutrientes o porque pueden asfixiar a las plantas debido a su hábito de crecimiento. Este daño dependerá de las especies presentes, de la densidad que alcance cada una, del estado en que se encuentre el cultivo cuando éstas emergen y la duración de la competencia, y puede ser desde deformaciones hasta un desarrollo pobre. Aunado a lo anterior, el control de

malezas constituye una fuente significativa de costos en la operación forestal, al ser una de las 7 actividades más importantes durante los primeros años de crecimiento de los árboles, al menos hasta que la copa de éstos cierre.

2.4. MANÍ FORRAJERO

Reino:	Plantae
Clase:	Magnoliopsida
Orden:	Fabales
Familia:	Fabaceae
Género:	Arachis
Especie:	Pintoi
Nombre científico:	<i>Arachis pintoi</i> Krapovickas y Gregory
Nombre común:	Maní forrajero.

2.4.1. Botánica

El género *Arachis* es originario de América del Sur y está restringido naturalmente a Brasil, Paraguay, Argentina, y Uruguay. Es una mimosa herbácea, perenne, de hábito de crecimiento rastrero y estolonífero, y puede alcanzar entre 20 cm a 40 cm de altura. La raíz es pivotante y su tallo circular ligeramente aplanado, con entrenudos cortos, emite estolones que pueden alcanzar hasta 1,5 m de longitud (Fundación hogares juveniles campesinos, 2002).

Las hojas son alternas y compuestas, con cuatro folíolos y estípulas pubescentes que se adhieren al pecíolo. El fruto es una vaina indehiscente, con una a tres semillas. Las inflorescencias son espigas axilares, con corola amariposada de color amarillo, con estandarte y alas igualmente amarillas,

quilla puntiaguda, curvada y de color amarillo pálido (Fundación hogares juveniles campesinos, 2002).

El carpóforo con el ovario en la punta crece hacia el suelo en respuesta a estímulos geotrópicos y termina por enterrar al fruto a profundidades variables dependiendo de la textura del suelo, aunque generalmente la mayor proporción de frutos se encuentra en los primeros 10 cm de profundidad (TROIPECHE, 2008).

2.4.2. Suelos y Clima

El maní forrajero crece bien en suelos francos a arcillosos, con buen contenido de materia orgánica, aunque se adapta a suelos ácidos, de fertilidad media. Crece bien en regiones con altitudes entre 0 y 1800 msnm con precipitaciones entre 1500 y 3500 mm anuales, bien distribuidos. Tolerancia a la sombra y la humedad, pero no las inundaciones (Fundación hogares juveniles campesinos, 2002).

2.4.3. Propagación y Prácticas Culturales

El maní forrajero se propaga a través de semilla o por estolones o cepas. Es recomendable inocular la semilla con bacterias del género *Bradyrhizobium*. La siembra puede hacerse al voleo o en surcos de 60 cm a 80 cm de distancia, para lo cual se utiliza de 5 Kg ha⁻¹ a 6 Kg ha⁻¹ de semilla, entre 2 y 3 cm de profundidad (Fundación hogares juveniles campesinos, 2002).

Así mismo la siembra con material vegetativo también puede hacerse en surcos a distancias de 60 a 80 cm, con dos a tres estolones por sitio, y debe efectuarse al inicio de la temporada de lluvias en suelos bien preparados y aplicando los fertilizantes apropiados, según los análisis de suelos. Durante la etapa productiva, también se requiere fertilización.

El manejo de arvenses se logra mediante una adecuada preparación del suelo y, posteriormente, durante el período de establecimiento, realizar el control de malezas manualmente o con guadaña (Fundación hogares juveniles campesinos, 2002).

2.4.4. Fertilización

En suelos demasiado pobres debe agregarse fertilizante en base al análisis de suelo, para obtener un mejor establecimiento de la leguminosa (Moreno, y otros, 2001).

2.4.5. Resistencia a Plagas y Enfermedades

Esta leguminosa ha presentado leves ataques de plagas (comedores de hojas) aunque el cultivo casi no presenta áreas foliares consumidas. No se han observado incidencias de enfermedades (González, Anzules, Vera, & Riera, 1996).

2.5. CENTROSEMA

Reino:	Plantae
Clase:	Magnoliopsida
Orden:	Fabales
Familia:	Fabaceae
Género:	Centrosema
Especie:	Pubescens
Nombre Científico:	<i>Centrosema pubescens</i> Benth
Nombres Comunes:	Centro, Campanilla, Bejuquillo, Patito.

2.5.1. Características Botánicas

Es una especie perenne, nativa de América Tropical donde crece espontáneamente, es rastrera, agresiva con una marcada tendencia a trepar, forma una excelente cobertura a los tres a cinco meses establecimiento, tiene hojas trifoleadas, glabras ovoides, raíz pivotante, con numerosas ramificaciones en las que se forman los nódulos en cuyo interior se alojan las bacterias fijadora, nitrógeno. Sus guías son largas con raíces que dan lugar a la formación de nuevas plantas. Las flores son pediceladas; cáliz campanulado, corola vistosa, violacea, rosada, lila o blanca; sus vainas son largas de 10 cm o más, dehiscentes, estrechas, terminadas en agudas puntas, en la madurez adquieren un color marrón oscuro, las semillas son pequeñas, ligeramente achatadas, de color pardo o rojizo o completamente marrón (González, Anzules, Vera, & Riera, 1996).

2.5.2. Adaptación

Esta leguminosa crece bien en clima tropical y subtropical desde el nivel del mar hasta 1000 msnm, crece en suelos pobres y fértiles bien drenados, resiste sequías medianamente prolongadas y sombra; se recupera después de la quema, períodos cortos de inundación y después del pastoreo. Generalmente esta especie no se adapta a suelos muy ácidos, pero su comportamiento en la Provincia de Napo es excelente en suelos rojos con pH de 4,0 a 5,1.

2.5.3. Resistencia a Plagas y Enfermedades

En la región Amazónica donde se está trabajando con ésta leguminosa, se ha podido observar ataque de comedores de hoja hasta un 10%, lo cual no afecta el cultivo, porque ésta leguminosa tiene la capacidad de producir mucho follaje. Se ha observado la incidencia del hongo *Rhizoctonia sp* hasta en un 5% pero esto se controla con el pastoreo.

2.5.4. Valor Nutritivo

Posee buena aceptación por el ganado, su valor nutritivo en término de proteína cruda es de 24% a 24,8%. La digestibilidad *in vitro* de la materia seca va de 41,8% a 47,7%. Esta leguminosa mezclada con la mayoría de las gramíneas existentes en la Amazonía, mejora la calidad de la dieta (González, Anzules, Vera, & Riera, 1996).

2.5.5. Siembra

Esta leguminosa produce abundante semilla y su siembra se realiza depositando de cinco a 10 semillas en surcos distanciados de 50 a 80 cm. En estas condiciones de siembra, son necesarios de 4 kg ha⁻¹ a 7 kg ha⁻¹ de semilla; cuando se siembra asociada con gramíneas se requieren de 2 kg ha⁻¹ a 5 kg ha⁻¹. También se siembra en surcos distanciados de 1,50 m a 2,0 m, y a un m entre plantas. Para la producción de semilla, es necesario de 2 kg ha⁻¹ a 3 kg ha⁻¹.

2.6. PUERARIA

Reino:	Plantae
Clase:	Magnoliopsida
Orden:	Fabales
Familia:	Fabaceae
Género:	Pueraria
Especie.	phaseoloides
Nombre científico:	<i>Pueraria phaseoloides</i> Benth
Nombres comunes:	Pueraria, kudzú, kudzú tropical, puero.
Rendimiento:	De 5 a 6 t ha ⁻¹ año ⁻¹

2.6.1. Botánica

Las raíces de esta leguminosa perenne y trepadora son carnosas; posee tallos cilíndricos, pubescentes y delgados que alcanzan hasta 5 m de largo. Las hojas tienen tres folíolos y presentan una cubierta suave de pelos. Las flores se presentan en racimos densos, de color morado. Las vainas de forma cilíndrica también son pubescentes y contienen numerosas semillas duras, de color gris oscuro (Fundación hogares juveniles campesinos, 2002), (Moreno, y otros, 2001).

2.6.2. Suelos y Clima

El kudzú se adapta a un amplio rango de suelos, desde arcillosos hasta arenosos, y de mediana a alta fertilidad. Crece bien en regiones con altitudes desde el nivel del mar y 2000 msnm con temperaturas entre 18° C y 25° C, y precipitaciones entre 900 mm y 2000 mm anuales (Moreno, et al., 2001), (Fundación hogares juveniles campesinos, 2002). Es tolerante a la sequía moderada y a la falta de humedad en el suelo. Es poco exigente y crece bien en suelos ácidos de baja fertilidad, hasta fértiles. Se la encuentra en suelos pesados, francos y arenosos (Moreno, y otros, 2001).

2.6.3. Propagación

La propagación se hace a través de semilla sexual, distribuida al voleo o en surcos a 60 cm y cubriéndolas con 2 a 3 cm de suelo. La semilla debe escarificarse para la siembra. Un buen manejo de arvenses debe realizarse especialmente durante la fase de establecimiento de la pradera. Se sugiere fertilizar con fuentes de calcio, fósforo y potasio, según análisis de suelos.

La semilla se puede sembrar en surcos o al voleo, se utiliza entre 5 kg ha⁻¹ a 10 kg ha⁻¹, cuando se emplea buena semilla. Si se siembra en surcos estos deben ir separados entre 90 y 100 cm, y 2 cm de profundidad. Como la semilla es bastante dura, debe sumergirse en agua por 24 horas, antes de

realizar la siembra, o también se puede escarificar con ácido (Moreno, y otros, 2001).

2.6.4. Fertilización

En suelos demasiado pobres debe agregarse fertilizante y cal en base al análisis de suelo, para obtener un mejor establecimiento de la leguminosa (Moreno, y otros, 2001).

2.6.5. Malezas

Como el establecimiento de la pueraria es lento, se deben controlar las malezas hasta que alcance un buen desarrollo. No se deben usar herbicidas para malezas de hoja ancha, pues lo destruyen (Moreno, y otros, 2001).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. UBICACIÓN DEL LUGAR DE INVESTIGACIÓN

3.1.1. Ubicación Política

El trabajo de investigación se lo realizó en la Hacienda “Zoila Luz”, ubicada en la Provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas, Cantón Santo Domingo, Parroquia Luz de América, km 24 de la vía Santo Domingo – Quevedo.

3.1.2. Ubicación Geográfica

El sitio experimental se encuentra ubicado en las coordenadas geográficas $00^{\circ} 24' 36''$ latitud Sur y $79^{\circ} 18' 43''$ longitud Oeste.



Figura 1 Mapa de localización del sitio de la investigación

3.1.3. Ubicación Ecológica

Zona de vida:	Bosque húmedo tropical (bh-T) (Holdridge, 1967)
Altitud:	270 msnm *
Temperatura (media):	24,85° C **
Precipitación (anual):	2980 mm año ⁻¹ **
Humedad Relativa:	87,86 % **

3.2. MATERIALES

3.2.1. Insumos

Plantas de teca, semillas de pueraria y centrosema, estolones de maní forrajero, agroquímicos como: glifosato (Ranger 480), vitavax, ataquill, indicate y agua.

3.2.2. Materiales Utilizados

Latilla de caña, tanque de 200 litros, rótulos de identificación, postes y alambre de púa para cerramiento, martillo, sacos, piola, balde, jarra graduada en ml.

3.2.3. Materiales de Oficina

Croquis de campo, cuaderno de apuntes, lápiz, borrador, hojas papel bond, computador y accesorios.

3.2.4. Herramientas

Machete, Excavadora, Cinta métrica, Escalímetro, Marco metálico cuadrado de 1m².

3.2.5. Maquinaria y Equipos

Tractor, Bomba de fumigar manual, Equipo de protección de fumigación, Balanza (kg), vara graduada (cm), Cámara fotográfica, pie de rey (Ø).

3.3. MÉTODOS

3.3.1. Diseño Experimental

3.3.1.1. Factores de estudio

Coberturas: Maní Forrajero (*Arachis pintoï*)
 Pueraria (*Pueraria phaseoloides*)
 Centrosema (*Centrosema pubescens*)
 Testigo (Natural)

3.3.1.2. Tratamientos a comparar

Cuadros 2 Tratamientos a comparar en la investigación

Tratamientos	Tipos de cobertura
T 1	Teca + Maní Forrajero
T 2	Teca + Pueraria
T 3	Teca + Centrosema
Testigo	Teca + Cobertura testigo

3.3.1.3. Tipo de diseño

Para el establecimiento en el campo se utilizó un diseño de bloques completos al azar (DBCA). Para el análisis estadístico se utilizó el programa estadístico Infostat; y, se lo desarrolló como que los tratamientos fueran la parcela grande y las evaluaciones las pequeñas. (Di Rienzo J.A., 2014).

3.3.1.4. Repeticiones o bloques

Se realizaron cuatro repeticiones por tratamiento.

3.3.1.5. Características de la unidad experimental

Número de Unidades Experimentales:	16
Distanciamiento de teca:	3 x 3 m
Área total del ensayo:	3600 m ²
Largo:	60 m
Ancho:	60 m
Forma del ensayo:	Cuadrada
Plantas de teca totales:	400
Área neta de Unidad Experimental:	225 m ²
Largo:	15 m
Ancho:	15 m
Efecto borde (por lado):	3m
Forma de la UE:	Cuadrada
Plantas de teca para cada UE:	25
Plantas por unidad neta:	9
Área útil de cada UE:	81 m ²

3.3.1.6. Croquis de distribución de los tratamientos

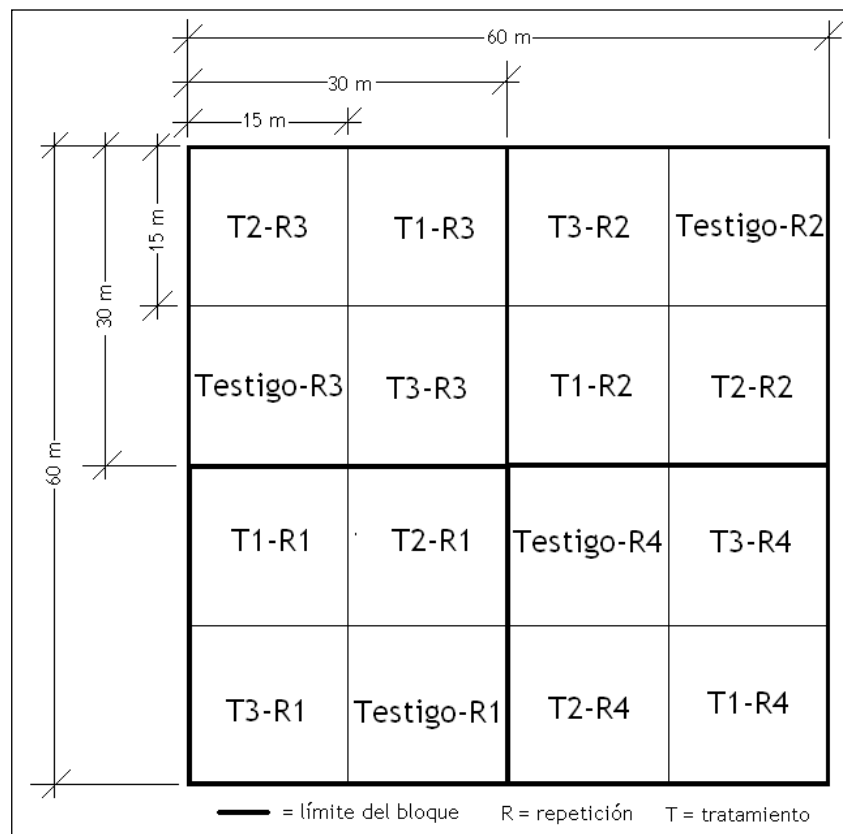


Figura 2 Croquis del experimento

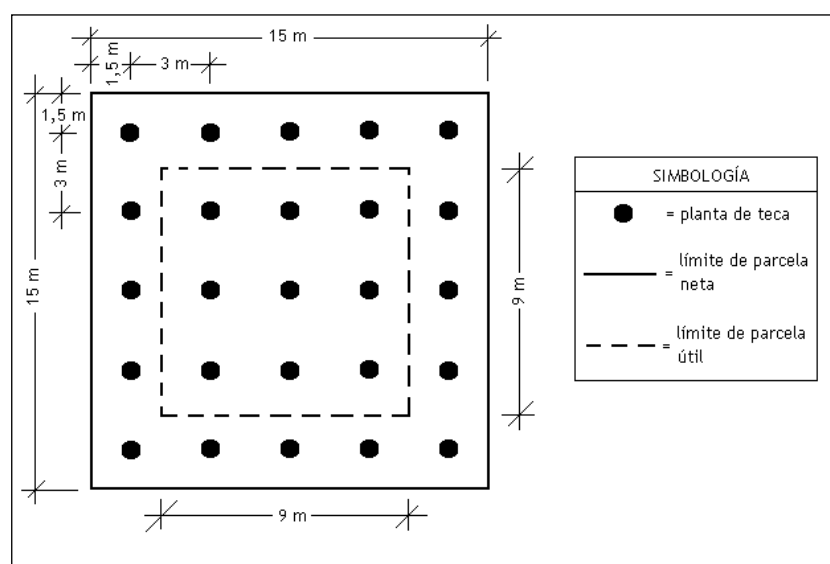


Figura 3 Croquis de una unidad experimental

3.3.2. Análisis Estadístico

3.3.2.1. Esquema de análisis de varianza

Cuadros 3 Esquema del análisis de varianza

Fuentes de variación	Grados de libertad
Repeticiones	3
Tratamientos	3
Error a	9
Evaluaciones	3
Evaluaciones x Tratamientos	9
Error b	36
Total	63

3.3.2.2. Coeficientes de variación

Para el cálculo del Coeficiente de Variación se aplicará la fórmula que se presenta a continuación:

$$CV = \frac{\sqrt{CMe}}{\bar{y}} * 100$$

Dónde:

CV = Coeficiente de Variación

CMe = Cuadrado Medio del error experimental

\bar{y} = Media general

3.3.2.3. Análisis funcional

Para las medias de tratamientos significativas se utilizó la prueba de significación de Tukey al 5% para identificar el o los mejores tratamientos.

3.3.3. Análisis Económico

En el presente ensayo no hay producción o rendimiento que produzca ingresos, por lo tanto se presenta en resultados un cuadro con costos variables y totales por tratamiento y en el anexo el detalle de costos del establecimiento de la investigación en el primer año.

3.3.4. Variables Evaluadas

Dentro de las unidades experimentales se midieron las siguientes variables:

3.3.4.1. Sobrevivencia plantas de teca

Se contó el número de plantas de teca que se prendieron en la parcela neta a los 30 días después del trasplante y se realizó el cálculo del porcentaje de prendimiento por medio de la siguiente fórmula:

$$\% \text{ de prendimiento} = \frac{\text{Número de plantas vivas}}{\text{Número de plantas trasplantadas}} \times 100$$

3.3.4.2. Crecimiento de las plantas de teca

Una vez terminada la siembra para evaluar este parámetro se realizó una medición inicial, de altura (m) y diámetro (cm) de las plantas de teca y luego cada cuatro meses. La medición se realizó en nueve plantas y se calculó el promedio como dato para el análisis estadístico.

Altura de la planta (m).- Para la medición de altura de la planta se empleó una regla graduada en centímetros, se tomó la altura desde el cuello de la planta (suelo) hasta el ápice, la medición se la realizó cada cuatro meses, tomando en consideración el día de siembra hasta el primer año de establecimiento del cultivo, y se midió las plantas de la parcela neta en cada repetición.

Diámetro de la planta (cm).- Se midió el diámetro de la planta de teca al inicio y cada cuatro meses, durante el primer año de establecimiento, tomando como referencia el diámetro a 5 cm del suelo. Esta medición se la realizó con Pie de rey (calibrador).

3.3.4.3. Fertilidad del suelo

Para determinar la fertilidad, se realizó un análisis químico de suelo al inicio y otro al final del experimento; en el que se determinó el contenido de materia orgánica, macronutrientes y micronutrientes.

Para el análisis inicial se realizó la toma de la muestra antes del establecimiento de las coberturas, se tomaron 20 sub-muestras de todas las parcelas experimentales, luego se mezclaron estas sub-muestras, hasta tener una muestra homogénea, de aquí se tomó un kilogramo y se envió al laboratorio del INIAP de la Estación Experimental Pichilingue para su análisis, cuyos resultados representan el estado inicial del ensayo. Anexo 20

Para el análisis final se tomaron muestras de suelo de cada unidad experimental, que se enviaron al laboratorio AGROLAB en Santo Domingo de los Colorados, para su respectivo análisis químico de suelo. De cada muestra obtenida se evaluaron los siguientes parámetros:

Contenido de Materia Orgánica.- Se lo realiza utilizando el método de Walkley y Black, que se lo utiliza en los laboratorios del país; se expresará en porcentaje (%).

Contenido de Macronutrientes.- Se determinó el contenido de Nitrógeno, Fósforo y Azufre en ppm; y, Potasio Calcio y Magnesio en meq/100 g de suelo.

Contenido de Micronutrientes.- Se evaluó el contenido de micro elementos: Cobre, Boro, Hierro y Zinc, en ppm.

Capacidad de Intercambio Catiónico.- Se calculó la capacidad de intercambio Catiónico (CIC) la que se expresa en mili equivalentes por 100 g de suelo ($\text{meq } 100\text{g}^{-1}$)

3.3.4.4. Coberturas vivas

La evaluación de biomasa fresca se realizó con un cuadrante de 1 m^2 , en cada una de las parcelas experimentales, el forraje que estuvo dentro del cuadrante se cortó a ras del suelo, se eliminaron las basuras (palos, tierra, etc.) y se pesó el total de la muestra limpia, este procedimiento se lo realizó en forma periódica cada cuatro meses durante el primer año de establecimiento de la teca. El análisis estadístico se lo realizó con el peso de la biomasa expresado en t ha^{-1} , para cada tratamiento.

3.3.5. Métodos Específicos de Manejo del Experimento

3.3.5.1. Preparación del suelo

Se preparó toda el área donde se llevó a cabo el experimento, mediante el uso de maquinaria dejando el suelo lo más suelto posible. Anexo 1

3.3.5.2. Estaquillado para el establecimiento de la teca

Se estaquilló a un distanciamiento de 3 m. entre hileras por 3 m. entre plantas y se plantó la teca. Anexo 2

3.3.5.3. Plantación de teca

Con la ayuda de una excavadora se cavo un hoyo de 30 cm x 30 cm x 30 cm. Se quitaron las fundas antes de colocar las plantas en el hoyo y se apisonó el suelo para dejar sin espacios de aire. Anexo 4

3.3.5.4. Fertilización

Se aplicó 250 gr de vermicompost en el fondo del hoyo como fertilización de arranque, posterior a esto no se realizó ningún tipo de fertilización hasta finalizar el ensayo.

3.3.5.5. Establecimiento de coberturas vegetales

Inmediatamente establecida la teca, se sembraron las especies de cobertura, siendo esta actividad diferente para cada especie. El maní forrajero se sembró por medio de material vegetativo, el cual se cortó el mismo día a sembrarse, se sembraron en surcos en distancias de 20 cm entre fila y entre planta, colocando dos a tres estolones por sitio. La pueraria se sembró por medio de semilla sexual, la misma que se escarificó sumergiéndole en agua por 24 horas. Se emplearon 225 g de semilla por repetición (equivalente a 10 kg ha⁻¹). La siembra se la realizó en surcos, con distanciamiento de 20 cm. El centrosema se sembró mediante semilla, a una

distancia de 60 cm de separación entre hileras y 40 cm entre plantas, equivalente a una tasa de siembra de 4 kg ha⁻¹ a 7 kg ha⁻¹. Anexo 5

3.3.5.6. Control de malezas

Se aplicó herbicida para control de malezas 15 días después de preparado el terreno, antes del establecimiento de la teca y las coberturas vegetales, de la siguiente manera: En un tanque de 200 litros se colocaron 100 litros de agua, y se los mezclaron con Indicate, para luego agregar 1 000 ml de glifosato (Ranger 480) y se agitó con una vara hasta que se obtuvo una mezcla homogénea, luego se procedió a aplicar en el área destinada al experimento. Una vez establecido el ensayo se realizaron controles de malezas. En el tratamiento Testigo el control de la maleza se lo realizó con una chapia general cada dos meses y en los tratamientos T1, T2, y T3 el control de malezas se lo realizó cada quince días y a mano con la finalidad de no interrumpir el desarrollo de las coberturas vivas.

3.3.5.7. Controles fitosanitarios

Se ejecutaron observaciones constantes con el propósito de determinar si era necesario efectuar controles fitosanitarios, a los ocho días del establecimiento se presentó un ataque de hormigas a las hojas de las plantas de teca, incidente que fue controlado con ataquill (insecticida), colocando el producto alrededor de los hormigueros, con un resultado eficaz, posterior a este incidente no fue necesario realizar controles fitosanitarios.

3.3.5.8. Coronas

Para evitar la incidencia de las coberturas vivas, sobre las plantas de teca se realizaron coronas de 30 cm de diámetro, cada dos meses, de la misma manera después de las evaluaciones.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. SOBREVIVENCIA DE PLANTAS DE TECA

Todas las plantas se establecieron correctamente, dando un porcentaje de 100% de prendimiento para todas las unidades experimentales.

4.2. ALTURA DE PLANTA (m)

En el cuadro 4, se presenta el análisis de varianza para la variable altura de la planta expresada en m.

Cuadros 4 ADEVA para la variable altura de la planta (m)

Fuentes de variación	SC	gl	CM	F	p-valor	
Repeticiones	1,27	3	0,42	8,47	0,0055	**
Tratamientos	1,33	3	0,44	8,81	0,0048	**
Error a	0,45	9	0,05	0,77	0,6418	
Evaluación	35,61	3	11,87	182,92	<0,0001	**
Evaluación*Tratamiento	2,16	9	0,24	3,70	0,0023	**
Error b	2,34	36	0,06			
Total	43,16	63				
Media 0,7095 m			CV a		CV b	
			31,58		35,91	

** Altamente significativo

El cuadro 4, muestra la existencia de diferencias altamente significativas para todas las fuentes de variación, por lo que se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa; los coeficientes de variación, tanto (a) como (b), son altos para este tipo de variable.

En el cuadro 5 Se presente la prueba Diferencia Significativa Honesta de Tukey (DSH) para la variable altura de planta expresada en m.

Cuadros 5 Tukey al 5% para la interacción evaluación x tratamiento. Altura (m)

Tratamientos	Evaluación				Media de Tratamientos							
	1	2	3	4								
1	0,1508	§C	0,1961	C	0,5528	C	2,2250	A	0,7812	A		
2	0,1520	C	0,1870	C	0,7014	C	B	2,4489	A	0,8723	A	
3	0,1459	C	0,1881	C	0,4917	C		1,9789	A	0,7012	B	A
4	0,1464	C	0,1917	C	0,3400	C		1,2556	B	0,4834	B	
Media de Evaluaciones	0,1488		0,1907		0,5215			1,9771		0,7095	$\bar{y}..$	
	C		C		B			A				

$\bar{y}..$ (media general del ensayo)

§ Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

En la prueba de Tukey al 5% para la interacción Evaluaciones x Tratamientos, se observa que la Evaluación 4 x Tratamiento 2, es la que mayor altura de planta de teca alcanza, con 2,45 m y comparte el rango A con la Evaluación 4 x Tratamiento 1; y, Evaluación 4 x Tratamiento 3. El rango B lo conforman la Evaluación 4 x Tratamiento 4 y Evaluación 3 x Tratamiento 2, dejando para el rango C el resto de interacciones. Cuadro 5

La mayor altura de la teca al primer año de 2,45 m, es superior a la reportada por Bebartá1999, donde a los dos años y bajo riego llegó a una altura de 2,26m con una precipitación de 2500 mm. Esto demuestra el potencial de crecimiento en esta latitud.

En el mismo cuadro, los tratamientos T2, T1 y T3 conforman el rango de significación A con 0,87 m; 0,78 m y 0,70 m, respectivamente, de altura promedio de las cuatro evaluaciones. El rango B es compartido por el T3 y T4 con 0,70 y 0,48 m respectivamente.

En la evaluación 4 el promedio de altura es de 1,98 m y ocupa el rango A, la evaluación 3 conforma el rango B con 0,52 m de altura promedio y el rango C lo comparten las evaluaciones 2 y 1 con un media de 0,19 y 0,15 m respectivamente. Cuadro 5

En la Figura 4. se observa que la tendencia de crecimiento en altura de planta para el primer año de edad de la teca, es lineal positiva. En T1 la ecuación de regresión lineal simple es: $\hat{Y} = 0,6579x - 0,8637$ y un coeficiente de determinación (R^2) de 75,24%.

En la Figura 5, la ecuación de regresión lineal simple para T2 es $\hat{Y} = 0,7405x - 0,979$ y R^2 de 78,26%; para T3 $\hat{Y} = 0,5803x - 0,7495$ y R^2 del 74,89% (Figura 6); y T4 $\hat{Y} = 0,3476x - 0,3856$ con $R^2 = 74,08\%$ (Figura 7)

El T2 tiene la tasa de crecimiento más alta con 74,05 cm cada cuatro meses (Figura 5); y, la de menor crecimiento es T4 con 34,76 cm en el mismo tiempo (Figura 7).

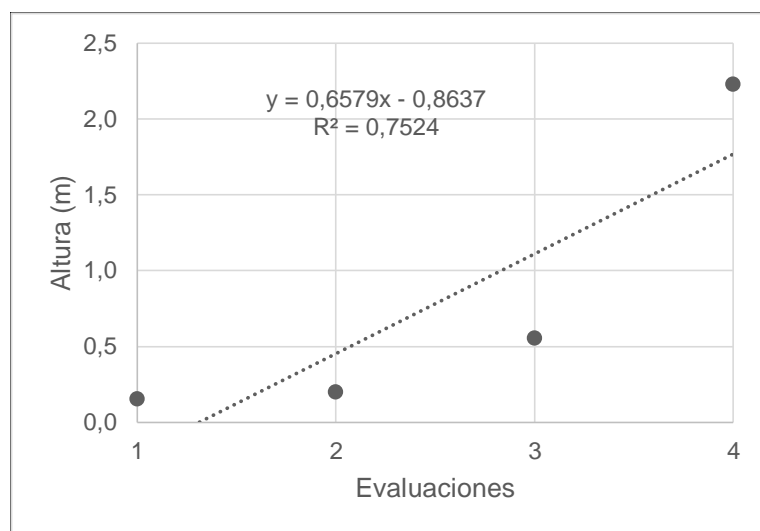


Figura 4 Tendencia de crecimiento en altura (m) T1

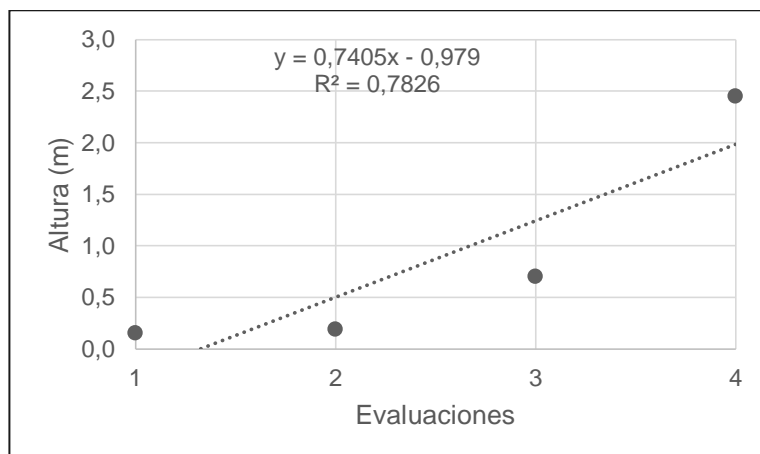


Figura 5 Tendencia de crecimiento en altura (m) T2

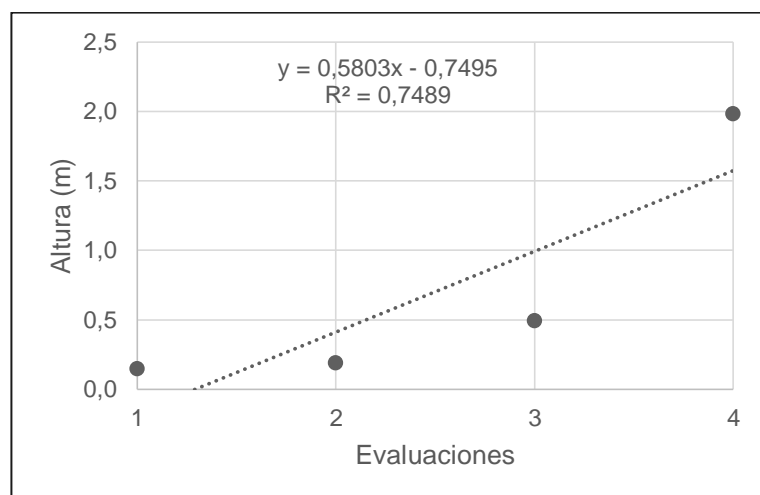


Figura 6 Tendencia de crecimiento en altura (m) T3

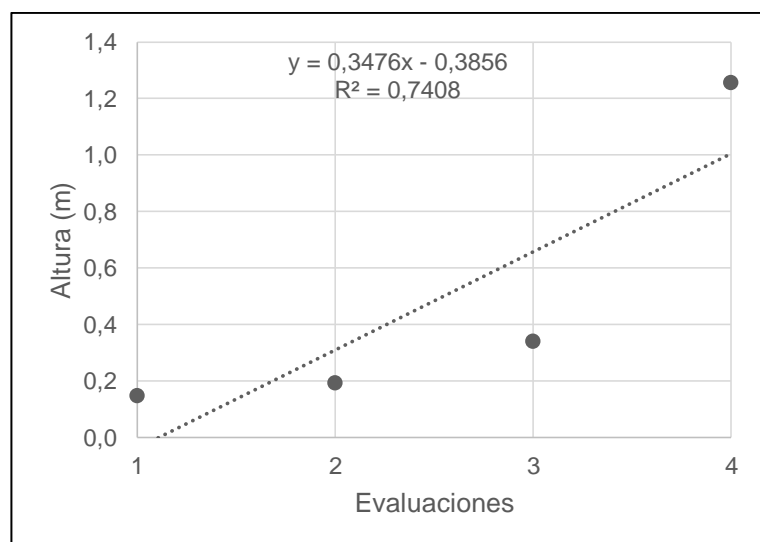


Figura 7 Tendencia de crecimiento en altura (m) T4

4.3. DIÁMETRO DE PLANTA (cm)

Existen diferencias para repeticiones, tratamientos y la interacción evaluaciones x tratamientos; y, la diferencia entre evaluaciones es altamente significativa por lo que se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa. Los coeficientes de variación a con 25,05% y b con 20,55%, son altos para este tipo de variable. Cuadro 6

Cuadros 6 ADEVA para la variable diámetro de planta (cm)

Fuentes de variación	SC	gl	CM	F	p-valor	
Repetición	4,21	3	1,40	6,64	0,0117	*
Tratamiento	4,07	3	1,36	6,41	0,0129	*
Error a	1,90	9	0,21	1,49	0,1905	
Evaluación	139,07	3	46,36	326,04	<0,0001	**
Evaluación*Tratamiento	3,52	9	0,39	2,75	0,0149	*
Error b	5,12	36	0,14			
Total	157,88	63				
Media	CV a	CV b				
1,83	25,05	20,55				

* Significativo

** Altamente significativo

En la prueba de Tukey al 5% para las medias de la interacción Evaluaciones x Tratamientos (Cuadro 7), se observan siete rangos de significación, en el A lo encabeza E4xT2 con 4,71cm de diámetro y comparte el rango con E4xT1, E4xT3. El rango B es compartido entre E4xT3 y E4xT4.

La interacción E1 x T1, T2, T3, T4 ocupan el rango G y son las de menor diámetro. Cuadro 7.

En cuanto a las medias de tratamientos el T1 con 2,07 cm de diámetro encabeza el rango A que lo comparte con T2 (2,05 cm) y T3 (1,77 cm). El rango B es compartido entre T3 (1,77 cm) y T4 (1,45 cm). Cuadro 7.

La evaluación 4 es donde mayor diámetro de plantas se observa con 4,18 cm y conforma el rango A. La E3 (1,95 cm) conforma el rango B. El C tiene como componente a E2 (0,87 cm) y el rango D tiene a E1 con 0,34 cm. Cuadro 7.

El mayor diámetro al primer año de plantación de la teca es de 4,71 cm, valor inferior al reportado por Bebartá 1999, donde a los dos años llega a 16,52 cm, plantación bajo riego y con 2500 mm de precipitación.

Cuadros 7 Tukey al 5% para la interacción evaluación x tratamiento. Diámetro (cm)

Tratamientos	Evaluaciones				Media de Tratamientos
	1	2	3	4	
1	0,3611	§G 1,0139	GFE 2,2278	D 4,6667	A 2,0674
2	0,3445	G 0,8805	GFE 2,2750	DC 4,7084	A 2,0521
3	0,3333	G 0,8194	GFE 1,7889	ED 4,1389	BA 1,7701
4	0,3167	G 0,7639	GF 1,5028	FED 3,2139	CB 1,4493
Media de Evaluaciones	0,3389	0,8694	1,9486	4,1820	1,8347 $\bar{y}..$
	D	C	B	A	

$\bar{y}..$ media general del ensayo

§ Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

La tendencia en el crecimiento del diámetro es lineal positiva para todos los tratamientos. La mayor tasa de crecimiento es en T2 con 1,45 cm cada cuatro meses desde el establecimiento del ensayo (Figura 9). Le sigue T1 con 1,41 cm (Figura 8); T3 con 1,24 cm (Figura 10) y T4 con 0,94 cm (Figura 11). R es significativo para todos los tratamientos.

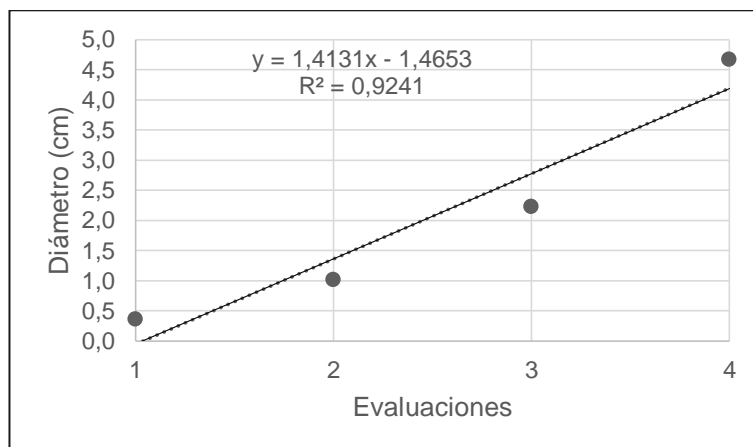


Figura 8 Tendencia de crecimiento del diámetro (cm) T1

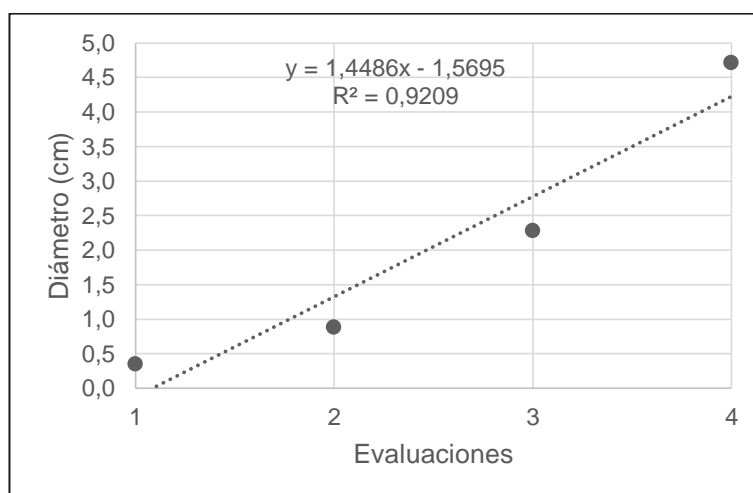


Figura 9 Tendencia de crecimiento del diámetro (cm) T2

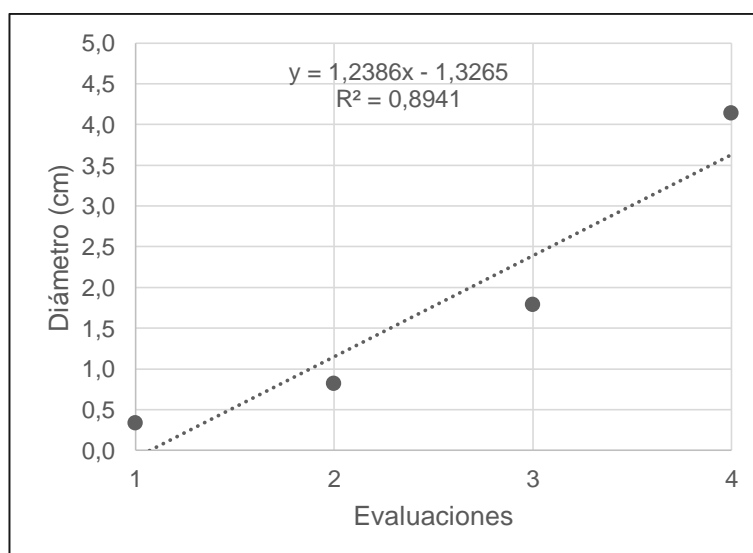


Figura 10 Tendencia de crecimiento del diámetro (cm) T3

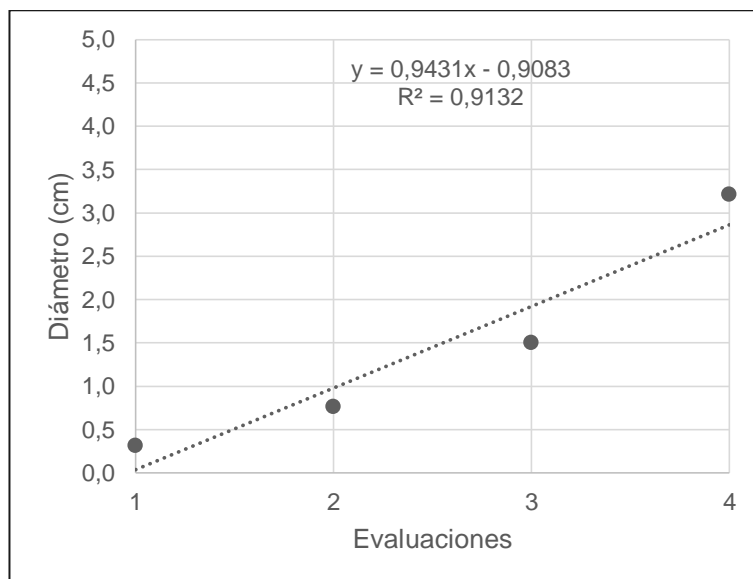


Figura 11 Tendencia de crecimiento del diámetro (cm) T4

4.4. ÍNDICE DE CRECIMIENTO TOTAL (cm³)

El Índice de Crecimiento Total (cm³) se calcula con la formula $DB^2 \times H$,
Dónde:

DB = Diámetro basal en cm y,

H = Altura de planta en cm (Prado, 1987).

“La supervivencia, la altura total (H), el diámetro basal (DB) y el crecimiento experimentado entre las dos mediciones son las variables que se emplearon para comparar el efecto de los distintos tratamientos en el establecimiento del *Eucalyptus globulus ssp globulus*. Puesto que estas variables por si solas no son buenos indicadores del crecimiento total de la planta, se incluyó en el análisis un “Índice de crecimiento total”, dado por la combinación del diámetro basal al cuadrado y la altura ($DB^2 \times H$).” (Prado, 1987).

En la Figura 12 se observa que el Índice de crecimiento total en el T1 aumenta $1\,668\text{ cm}^3$ cuatrimestralmente; para el T2 su crecimiento cuatrimestral es de $1\,866\text{ cm}^3$ (Figura 13); el T3 aumenta cuatrimestralmente $1\,059\text{ cm}^3$ (Figura 14), el T4 tiene un incremento en el índice de crecimiento total de 464 cm^3 cuatrimestralmente, siendo el de menor desarrollo (Figura 15).

En las figuras expresadas anteriormente se observa que la tendencia lineal no se ajusta correctamente siendo sus R no significativos. En las dos primeras evaluaciones prácticamente no se ve un aumento del Índice de crecimiento, incrementándose significativamente desde la tercera evaluación, posiblemente por las condiciones ambientales favorables que se presentaron en esos meses.

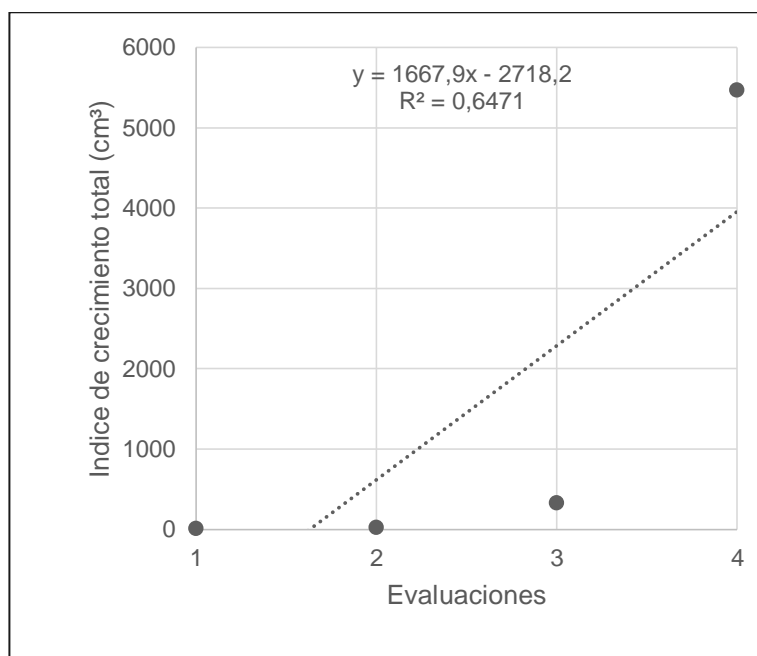


Figura 12 Tendencia del Índice de crecimiento total (cm³) T1

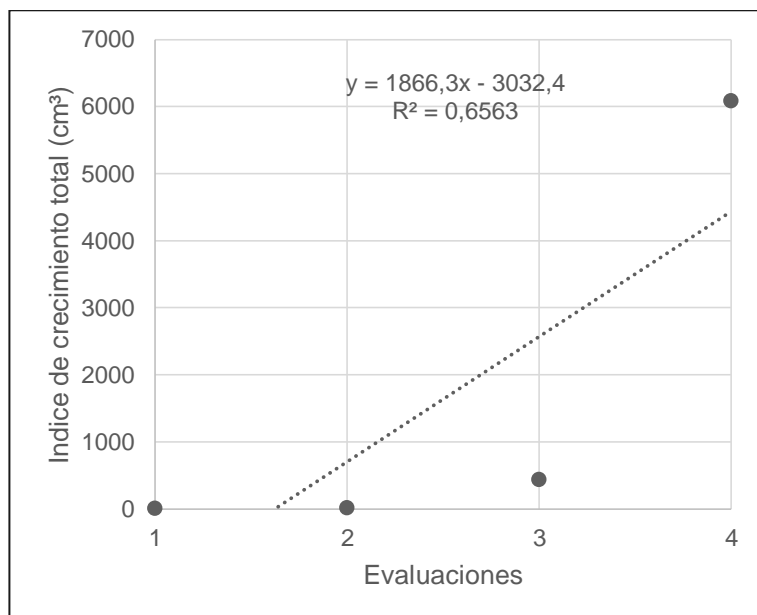


Figura 13 Tendencia del Índice de crecimiento total (cm³) T2

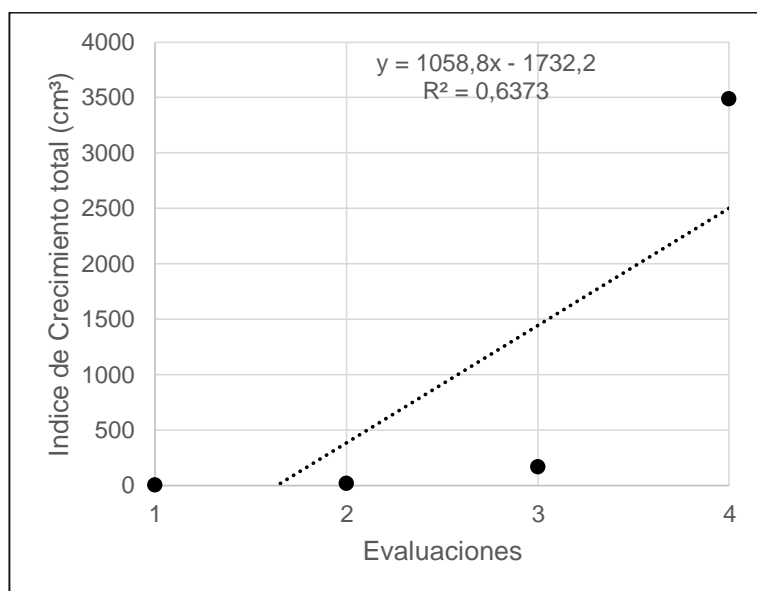


Figura 14 Tendencia del Índice de crecimiento total (cm³) T3

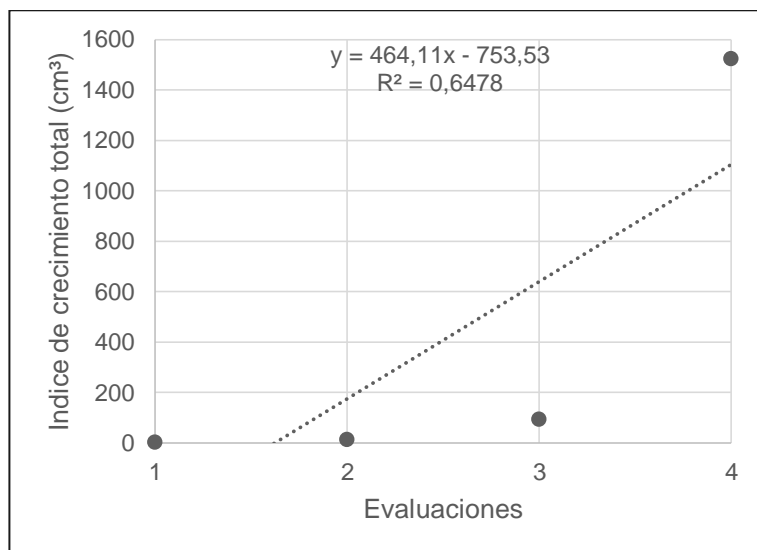


Figura 15 Tendencia del Índice de crecimiento total (cm³) T4

4.5. BIOMASA TOTAL (t ha⁻¹)

No existen diferencias significativas para repeticiones y tratamientos por lo que se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa. Hay diferencias altamente significativas entre medias de evaluaciones y la interacción Evaluaciones x Tratamientos, de la misma manera se rechaza la hipótesis nula y se acepta la alternativa. Cuadro 8

El CV a de 7,69% y el CV b de 12,72% son buenos

En la prueba de Tukey (Cuadro 9) para la interacción Evaluaciones x Tratamientos, la E4xT2 es la de mayor rendimiento con 34,30 t ha⁻¹ y ocupa el primer lugar del rango de significación A que lo conforman E4xT1 (31,28 t ha⁻¹) y E4xT3 (30,9 t ha⁻¹). El menor rendimiento se observa en la interacción E2xT2 con 20,55 t ha⁻¹.

La E4 (29,97 t ha⁻¹) y E3 (28,14 t ha⁻¹) conforman el rango A y la E2 (22,64 t ha⁻¹) ocupa el rango B. Cuadro 9

No hay diferencia estadísticas entre medias de tratamientos, sin embargo el T2 es el de mayor rendimiento con 27,74 t ha⁻¹, y el de menor es el T4 con 26,21 t ha⁻¹. Cuadro 9

Cuadros 8 ADEVA para biomasa total (t ha⁻¹)

Fuentes de variación	SC	gl	CM	F	p-valor	
Repeticiones	9,79	3	3,26	0,76	0,5431	ns
Tratamientos	16,09	3	5,36	1,25	0,3475	ns
Error a	38,54	9	4,28	0,37	0,9406	
Evaluaciones	466,12	2	233,06	19,88	<0,0001	**
Tratamientos x Evaluaciones	372,72	6	62,12	5,30	0,0013	**
Error b	281,38	24	11,72			
Total	1184,63	47				
Media		CV a	CV b			
26,92		7,69	12,72			

** Altamente significativo

ns No significativo

Cuadros 9 Tukey al 5% para la interacción evaluación x tratamiento. Biomasa total (t ha⁻¹)

Tratamientos	Evaluaciones						Media de tratamientos	
	2	3	4					
1	20,80 DC§	29,33 CBA	31,28 BA				27,13	A
2	20,55 D	28,38 DCBA	34,30 A				27,74	A
3	21,93 DC	26,93 DCBA	30,90 BA				26,58	A
4	27,28 DCBA	27,95 DCBA	23,40 DCB				26,21	A
Media de Evaluaciones	22,64 B	28,14 A	29,97 A				26,92	ȳ..

ȳ.. Media general del ensayo

§ Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

En la Figura 19 se observa que la tendencia para T4 no tiene buen ajuste lineal no así T1, T2 y T3 que tiene un ajuste lineal con r significativo. El mayor incremento de Biomasa tiene T2 con $11,1 \text{ t ha}^{-1}$ cuatrimestralmente (Figura 17), seguido de T1 con $10,24 \text{ t ha}^{-1}$ (Figura 16), luego T3 con $9,77 \text{ t ha}^{-1}$ (Figura 18) y finalmente T4 con $7,01 \text{ t ha}^{-1}$ (Figura 19).

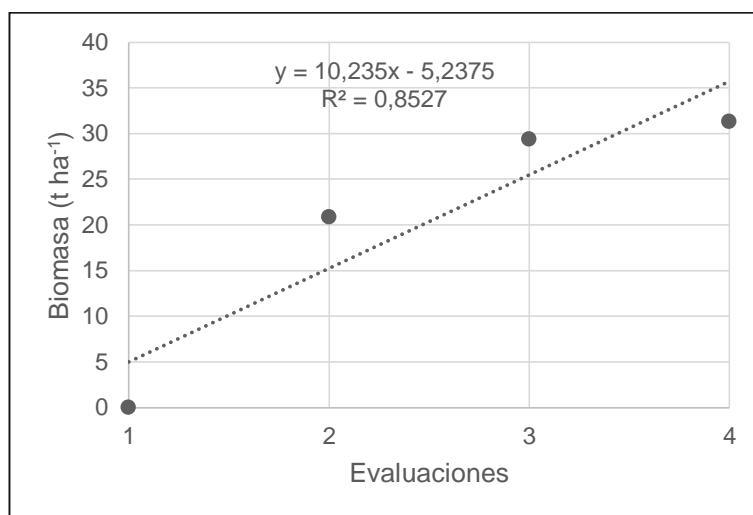


Figura 16 Tendencia del Rendimiento de Biomasa total (t ha^{-1}) T1

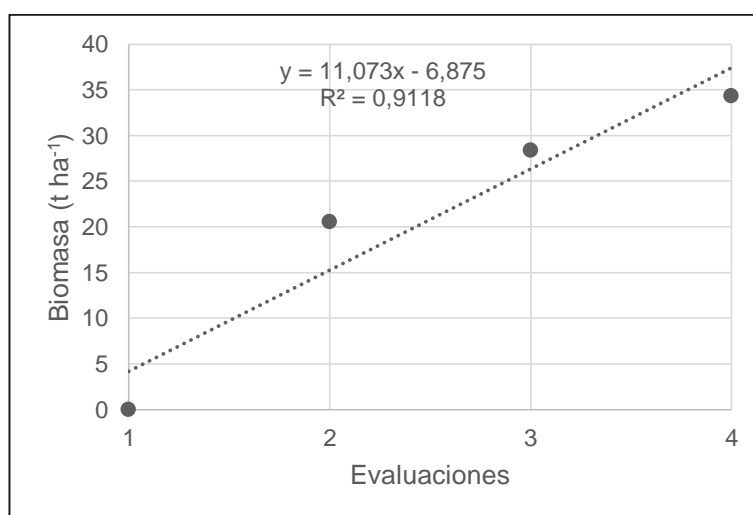


Figura 17 Tendencia del Rendimiento de Biomasa total (t ha^{-1}) T2

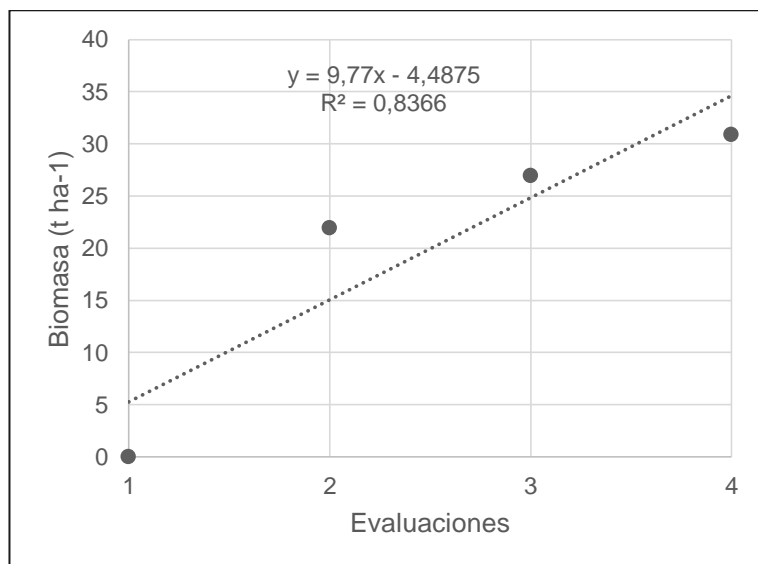


Figura 18 Tendencia del Rendimiento de Biomasa total (t ha⁻¹) T3

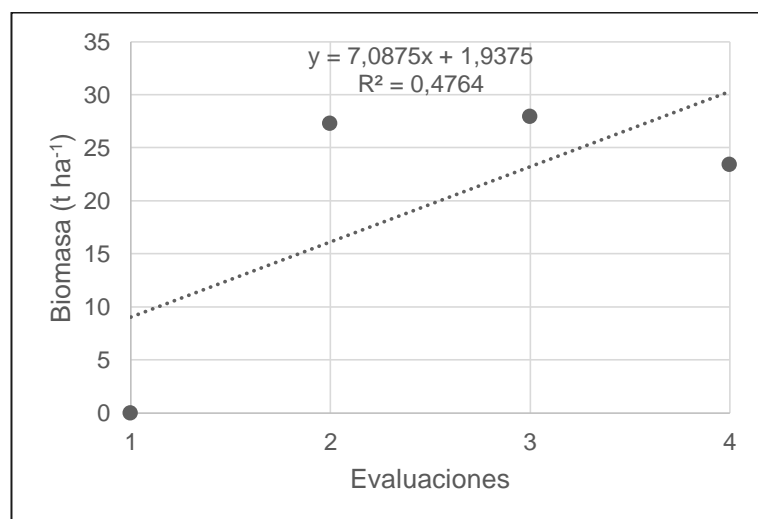


Figura 19 Tendencia del Rendimiento de Biomasa total (t ha⁻¹) T4

4.6. ESTABLECIMIENTO DE LAS COBERTURAS

En el Cuadro 10 se observa que la cobertura testigo fue la que en menor tiempo se implantó. El tratamiento T2 (pueraria) tuvo mayores problemas en arraigarse especialmente por el efecto del temporal seco, por lo que hubo que realizar resiembras para poder alcanzar el cubrimiento deseado, esto se

logró cuando hubo suficiente humedad en el suelo a partir de los 236 días después de la siembra (DDS).

Los tratamientos T1 (maní) y T3 (centrosema), cubren en un 95% desde los 197 días después de la siembra (DDS), es necesario mencionar que el tratamiento T4 (testigo) siempre mantiene cobertura en el suelo excepto en el momento de la chapia la misma que se realizó cada dos meses.

Cuadros 10 Porcentaje de avance de cubrimiento de los tratamientos

Descripción	Evaluaciones								
	08-ago-13	07-sep-13	07-oct-13	03-ene-14	11-feb-14	06-mar-14	24-abr-14	30-may-14	19-jun-14
DDS	49	79	109	197	236	259	308	344	364
T1 maní	10%	30%	50%	95%	95%	97%	97%	97%	97%
T2 pueraria	2%	10%	20%	45%	75%	95%	95%	97%	97%
T3 centrosema	10%	25%	45%	90%	95%	97%	97%	97%	97%
T4 testigo	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
temporal	seco	seco	seco	húmedo	lluvioso	lluvioso	lluvioso	lluvioso	lluvioso

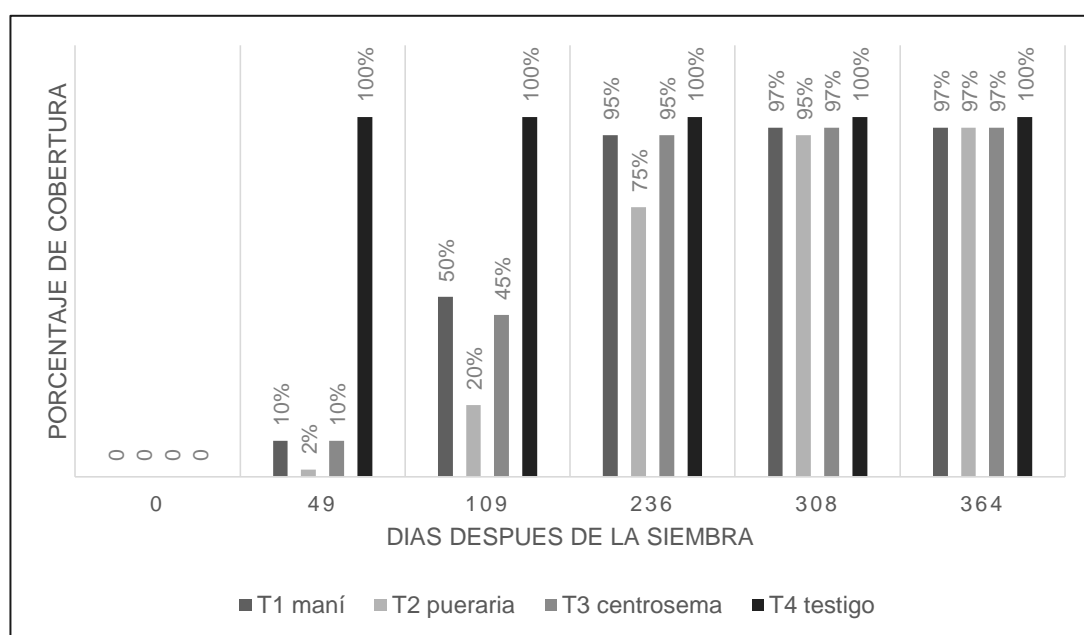


Figura 20 Porcentaje del establecimiento de las coberturas en días después de la siembra (DDS)

4.7. ANÁLISIS DE SUELOS

4.7.1. Conductividad Eléctrica (CE), pH, Materia Orgánica (MO)

No existen diferencias estadísticas para CE, pH y MO, tanto para repeticiones como para tratamientos por lo que se acepta la hipótesis nula y se rechaza la hipótesis alternativa. El CV para CE es alto, lo mismo para MO y para pH es bueno. Cuadro 11

Cuadros 11 Cuadrados medios de CE, pH y MO entre tratamientos

F.V.	gl	C.E ds/m		pH		M.O %	
Repeticiones	3	0,00032	ns	0,0088	ns	0,8151	ns
Tratamientos	3	0,00037	ns	0,0112	ns	0,0298	ns
Error	9	0,00098	ns	0,0361	ns	1,1371	ns
Total	15						
CV %		33,69		3,21		19,6	
Media		0,09		5,91		5,44	
ns No significativo							

4.7.2. Contenido de Macronutrientes

El tipo de coberturas no influyen significativamente sobre el contenido de N, P, S, K, Mg y Ca al año de siembra, por lo que se acepta la hipótesis nula y se rechaza la hipótesis alternativa. Los CV son altos. Cuadro 12

Cuadros 12 Cuadrados medios de los macronutrientes entre tratamientos

F.V.	gl	Ppm						meq x 100 g de suelo					
		N		P		S		K	Mg	Ca			
Repeticiones	3	14,79	ns	2,49	ns	3,55	ns	0,0013	ns	0,03	ns	1,23	ns
Tratamientos	3	93,03	ns	0,99	ns	0,17	ns	0,0100	ns	0,01	ns	0,23	ns
Error	9	43,42		0,55		1,43		0,0035		0,01		0,28	
Total	15												
CV %		11,95		16,21		32,17		29,87		20,95		18,2	
Media		55,14		4,57		3,72		0,20		0,45		2,94	
ns No significativo													

4.7.3. Contenido de Micronutrientes

En la Cuadro 13 se observa que existen diferencias altamente significativas para B y significativas para Zn y ninguna diferencia para Cu, Fe y Mn. Los CV, a excepción de Fe, son altos.

En la prueba de Tukey al 5%, el mayor contenido de B se da en el T3, con 0.80 ppm y encabeza el rango de significación A, seguido por el T2 con 0.69. El rango B lo integran el T2 y T1 con 0,69 y 0,34 respectivamente quedando para el rango C el T1 y T4 con 0,34 y 0,29 respectivamente, siendo este último el que menos contenido de B alcanza. Cuadro 14

En cuanto al Zn, en el mismo Cuadro 14 se observan dos rangos de significación, el A encabezado por T3 con 3,75 ppm, seguido por T4 con 3,73 ppm y en el último puesto de este rango el T2 con 2,50 ppm. El rango B lo comparten el T2 y T1.

Cuadros 13 Cuadrados medios de los micronutrientes al final del ensayo

F.V.	gl	Ppm									
		B	Cu	Fe	Mn	Zn					
Repeticiones	3	0,0697	ns	2,5250	ns	16,2500	ns	9,025	ns	0,8967	ns
Tratamientos	3	0,2503	**	0,5717	ns	75,0833	ns	0,9117	ns	2,1717	*
Error	9	0,0290		1,1467	ns	54,6389		1,9211		0,3328	
Total	15										
CV		32,30		11,87		5,03		19,66		18,61	
Media		0,53		9,03		146,88		7,05		3,10	

** Altamente significativo

* Significativo

ns No significativo

Cuadros 14 Tukey al 5% para las medias de los micronutrientes significativos al final del ensayo, ppm

Tratamientos	Boro			Zinc		
1	0,34	C	B	2,43	B	
2	0,69		B	A	2,50	B A
3	0,80			A	3,75	A
4	0,29	C			3,73	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

4.8. ANÁLISIS ECONÓMICO

El establecimiento y mantenimiento de la Pueraria (T2), durante el primer año de edad de la teca, en cuanto a costos variables alcanza a \$468,00 siendo superior al testigo en 5,2 veces; relacionando el costo total es 1,61 veces más caro pueraria con \$1 292.94 frente a \$801.69 del testigo. Cuadro 15

El T3, centrosema es más caro que el testigo en 4,82 veces, esto es \$434 el costo variable de centrosema y \$90 el costo variable del testigo. En cuanto a costo total con centrosema se gasta \$1 250.44 frente a \$801.69 del testigo. Cuadro 15

El costo variable del maní forrajero es \$360,00 que representa 4,00 veces el costo del testigo. El costo total es \$1 195.44 para el maní forrajero que es 1,49 veces el costo del testigo. Cuadro 15

Cuadros 15 Relación de costos variables y costo total por tratamiento

Tratamientos	Total costos variables	Relación frente al testigo	Total costos Fijos	Relación frente al testigo
Pueraria (T2)	483.00	5.37	1 261.37	1.54
Centrosema (T3)	449.00	4.99	1 227.37	1.41
Maní forrajero (T1)	405.00	4.50	1 183.37	1.36
Testigo (T4)	90,00	1,00	868.37	1.00

V. CONCLUSIONES

Al finalizar el primer año de edad de la plantación los tratamientos T1 (teca - maní) y T2 (teca - pueraria) influyeron significativamente en altura, diámetro e índice de crecimiento total de plantas de teca, debido a la importancia y características que tienen estas coberturas vegetales superando a los tratamientos T3 (teca – centrosema) y T4 (testigo).

Al sexto mes del establecimiento de las coberturas vegetales T1 y T3 cubrieron el 95%, y T2 el 75%, restándoles espacio a las malezas y contribuyendo al desarrollo de la teca al primer año de establecimiento.

Los tratamientos estudiados, durante el primer año de edad de la plantación no influyen significativamente en el contenido de: macroelementos, CE, pH y MO.

En los microelementos del suelo, el T3 aporta significativamente con el elemento B (boro) sobre los otros tratamientos; y, el T3 y T4 aportan con Zn (zinc). Los otros microelementos no son significativos.

El costo variable de establecimiento y mantenimiento de las coberturas vivas en el primer año de edad del cultivo de la teca, es superior al del testigo, debido a que el costo de mano de obra por mantenimiento de las leguminosas es elevado.

VI. RECOMENDACIONES

Continuar con la presente investigación con la finalidad de determinar cuál de las coberturas estudiadas permanecen establecidas en mayor tiempo en la plantación de teca, cumpliendo funciones ya sea físico, químico y biológico al suelo como a la planta.

Realizar el establecimiento de las plantaciones de teca y siembra de las coberturas vivas al inicio de la etapa invernal, con la finalidad de asegurar el prendimiento y a la vez abaratar costos de implantación.

Para el crecimiento y desarrollo de las plantas de teca como de las coberturas vivas, se debe controlar oportunamente las malezas, realizando periódicamente coronas de la planta FORESTAL, con la finalidad evitar la competencia entre ellas; principalmente controlar permanentemente la cobertura pueraria, en vista de que el desarrollo es agresivo, y posee tallos alargados, trepadores que busca el estrangulamiento de la planta.

Realizar investigaciones asociando teca con cultivos de ciclo corto, específicamente en Sistema Tangya, producción agroforestal, que nos permitirá tener otros ingresos económicos a corto, mediano y largo plazo, controlar malezas, disminuir agroquímicos, mejorar el suelo y el ambiente.

VII. BIBLIOGRAFÍA

- Anantha, P. (2006). Informe Internacional sobre la Teca. *Product Disclosure Statement Rewards Group Teak Project "International Teak Market Report"*, 6.
- Bebarta, K. (1999). *Teak: Ecology, Silviculture, Management and profitability. India. International*, 379.
- Bernal, M. (2009). *Teca, un negocio con resultados a futuro*. Recuperado el 24 de Febrero de 2012, de eluniverso: www.eluniverso.com
- CEDECO. (2005). Cultivo de cobertura y abonos verdes. (C. e. costarricense, Ed.) *Agricultura orgánica*(8), 13-15.
- CORMADERA. (2001). Guías técnicas para el establecimiento y manejo de plantaciones forestales productivas en el litoral ecuatoriano. (Cormadera, Ed.) *Cormadera*, 3-4 8.
- Di Rienzo J.A., C. F. (2014). InfoStat versión 2014. *Grupo InfoStat, FCA*. Córdoba, Argentina.
- Dirección Nacional Forestal DINAf. (1986). *Forestal Informativo No. 3*. MAG, Dirección Nacional Forestal, Quito.
- EcuadorForestal. (2010). *ecuadorforestal.org*. Recuperado el 19 de Enero de 2012, de www.ecuadorforestal.org
- Flores, B., Alemán, R., & Solomon, T. y. (1995). La Utilización de Leguminosas de Cobertura en Plantaciones Perennes: basado en la experiencia de la plantación de palma en San Alejo. *Noticias Sobre Cultivos de Cobertura No. 7*, 7, 7.
- Fonseca, M. (2004). La aplicación de fertilizantes químicos en *Tectona grandis* Linn F en Guanacaste. *Taller de nutrición forestal*, 39-44.
- Fundación hogares juveniles campesinos. (2002). Manual Agropecuario. (1), 682-683; 867-869; 1017-1018. Bogotá, Colombia.
- González, R., Anzules, A., Vera, A., & Riera, L. (1996). Manual de pastos. *Pastos tropicales para la amazonía ecuatoriana*, 21-24. (INIAP, Ed.) Quito, Pichincha, Ecuador.

- Holdridge, L. (1967). *Life Zone Ecology* (Primera ed.). (IICA, Ed.) San Jose, Costa Rica.
- Little, E., Wadsworth, F., & Marrero, J. (2001). *Arboles comunes de Puerto Rico y las islas Virgenes* (Segunda ed.). Puerto Rico: UPR.
- Moreno, L., Cruz, M., Día, A.,  ustes, C., Aldana, H., Infantes, S., y otros. (2001). Producción agrícola. 383-389.
- Nieto, C., Ramos, R., & Galarza, J. (2005). Sistemas agroforestales aplicables en la sierra ecuatoriana. *Resultados de una década de experiencias de campo*(122), 153-155. (INIAP-PROMSA, Ed.) Quito, Pichincha, Ecuador: Nueva Jerusalen.
- Pound, B. (2008). *fao.org*. Recuperado el 18 de Noviembre de 2008, de <http://fao.org/AG/aGa/AGAP/FRG/Agrofor1/Pound7.htm>
- Prado, J. R. (1987). Establecimiento del eucalipto. *Infor Chile Ciencia e Investigación Forestal*, 1(1), 20.
- Rodriguez, E. (2000). *Combate y Control de Malezas*. Venezuela.
- Sagastume, N., Killough, S., & Selener, D. (1997). Experiencias sobre cultivos de cobertura y abonos verdes. En N. K. Sagastume, *Experiencias sobre cultivos de cobertura y abonos verdes* (Primera ed., p ags. 2-8 94-98). Tegusigalpa, Honduras.
- SEMICOL. (2008). *SEMICOL*. Recuperado el 18 de Noviembre de 2008, de <http://www.semicol.com.co/index.php>
- Shanmughavel, N., & Francis, K. (1998). Litter production and nutrient return in teak plantations. *IPNI*, 2-4 128-133.
- Skerman, P. J., & Cameron, D. G. (1991). Leguminosas Forrajeras Tropicales. *Colección FAO Producción y Protección Vegetal*(2), 37.
- Tapia, E., & Plua, C. (2006). Comportamiento Inicial de *Teutona grandis* L.F. (Teca) establecida en dos sitios, Vainilla del Cantón Río Verde y El Retiro del cantón Eloy Alfaro de la provincia de Esmeraldas. *Tesis Ing. Forestal, Universidad Técnica Estatal de Quevedo*. Quevedo, De los Ríos, Ecuador.
- TROPILECHE. (2008). *Cultivar porvenir*. Recuperado el 18 de Noviembre de 2008, de Ciat:

http://www.ciat.cgiar.org/tropileche/documentos/articulos/pedro_argel/mani/descrip.htm