

T
631.531
\$55

**NO SALE A
DOMICILIO**



UNAP

**Facultad de
Ciencias Forestales**

ESCUELA DE FORMACION PROFESIONAL DE INGENIERIA FORESTAL

TESIS



“Densidad de siembra adecuada para el crecimiento de la especie *Cedrelinga cateniformis* (Ducke) “tornillo” en parcelas demostrativas a campo abierto, CIEFOR - Puerto Almendra”.

Tesis para optar el título de Ingeniero Forestal

Autor

HENRI FRANK SILVA MORENO

Iquitos - Perú

2011

DONADO POR:
Henri Frank Silva Moreno
Quito, 20 de 09 de 2011

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA AMAZONIA PERUANA

FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES

Escuela de Formación Profesional de Ingeniería Forestal

“Densidad de siembra adecuada para el crecimiento de la especie *Cedrelinga cateniformis* (Ducke) “tornillo” en parcelas demostrativas a campo abierto, CIEFOR

Puerto Almendra”

Tesis sustentada y aprobada el 20 de diciembre del 2010

Miembros del jurado

.....
Dr. JORGE LUIS RODRÍGUEZ GÓMEZ
Presidente

.....
Dr. JORGE ELÍAS ALVÁN RUÍZ
Miembro

.....
Ing. JOSÉ ANTONIO ESCOBAR
Miembro

.....
Dr. RODIL TELLO ESPINOZA
Asesor

DEDICATORIA

A mis queridos y amados padres
Gilberto y Carmen Adita por su
fortaleza, orientación y comprensión

A mis hermanos Claudia Jeannette y
Alex Adler por su apoyo incondicional
a lo largo de toda mi carrera.

Y a Marjorie Natalia Vásquez
Dávila por ser una gran compañera
y fiel colaboradora desde el
principio hasta el final en este
esfuerzo profesional.

AGRADECIMIENTO

- **Al Dr. Rodil Tello Espinoza**, asesor del presente trabajo de investigación, por su acertada dirección y asesoría.
- **Al Dr. Julio Ruiz Murrieta**, por el apoyo en la toma de datos en el presente estudio de investigación, como responsable del Programa Forestal del Instituto de Innovación Agraria (INIA)
- A todas las personas que de una forma u otra contribuyeron a la ejecución del presente trabajo

CONTENIDO

Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Lista de cuadros	iv
Lista de figuras	vi
Resumen	vii
I. Introducción	1
II. El problema	2
1.1. Descripción del problema	2
1.2. Definición del problema	3
III. Hipótesis	3
2.1. Hipótesis general	3
2.2. Hipótesis alterna	3
2.3. Hipótesis nula	3
IV. Objetivos	4
3.1. Objetivo general	4
3.2. Objetivos específicos	4
V. Variables	5
4.1. Identificación de variables, indicadores e índices	5
4.2. Operacionalización de variables	5
VI. Marco teórico	6
VII. Marco conceptual	10
VIII. Materiales y método	12
8.1 Ubicación y descripción del área de estudio	12
8.2 Materiales y equipos	13
8.3 Métodos	13
8.4 Técnicas e instrumentos de recolección	25
8.5 Técnicas de presentación de resultados	25
IX. Resultados	26
9.1 Evaluación del crecimiento en diámetro	26
9.2 Evaluación del crecimiento en altura total	28
9.3 Evaluación del FE% y el Índice de densidad de Reineke (IDR)	30
X. Discusión	35
XI. Conclusiones	38
XII. Recomendaciones	39
XIII. Bibliografía	40
Anexo	43

LISTA DE CUADROS

N°	Descripción	Pág.
1	Descripción de los tratamientos	14
2	Esquema Auxiliar del Análisis de Varianza	15
3	Esquema del Análisis de Varianza (ANVA)	15
4	Clasificación de los valores de FE% y sus descripciones	22
5	Incrementos promedios de los diámetros e IMA (cm.)	27
6	Incrementos promedios de las alturas e IMA (m.)	29
7	Clasificación de los valores del FE%	31
8	Descripción de los valores del IDR	32
9	Porcentajes de sobrevivencia y mortalidad promedio	34
10	Base de datos de la plantación a diferentes densidades de siembra	44
11	Base de datos de los promedios de la plantación.	45
12	Datos del Inventario	48
13	Cuadro auxiliar del Análisis de Varianza del crecimiento en diámetro a través de la estimación de parcela perdida	53
14	Cuadro auxiliar del Análisis de Varianza de altura total a través de la estimación de parcela perdida	53

LISTA DE FIGURAS

N°	Descripción	Pág.
1	Diámetro promedio a los 31 años de edad de <i>Cedrelinga Cateniformis</i> (Ducke) a diferentes densidades de siembra.	27
2	Altura total a los 31 años de edad de <i>Cedrelinga Cateniformis</i> (Ducke) a diferentes densidades de siembra.	29
3	Dispersión y ajuste de los datos de n/ha & dg. Según el modelos propuesto por Reineke.	33
4	Linealización de los datos a través del logaritmo natural para obtener la pendiente según la ley del Autoraleo.	33
5	Porcentaje de supervivencia y mortalidad por densidades de siembra.	34
6	Mapa de ubicación de la especie <i>C. cateniformis</i> a los 31 años de edad.	46
7	Croquis de las sub parcelas de <i>C. cateniformis</i> a los 31 años de edad.	47
8	Distribución del tornillo a una densidad de siembra de 3208 y 2250 plantas/ha a un distanciamiento de siembra de 2.0mx2.0m y 2.5mx2.5m.	54
9	Distribución del tornillo a una densidad de siembra de 5250 y 1458 plantas/ha a un distanciamiento de siembra de 1.5mx1.5m y 3.5mx3.5m.	54
10	Distribución del tornillo a una densidad de siembra de 1000 y 1667 plantas/ha a un distanciamiento de siembra de 4.0mx4.0m y 3.0mx3.0m.	55
11	Distribución del tornillo a una densidad de siembra de 2250 y 5250 plantas/ha a un distanciamiento de siembra de 2.5mx2.5m y 1.5mx1.5m.	55
12	Distribución del tornillo a una densidad de siembra de 1667 y 1000 plantas/ha a un distanciamiento de siembra de 3.0mx3.0m y 4.0mx4.0m.	56

13	Distribución del tornillo a una densidad de siembra de 5250 y 3208 plantas/ha a un distanciamiento de siembra de 3.5mx3.5m y 2.0mx2.0m.	56
14	Distribución del tornillo a una densidad de siembra de 1458 y 3208 plantas/ha a un distanciamiento de siembra de 1.5m x 1.5m y 2.0m x 2.0m.	57
15	Distribución del tornillo a una densidad de siembra de 1000 y 1667 plantas/ha a un distanciamiento de siembra de 4.0mx4.0m y 3.0mx3.0m.	57
16	Distribución del tornillo a una densidad de siembra de 2250 y 1458 plantas/ha a un distanciamiento de siembra de 2.5mx2.5m y 3.5mx3.5m.	58
17	Distribución del tornillo a una densidad de siembra de 1458 y 2250 plantas/ha a un distanciamiento de siembra de 3.5mx3.5m y 2.5mx2.5m.	58
18	Distribución del tornillo a una densidad de siembra de 1667 y 5250 plantas/ha a un distanciamiento de siembra de 3.0mx3.0m y 1.5mx1.5m	59
19	Distribución del tornillo a una densidad de siembra de 3208 y 1000 plantas/ha a un distanciamiento de siembra de 2.0mx2.0m y 4.0mx4.0m	59
20	Medición de las alturas totales a través de hipsómetro laser	60
21	Mortalidad por competencia intraespecífica	60
22	Competencia intraespecífica	61
23	Medición de los distanciamiento de siembra de los individuos de <i>C. cateniformis</i> "tornillo"	61
24	Individuos de <i>C. cateniformis</i> "tornillo" inventariados y pintados a una altura DAP.	62

Resumen

El estudio se realizó en una plantación demostrativa de 31 años de edad en el Centro Investigación y de Enseñanza Forestal (CIEFOR) de Puerto Almendra, sembrada en sub parcelas de 20 m x 12 m, a densidades de siembra de 5250, 3208, 2250, 1667, 1458 y 1000 plantas/ha; con el objetivo de determinar el efecto de las densidades de siembra en el crecimiento de la especie.

A los 31 años la plantación sembrada a una densidad de 1000 plantas/ha, la velocidad de crecimiento en diámetro fue de 0,98 cm/año y en altura 0,64 m/año y a una densidad de 1458 plantas/ha el crecimiento en diámetro fue 0,96 cm/año y en altura fue 0,66 m/año. El factor de cubierta de copa para la siembra de 5250 plantas/ha, 3208 plantas/ha y 2250 plantas/ha la espesura varía entre trabada hasta incompleta, predominando la espesura trabada. En densidades de 1667 y 1458 plantas/ha la espesura varía entre completa trabada hasta incompleta, siendo la espesura completa la más representativa. El índice de densidad relativa de Reineke para la plantación de 31 años de tornillo fue 766,80 ind/ha. Cuando aumenta la densidad de siembra de (1000 plantas/ha a 5250 plantas/ha) el crecimiento en diámetro disminuye, favoreciendo el crecimiento en altura que muestra una tendencia ascendente hasta una densidad de 1458 plantas/ha, debajo de esta densidad disminuye la altura.

Palabras claves: *Cedrelinga cateniformis*, densidad de siembra, crecimiento, índices de densidad de relativa, factor de espaciamiento.

I. Introducción

La problemática ambiental relacionada con la depredación de los bosques, pone en riesgo el equilibrio ecológico; que es un problema y pone en sobre aviso a todas las instituciones encargadas del estudio del bosque. En este marco, la investigación científica está orientada al conocimiento de los ecosistemas a un nivel suficiente como para normar el uso racional y sostenible de los recursos, forestales.

A partir de 1985, con planificación e instalación de ensayos en plantaciones a campo abierto (espaciamientos de siembra, podas, intensidad y periodicidad de raleos), esencialmente con *Cedrelinga cateniformis* y *Simarouba amara* se inician las primeras plantaciones experimentales silviculturales a campo abierto con las especies consideradas promisorias; y de crecimiento gregario que crece bien en plantaciones masivas a campo abierto (Claussi, 1992).

Por estas experiencias se recomiendan entre otras, tornillo para plantaciones en la amazonia por presentar buen crecimiento en altura, diámetro y un alto porcentaje de sobrevivencia en campo abierto, además una buena adaptabilidad de poder establecerse en plantaciones (Baluarte 2000). Esta especie nativa, tiene una amplia distribución geográfica que abarca la Amazonia peruana y brasileña (Aróstegui & Díaz, 1992).

Es necesario brindar a los usuarios tecnologías adecuadas para la regeneración forestal con especies nativas por lo que se ha planteado evaluar el crecimiento y dinámica poblacional a campo abierto de una plantación de tornillo a los 31 años de edad.

II. El problema

2.1. Descripción del problema

Uno de los principales objetivos de las organizaciones mundiales es mitigar el cambio climático mediante la reforestación a través de las plantaciones, la demanda por el recurso maderable no ha disminuido y por el contrario la búsqueda continua por este recurso que se hace más escaso al aprovechar estas especies, haciendo que se encuentren en zonas alejadas donde el bosque aun mantiene su equilibrio ecológico; básicamente en cabeceras de los ríos; alterando de esta manera los bosques; en nuestra región la *Cedrelinga cateniformis* (Ducke) es una especie promisoría para ser usada en la reforestación y así disminuir la presión al bosque primario para proteger la diversidad biológica.

Existen estudios de distanciamientos de siembra de la especie "tornillo" pero no existen resultados de distanciamientos iniciales de siembra que por ajuste natural a los 31 años de edad que hayan competido en una plantación por los recursos limitados de modo natural. En este sentido es importante destacar que el presente estudio tuvo los objetivos orientados al conocimiento ecológico de la especie, conociendo la velocidad de crecimiento a diferentes densidades de iniciales de siembra.

2.2. Definición del problema

La investigación queda definida con la siguiente interrogante ¿Cuál es el efecto de la densidad de siembra en el crecimiento del *Cedrelinga cateniformis* (Ducke) "Tornillo" en parcelas demostrativas a campo abierto a los 31 años de edad?

III. Hipótesis

3.1. Hipótesis general

El crecimiento de *Cedrelinga cateniformis* (Ducke) "tornillo" es mayor cuando disminuye la densidad de siembra.

3.2. Hipótesis alterna

Existe una relación significativa entre la densidad de siembra y el incremento de la especie en alturas totales y diámetros.

3.3. Hipótesis nula

No existe una relación significativa entre la densidad de siembra y el incremento de la especie en alturas totales y diámetros.

IV. Objetivos

4.1. Objetivo general

Determinar si existe una relación significativa entre la densidad de siembra y el incremento de la especie en alturas totales y diámetros.

4.2. Objetivos específicos

Determinar el incremento promedio y el incremento medio anual (IMA) del diámetro a la altura del pecho (DAP) y de las alturas totales de los individuos.

Determinar los índices de espesura a) Índice de Densidad Relativa, (IDR), b) Índice de Hart-Becking (FE%).

Determinar la sobrevivencia y la mortandad de los individuos.

Determinar la relación estadística entre la densidad de siembra y el incremento en alturas y diámetros.

V. Variables

5.1. Identificación de variables, indicadores e índices.

Variables	Indicadores	Índices
<u>Variable Independiente</u>		
Diámetro del fuste	Incremento del DAP del individuo	cm
Altura total	Incremento de la altura del árbol	m
Densidad inicial de Siembra	N° de individuos sembrados	ha ⁻¹
<u>Variable Dependiente</u>		
Diámetro medio	Resultados	cm
Altura media	Resultados	m
Diámetro medio cuadrático	Resultados	cm
Altura dominante de Lorey	Resultados	m
Índice de Densidad Relativa	Resultados	adimensional
Índice de Hart-Becking	Resultados	%

5.2. Operacionalización de variables.

Variables Independientes	Símbolo	Unidad	Operacionalización
Diámetro a la altura del pecho	DAP	Cm	Diámetro a la altura del pecho (1.30m), medido con cinta diamétrica.
Altura total	Ht	M	Altura hasta la cima del árbol, medido con el hipsómetro laser
Densidad inicial de siembra	D	ha ⁻²	N° de individuos sembrados inicialmente/área de la sub parcela.

Los siguientes resultados serán calculados con el programa EXCEL a través de tablas dinámicas y filtros para cada parcela demostrativa.

- Variable dependiente
- Diámetro medio
- Altura media
- Diámetro medio cuadrático
- Altura dominante de Lorey
- Índice de densidad relativa e índice de Hart-Becking

VI. Marco teórico

El aprovechamiento selectivo de especies comerciales en los bosques viene ocasionando la reducción de las poblaciones naturales de las especies forestales más valiosas, como también el desabastecimiento de materia prima a las industrias como encarecimiento de productos. Frente a esta situación, una solución técnica es el establecimiento de plantaciones, ya sea para el enriquecimiento de bosques aprovechados para repoblar áreas sin bosques (Otárola, et al 2001).

En la amazonia existe una fuerte presión por nuevas tierras para actividades agropecuarias, esta presión es permanente y continúa en expansión tiene como origen la escasez de tierras de aptitud agrícola en relación a la demanda de tierras de la población.

En ese sentido los bosques secundarios y las tierras abandonadas constituyen una excelente oportunidad de inversión forestal debido principalmente a muchas ventajas comparativas con mejor accesibilidad, menor heterogeneidad, pudiendo desarrollar programas de manejo forestal con especies de rápido crecimiento (Toledo, 1999).

Existen dos formas básicas de plantaciones, entre ellas tenemos las plantaciones mixtas donde se plantan dos o más especies, que pretenden aplicar la asociación de especies para el de crecimiento tanto el uno con el otro al competir por los recursos disponibles el monocultivo es el tipo más tradicional de plantación que consiste en la siembra de una sola especie; en ella se suelen plantar los árboles a

una densidad alta, es decir, cada árbol se planta relativamente cerca del árbol siguiente.

Todos los arboles se plantan al mismo tiempo, la metas final es que los arbolitos tengan un crecimiento uniforme de tal manera que los árboles en un futuro sean todos homogéneos, lo que facilitaría su manejo (Wightman *et al* 2006), citado por Texeira (1993).

A medida que la plantación se desarrolla, algunos árboles crecen mejor que otros ya que la competencia es una interacción entre individuos efectuados por un requerimiento compartido o por un recurso de disponibilidad limitada, que conduce a una reducción del crecimiento y/o la reproducción y la supervivencia de los individuos que compiten (Begon *et al*, 1986), citado por Texeira (1993).

El espacio para crecer existe hasta que uno de los factores necesarios para el desarrollo de cada uno las plantas se encuentre limitado. Desde este punto de vista, se justifica la manipulación que hace el silvicultor, con fines claramente preestablecidos de aumentar el crecimiento (Texeira, 1993).

Por otra parte, en los bosques húmedos tropicales el crecimiento es analizado bajo parámetros tales como: área basal (Rollet, 1980; Alder, 1983), diámetro a la altura del pecho (1,30 m), altura y volumen, Kozlowski (1962) define el crecimiento como la variación del estado de un individuo por unidad de tiempo en una única dirección y su cuantificación se denomina incremento. Citado por (Texeira, 1993).

Este control de la densidad está en función de la especie, sus objetivos como también por la calidad del sitio. En el campo de la ecología, la densidad ha sido comúnmente definida como el número de individuos por unidad de área; sin embargo, en el campo forestal esta definición no es de mucha utilidad, ya que en una plantación los árboles cambian en dimensiones y en la habilidad para utilizar los recursos disponibles (luz, agua, nutrientes) en función de los árboles adyacentes (competencia), en este caso la competencia intraespecífica. Han surgido varios métodos para evaluar la densidad del rodal, entre los más conocidos se pueden mencionar: el área basal, el índice de espaciamiento relativo (Hart – Becking), el índice de densidad del rodal (Índice de Reineke) y el factor de competición de copas (Picos, 2008).

En la práctica forestal de algunos países ya se han realizado algunos trabajos que evalúan estas metodologías. Particularmente, la Escuela de Ingeniería Forestal del Instituto Tecnológico de Costa Rica, ha promovido desde 1986 el uso del Índice de Densidad del Rodal (IDR), que parte de la definición de Reineke y que ha sido considerado como una de las herramientas más útiles para traducir objetivos de manejo dentro de un programa de aclareos o raleos. Citado por Arias, (2004).

Básicamente el concepto de densidad de un rodal está asociado a la ocupación del espacio disponible para crecer; así existirán rodales en densidad normal, sobre densos o de lo contrario sub densos (Husch, B., Miller, C. and Beers, T. 1993). Para determinar con objetividad el nivel de ocupación del espacio es necesario establecer mediciones y construir índices. Casi todos ellos se

relacionan con la cantidad de árboles, su tamaño y la distribución espacial que éstos tengan. (Corvalan y Hernández, 2006).

El problema de la ocupación espacial es complejo por cuanto existen relaciones inter e intra-específicas de difícil interpretación biológica. Los árboles tienen relación entre sí y con el medio ambiente (Donoso, 1981). Citado por Corvalan y Hernández (2006).

Para expresar la densidad de una masa forestal, el Índice de Densidad de Reineke métrico (IDR) aparece como una opción confiable y de fácil comprensión y que para ello será necesario evaluar los índices antes mencionados dentro de cada una de las sub parcelas para conocer patrones de crecimiento de los parámetros a evaluar. De esta manera el establecimiento de plantaciones de "tornillo" utilizando tecnología disponible permitirá disminuir la presión que se ejerce actualmente sobre los bosques naturales (Baluarte 2000), menciona que las plantaciones de esta especie deben establecerse en bosques intervenidos como márgenes de carreteras y chacras de agricultores, cumpliendo un rol reforestador (Andenmatten, 2000).

VII. Marco conceptual

Densidad de siembra: Medida que establece la cantidad de plantas que se cultivan en un espacio determinado (COSUDE, 2010).

Espesura: Grado de competencia e interrelación de los árboles que componen la plantación (Picos, 2008).

Crecimiento: Cambio de dimensiones de un organismo en el tiempo (BOLFOR; PROMABOSQUE, 1999).

Incremento: Diferencia de mediciones de alguna variable dasométrica (BOLFOR; PROMABOSQUE, 1999).

Incremento medio anual (IMA): Es el crecimiento anual promedio durante un periodo largo. (Angulo, 2007).

Índice de Hart-Becking (S) Índice que relaciona el espaciamiento medio de los árboles con la altura dominante y lo indica en porcentaje (Picos, 2008).

Altura dominante: Es la altura de los cien árboles más altos por hectárea (Angulo, 2007).

Índice de Densidad Relativa de Reineke (SDI): Es el número de árboles por unidad de área y el diámetro medio cuadrático con espesura completa en escala logarítmica, la relación es lineal y se representa por medio de una gráfica (Torres, 2001).

Densidad relativa de Curtis (IDR): Es el equivalente al Índice de Densidad Relativa de Reineke (IDR) (Andenmatten, 2000).

Diámetro medio cuadrático: Es el diámetro equivalente al árbol del área basal media (CORVALÁN, P.; HERNÁNDEZ, J. 2006).

VIII. Materiales y método.

8.1. Ubicación y descripción del área de estudio.

Lugar de ejecución.

La plantación forestal, se encuentra ubicada en los terrenos pertenecientes al Centro de Investigación y Enseñanza Forestal CIEFOR Puerto Almendra, la estación experimental de la Facultad de Ciencias Forestales - UNAP. se encuentran ubicada a 2,5 km de la Comunidad de Zungarococha y a unos 300 m del margen derecho del río Nanay con coordenadas UTM 680565 m N y 9576786 m E, jurisdicción del Distrito de San Juan, Provincia de Maynas, Departamento de Loreto. (Ver figura 06).

Accesibilidad

Para llegar al CIEFOR-Puerto Almendra se realiza por dos vías, una terrestre (carros, etc.), que se llega a través de la carretera Iquitos – Nauta, tomando la carretera carrozable, de Quisto Cocha a Puerto Almendra, en el distrito de San Juan Bautista y la otra vía fluvial (botes, motores fuera de borda, etc.) a través del Río Nanay. (Ver figura 06).

Clima

La temperatura media anual es de 25. 87 ° C. Las precipitaciones promedio anual es de 3050 mm. Caracterizándose por la caída de constantes lluvias durante casi todos los meses de noviembre a mayo, siendo el mes de marzo el más lluvioso y agosto el mes más seco. El clima es de un bosque húmedo tropical (Bht) (Vilca, 2002).

Fisiografía

El área de estudio presenta un relieve plano a ligeramente ondulado; pendientes de aproximadamente de (0 -5) %.

8.2. Materiales y Equipos

De campo

- Jalones
- Machetes
- Wincha de 50 m.
- Cinta diamétrica
- Hipsómetro laser
- Cuaderno de campo
- 2 Latas de pintura roja

De gabinete

- PC desktop
- ArcGIS versión 10
- Hojas Bond formato A4

8.3. Método

8.3.1. Tipo y nivel de investigación

Cuantitativo - descriptivo

8.3.2. Población y muestra

La población del presente estudio estuvo conformada por todas las plantaciones de "tornillo" a campo abierto del CIEFOR – Puerto Almendra de la Universidad Nacional de la Amazonia Peruana, y la muestra fue la parcela demostrativa de la plantación rectangular de 135m de largo y un ancho de 57m; constituida por 24 sub parcelas permanentes de muestreo, de 20m de largo y 12 m.

8.3.3. Diseño estadístico

El diseño estadístico empleado fue la de bloques con parcelas completamente al azar (Vanderlei 1991), tal como fue instalado en el terreno definitivo hace aproximadamente 31 años, con 6 tratamientos y 4 repeticiones. En cada bloque, los tratamientos fueron distribuidos aleatoriamente, donde los mismos tratamientos solo aparecen una vez por bloque siendo la densidad de siembra el tratamiento aplicado a la especie y son las siguientes:

Cuadro 01. Descripción de los tratamientos.

Tratamientos	Densidad de siembra inicial (N/ha)	Distanciamientos de siembra	Repetición del tratamiento	Nº de ind. sembrados inicialmente por parcela	Área de las parcelas (m ²)
A	5250	1.50 m. x 1.50 m.	4	126	240
B	3208	2.00 m. x 2.00 m.	4	77	240
C	2250	2.50 m. x 2.50 m.	4	54	240
D	1667	3.00 m. x 3.00 m.	4	40	240
E	1458	3.50 m. x 3.50 m.	4	35	240
F	1000	4.00 m. x 4.00 m.	4	24	240

8.3.4. Análisis estadístico

Para determinar si existe diferencia significativa entre los tratamientos se realizó el Análisis de Varianza (ANVA) aplicando la "Prueba de Tukey" al nivel de significancia de 95% de probabilidad, en la comparación de las medias de los mismos (Vanderlei, 1991).

Cuadro 02. Esquema auxiliar del Análisis de Varianza.

Tratamientos	Bloques				Totales de Tratamientos
	I	II	III	IV	
A	X_{AI}	X_{AII}	X_{AIII}	X_{AIV}	T_A
B	X_{BI}	X_{BII}	X_{BIII}	X_{BIV}	T_B
C	X_{CI}	X_{CII}	X_{CIII}	X_{CIV}	T_C
D	X_{DI}	X_{DII}	X_{DIII}	X_{DIV}	T_D
E	X_{EI}	X_{EII}	X_{EIII}	X_{EIV}	T_E
Totales de Bloques	B_I	B_{II}	B_{III}	B_{IV}	-

Cuadro 03. Esquema del Análisis de Varianza (ANVA)

Causa de variación	G.L.	S.C.	C.M.	FC	Ft (α)
Tratamiento	$t - 1$	SCt	CMt	CMt / CME	
Bloque	$r - 1$	SCB	CMB	CMB / CME	
Error	$(t - 1) (r - 1)$	SCE	CME		
Total	$(t) (r) - 1$	SCT			

Donde:

- G.L. = Numero de grados de libertad
- S.C. = Suma de cuadrados
- C.M. = Cuadrado medio
- FC = Valor calculado de la "Prueba de F"
- Ft (α) = Valor obtenido de la tabla de F
- t = Número de tratamientos
- r = Número de repeticiones.

8.3.5. Procedimiento

a. Selección del área de estudio.

Se recopiló información acerca de las plantaciones existentes en el CIEFOR Puerto Almendra, especies, edad, método de plantación e información secundaria como colaboradores, características de la zona de estudio, etc.; siendo finalmente seleccionada la parcela demostrativa de monocultivo de la especie *Cedrelinga cateniformis* Ducke, a los 31 años de edad, por la distribución de los tratamientos en la densidad de siembra por parcela como también por la ausencia de información o estudio formal previo a la misma.

b. Establecimiento de la Parcela.

El 15 de Junio de 1978 se inició el experimento titulado "Ensayo de Siembra de la Especie Tornillo" con 6 Tratamientos y 4 Repeticiones en sub parcelas, usando plántones a raíz desnuda, sembrados el mismo día de la extracción del plantón en un área total de 135 m x 57 m con sub parcelas de 12 m x 20 m cada uno dispuestas en 4 Bloques y cada bloque consta de 6 sub parcelas. (Ver figura 07)

c. Ingreso a la Parcela.

Se ingresó a la plantación y para poder entender los tratamientos instalados en la misma se procedió al recorrido exploratorio del área de estudio; se presupuestaron los costos de los materiales y se planificaron las actividades de trabajo a realizar por etapas para la toma de datos.

d. Delimitación de la Parcela.

Se comenzó por la etapa de reconstrucción, instalación y mantenimiento de la parcela en base a la delimitación instalada a los 31 años, se reconstruyeron los hitos, linderos de la parcela, se instalaron jalones y se hizo limpias, ya que como se puede deducir que en el crecimiento de la plantación solo se llevó a cabo la competencia intraespecífica por el ajuste natural sin tener tratamientos silviculturales.

e. Toma de datos en la Parcela.

Dentro de las parcelas permanentes los árboles fueron marcados con pintura roja a la altura del pecho para que la medición del diámetro se realice en un único lugar en las futuras mediciones, y al mismo tiempo fueron enumerados correlativamente por sub parcela.

Luego se procedió a la etapa de la toma de datos de los diámetros a la altura del pecho (DAP); es decir, a la altura de 1.30 m con cinta diamétrica y las alturas totales de los individuos desde la base hasta la cima de los mismo con el uso del Hipsómetro laser. VERTEX III.

Se enumeraron los árboles con el censo, se tomaron datos de las distancias de siembra que se plasmaron en una dispersión de los individuos en un plano; es decir, se tomaron los datos de la ubicación de cada árbol en el área de la plantación. (Ver figura 08 – 19 y 23).

f. Evaluación de los parámetros dasométricos y los índices de espesura.

Con la información obtenida en campo, se procedió a realizar una base de datos registrando las variables mensuradas, la misma que permitió crear una base de datos de la plantación; datos que posteriormente fueron trabajados en una hoja de cálculo de Excel a través de algoritmos y así obtener los resultados.

Para ello se distribuyeron los datos de los diámetros por clases diamétrica utilizando el algoritmo siguiente =entero (DAP/5)*5, donde 5 fue el ancho de la clase. Parel caso de las alturas se utilizó el algoritmo =PROMEDIO (de las alturas que se encontraban dentro del ancho de la clase diamétrica), a través del uso de tablas dinámicas para cada clase diamétrica.

Se calcularon también los valores de tendencia central por sub parcela tanto en diámetro como en atura total con las siguientes ecuaciones; con el fin de conocer la Media del DAP (cm):

$$DAP_{PROMEDIO} = \frac{\sum DAP}{n}$$

Donde:

DAP = Diámetro a la altura del pecho.

n = Número total de árboles.

Y la Media de la Altura total (m)

$$Ht_{PROMEDIO} = \frac{\sum ht}{n}$$

Donde:

Ht = Altura total

N = Número total de árboles

Y para conocer la variabilidad de los datos la desviación estándar

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - x_{PROMEDIO})^2}{N - 1}}$$

Donde:

S = Desviación estándar

N = Número total de arboles

X_{PROMEDIO} = Media (DAP, Ht)

Y el coeficiente de variación

$$C. V. \% = \frac{S}{x_{PROMEDIO}} * 100$$

Donde:

C.V. % = Coeficiente de variación

X_{PROMEDIO} = Media (DAP, Ht)

Valores con los que se pudo determinar también el Incremento medio anual (IMA) usando la siguiente ecuación:

$$IMA = \frac{DAP_{PROMEDIO}}{t}$$

Donde:

DAP = Diámetro a la Altura del Pecho

t = Edad de la plantación.

En este estudio se calcularon valores de los diámetros medios cuadráticos y las alturas dominantes con el fin de relacionar dichas variables con los índices de espesura: índice de Densidad Relativa (IDR) y Factor de espaciamiento de Hart-Becking; respectivamente, calculados por tratamiento con las siguientes formulas:

La fórmula que se utilizó para calcular el diámetro medio cuadrático (Dq) fue la siguiente:

$$Dq = \sqrt{\frac{\sum N * d^2}{\sum N}}$$

Donde:

Dq = Diámetro medio cuadrático expresado en cm.

N = Número de individuos por hectárea.

d = Marca de clase por clase diamétrica en cm.

Y el cálculo de la altura dominante (H_L) fue como sigue:

$$H_L = \frac{\sum N * G * H_t}{\sum N * G}$$

Donde:

- HL = Altura dominante según Lorey en metros
 N = Numero de individuos por hectárea
 G = Área Basal expresado en cm
 Ht = Promedio de las alturas por clase diamétrica

Y así obtener los índices de la espesura como indicadores del efecto del crecimiento de la especie por tratamiento. Para ello se realizó en este caso, el empleo del número de árboles y la altura dominante definida como la altura media de los 100 árboles de mayor diámetro por hectárea; se estimó el Factor de Espaciamento (FE) (Day, 1987) correspondiente a cada tratamiento con la siguiente fórmula:

$$FE\% = \frac{\sqrt{\frac{10000}{N}}}{H_L} * 100$$



Donde:

- FE% = Factor de espaciamento de Hart-Becking
 N = Numero de individuos por hectárea
 HL = Altura dominante de Lorey

Se utilizó la siguiente clasificación de los resultados para la evaluación y fue como sigue:

Cuadro 04. Clasificación de los valores de FE% y sus descripciones.

FE%	Descripción
FE% < 15%	Espesura trabada con alto grado de inestabilidad individual de los pies que la componen.
15% < FE% < 20%	Espesuras completas a trabadas de masas en las que generalmente no se ha realizado aún tratamiento de mejora (clareo o clara) alguno, suponen la mayoría de las masas procedentes de regeneración natural.
20 < FE% < 25%	Espesura completa que permiten la ejecución de claras sin grandes problemas de estabilidad individual
25% < FE%	Espesura incompleta clara en adelante y suelen darse tras los tratamientos de mejora, en las fases adultas del arbolado (fustales) o en masas con espesura incompleta intrínseca (formas derivadas de masa).

Para luego calcular el IDR que expresa en forma matemática la relación entre el tamaño de los árboles y la densidad del rodal, a través de la siguiente ecuación (McCarter y Long, 1986):

$$\text{IDR} = N \cdot (d/25)^{-b}$$

Donde N es el número de árboles por hectárea, d es el diámetro promedio de la plantación y "b" es una constante definida con un valor de -1.605 por Reineke (1933) y utilizada extensivamente en muchos trabajos sobre densidad del rodal; citado por (Torres, 2001).

Hay evidencia que el valor de la pendiente de la curva puede variar entre especies (Zeide, 1987; Williams, 1996); por lo tanto, los trabajos basados en este índice deben analizar estadísticamente si el valor de la pendiente encontrado para una especie en particular difiere significativamente del valor teórico dado por Reineke.

Conociendo el valor de "b" y utilizando la información proveniente de rodales bajo condiciones extremas de competencia, se llega a establecer el IDR máximo para la especie.

Este límite establece el punto en el cual la única manera de que los árboles incrementen sus dimensiones es a través de la reducción natural del número de individuos (mortalidad o auto raleo).

Determinando el IDR máximo para la especie es posible definir diferentes bandas para el manejo de la densidad del rodal (aclareos), que se ajustan a los objetivos de producción (producción de biomasa para pulpa, postes, madera para aserrío (Arias, 2004).

Con los índices de densidad del rodal se podrán establecer zonas de manejo, asumiendo que la especie responde a la ley de los $-3/2$ (Drew y Flewelling, 1979).

g. Determinación de la sobrevivencia y la mortandad de los individuos de la especie.

Para describir y conocer el estado actual de la plantación sobre la sobrevivencia y mortalidad (absoluta y en porcentaje) se utilizaron las ecuaciones como siguen:

$$Sobreviveciaabsoluta = \sum arbolesenpie$$

$$Sobrevivecia\% = \frac{\sum arbolesenpie}{\sum plantoncessebradosinicialmente} * 100$$

$$Mortalidadabsoluta = \sum arbolesenpie$$

$$Mortalidad\% = \frac{\sum arbolesenpie}{\sum plantoncessebradosinicialmente} * 100$$

Luego los datos fueron tabulados al valor de la hectárea realizando la conversión de m² a has, y así se pudo calcular el Número de individuos residuales por hectárea y por densidad de individuos (N/ha).

h. Definición de la relación adecuada de la densidad de siembra en el crecimiento de la especie

Se realizó el análisis de varianza ANVA para determinar si existe diferencia significativa entre los promedios de las alturas y los diámetros según Vanderlei para determinar la relación adecuada entre la densidad de siembra y el crecimiento de la especie.

8.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

La técnica usada fue el inventario forestal donde se diseñó un formato de campo con los siguientes campos: código, Bloque, Sub parcela, densidad de siembra (N/ha) Distanciamiento de siembra (m x m), DAP (cm), altura total (Ht). La mensuración fue directa a través de instrumentos previamente calibrados y aceptados para el inventario forestal; se tomaron los datos dasométricos antes mencionados al 100% de los individuos que pertenecen a la plantación en estudio

Se utilizó la cinta diamétrica para la mensuración de los diámetros del árbol; se midió a la altura del pecho con la cinta diamétrica a 1,30 m sobre el suelo (DAP), y se utilizó el hipsómetro laser para la mensuración de las alturas totales; se midió desde la base del fuste hasta el ras de la última copa.

8.5. Técnica de presentación de resultados.

Se presentaron los resultados en concordancia a los objetivos específicos en tablas de resultados, gráficos de barra, esquemas auxiliares, etc.

IX. Resultados

9.1. Evaluación del crecimiento diamétrico

De las 24 sub parcelas que componen la plantación se perdió una en el bloque II en la parcela de 1000 plantas/ ha cuyo valor fue estimado en 32,5 cm. Los mayores incrementos promedio en diámetro se registraron en parcelas sembradas a una densidad de siembra con 1418 plantas/ha y 1000 plantas/ha con 29,83 cm y 30,34 cm respectivamente, similar ocurrencia fue registrada para el incremento medio anual con 0,96 y 0,98 cm/año.

Los menores incrementos promedios, en diámetro se registraron en parcelas sembradas a una densidad de siembra de 5250 plantas/ha y 2250 plantas/ha respectivamente; similar ocurrencia se encontró para el incremento medio anual con 0,84 y 0,84 cm/año (Ver cuadro 05). El promedio del incremento diámetro total de los individuos de la plantación fue 27,89 cm, con un IMA promedio total de 0,90 cm/año y la desviación estándar del diámetro fue de 3,71 cm/año, con un coeficiente de variación de 13%.

Con la prueba de "F" sometidas a un ANVA al 95% de probabilidad se determinó que los promedios en el incremento diamétrico no presenta diferencias estadísticas significativas (ver cuadro 13). Por lo que la densidad de siembra si influyó significativamente en el crecimiento diamétrico total de la *Cedrelinga cateniformis*. "tornillo".

Cuadro 05. Incrementos Promedios de los diámetros e IMA (cm.).

Densidad de siembra (N/ha)	Bloque (cm)				Promedio (cm)	IMA (cm/años)
	I	II	III	IV		
5250	27,12	31,53	23,79	21,15	25,90	0,84 a **
3208	30,79	23,22	27,31	25,18	26,62	0,86 b **
2250	25,01	30,51	26,48	22,59	26,15	0,84 a **
1667	34,33	28,19	23,94	27,6	28,51	0,92 b **
1458	28,11	31,7	35,17	24,32	29,83	0,96 b **
1000	36,50	P.P.	27,20	27,31	30,34	0,98 b **
Promedio Total					27,89	0,90

P.P. = Parcela Perdida.

** Promedios del IMA con letras iguales son estadísticamente similares

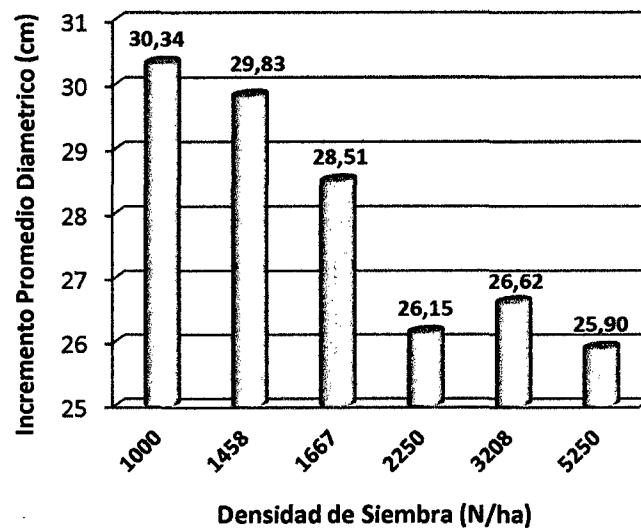


Figura 01. Diámetro promedio los 31 años de edad de la especie *Cedrelinga cateniformis* (Ducke), "tornillo" a diferentes densidades de siembra a campo abierto.

9.2. Evaluación del Incremento en alturas totales.

Los mayores incrementos promedio en la altura total fue registran en parcelas sembradas a una densidad de 1458 plantas/ha y en 1000 plantas/ha con 20,5 m y 19,83 m. Igual ocurrencia fue registrada en el IMA de alturas totales, registrándose un incremento de 0,66 m/año y 0,64 m/año, respectivamente.

Los menores incrementos promedios en altura total fueron registradas en parcelas sembradas a una densidad de 5250 plantas/ha y 2250 plantas/ha con 18,13m y 19,35m. Los menores IMA promedio en la altura total fue registrada en parcelas sembradas con una densidad 5250 plantas/ha y en 2250 plantas/ha con 0,58 m/año y 0,62 m/año.

El promedio del incremento de las alturas totales de individuos de la plantación fue de 19,45 m, con un IMA promedio de 0,63 m/año, la desviación estándar fue de 2,31 m y el coeficiente de variación 12%, indicando una baja variabilidad en las alturas.

Con la prueba de "F" sometidas a un ANVA al 95% de probabilidad se determinó que los promedios en el incrementos de alturas totales no presenta diferencias estadísticas significativas (ver cuadro 14). Por lo que la densidad de siembra si influyó significativamente al crecimiento en altura total de la *Cedrelinga cateniformis* "tornillo".

Cuadro 06. Incremento promedio de las alturas totales e IMA (m).

Densidad de siembra (N/ha)	Bloque				Promedio (m)	IMA (m/años)
	I	II	III	IV		
5250	19,74	16,64	18,21	17,95	18,13	0,58 a **
3208	18,65	18,84	18,80	21,22	19,38	0,63 b **
2250	19,00	19,53	20,51	18,36	19,35	0,62 b **
1667	19,89	22,44	17,75	17,72	19,45	0,63 b **
1458	18,32	21,78	22,50	19,39	20,50	0,66 b **
1000	24,24	P.P.	16,40	18,86	19,83	0,64 b **
Promedio Total					19,44	0,63

P.P. = Parcela Perdida.

** Promedios del IMA con letras iguales son estadísticamente similares

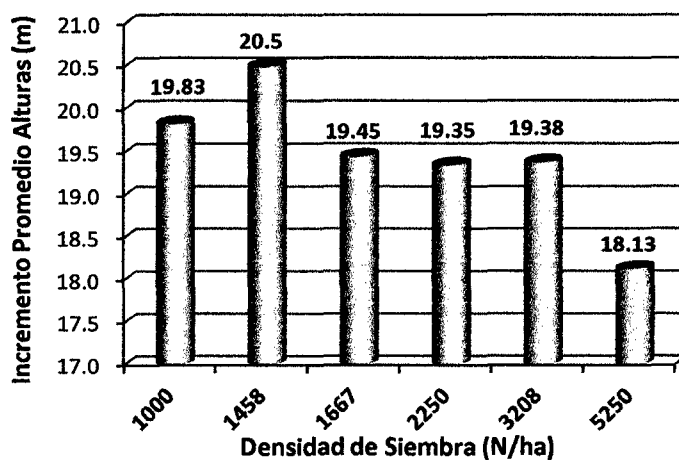


Figura 02. Altura promedio a los 31 años de edad de la especie *Cedrelinga cateniformis* Ducke "tornillo" a diferentes densidades de siembra a campo abierto

9.3. Evaluación del Factor de Espaciamiento de Hart Becking y el Índice de Densidad de Reineke

En el cuadro 07 y 08 se muestra las parcelas con 5250 plantas/ha, 3208 plantas/ha y 2250 plantas/ha presentan espesura desde trabada hasta incompleta, siendo la espesura trabada la más representativa. Por lo que se pronostica mortalidad inminente.

Las parcelas con 1667 y 1458 plantas/ha presentan espesura desde completa a trabada hasta incompleta, siendo la espesura completa la más representativa. Por lo que se pronostica mortalidad natural.

La parcela de 1000 plantas/ha presenta espesura desde completa a trabada hasta espesura incompleta, siendo la espesura incompleta la más representativa. Por lo que se pronostica parcela perdida, mortalidad por otros factores o mortalidad natural.

El índice de densidad relativa de Reineke fue de los individuos de tornillo 766,80 ind/ha, esto indica que parcelas con densidades superiores a este valor precisan en forma urgente realizar labores silviculturales, principalmente el raleo.

Cuadro 07. Clasificación de los valores del FE%

Densidad de siembra (N/ha)	Bloque	N/ha	HdomLorey (m)	FE (%)	Clasificación FCC
5250	I	1458	21,26	12,32	Trabada
	II	250	16,85	37,53	Incompleta
	III	666	19,27	20,10	Completa
	IV	1291	19,80	14,05	Trabada
3208	I	458	20,73	22,53	Completa
	II	1333	20,37	13,45	Trabada
	III	625	19,16	20,87	Completa
	IV	583	22,60	18,32	Completa a trabada
2250	I	1125	20,74	14,37	Trabada
	II	375	20,97	24,62	Completa
	III	1000	22,32	14,17	Trabada
	IV	708	19,46	19,31	Completa a trabada
1667	I	500	21,46	20,84	Completa
	II	625	24,82	16,12	Completa a trabada
	III	625	20,26	19,74	completa a trabada
	IV	416	19,32	25,36	Incompleta
1458	I	541	21,89	19,63	Completa a trabada
	II	375	24,63	20,97	Completa
	III	458	24,69	18,92	Completa a trabada
	IV	416	20,04	24,44	Completa
1000	I	416	25,31	19,36	Completa a trabada
	II	PARCELA PERDIDA			
	III	41	16,40	94,46	Incompleta
	IV	375	19,37	26,65	Incompleta

FCC=Factor de cubierta de copa

Cuadro 08. Descripción de los valores del IDR

Densidad de siembra inicia(N/ha)	Bloque	N/ha	dg (cm)/Ha	IDR	Descripción
5250	I	1458.33	29.26	1870.11	Mortalidad inminente
	II	250.00	33.51	397.16	Mortalidad Natural
	III	666.67	24.81	658.75	Mortalidad Natural
	IV	1291.67	23.72	1188.84	Mortalidad inminente
3208	I	458.33	33.40	724.25	Mortalidad Natural
	II	1333.33	24.40	1283.05	Mortalidad inminente
	III	625.00	27.74	736.68	Mortalidad Natural
	IV	583.33	26.71	647.59	Mortalidad Natural
2250	I	1125.00	26.37	1223.61	Mortalidad inminente
	II	375.00	33.09	584.07	Mortalidad Natural
	III	1000.00	28.28	1215.33	Mortalidad inminente
	IV	708.33	23.46	640.63	Mortalidad Natural
1667	I	500.00	36.49	908.64	Mortalidad Natural
	II	625.00	28.98	789.12	Mortalidad Natural
	III	625.00	25.22	633.87	Mortalidad Natural
	IV	416.67	29.18	531.85	Mortalidad Natural
1458	I	541.67	31.29	772.36	Mortalidad Natural
	II	375.00	32.59	569.98	Mortalidad Natural
	III	458.33	36.20	822.79	Mortalidad Natural
	IV	416.67	25.12	419.95	Mortalidad Natural
1000	I	416.67	37.83	801.79	Mortalidad Natural
	II	PARCELA PERDIDA			
	III	41.67	27.50	48.44	Mortalidad por otros factores
	IV	375.00	29.55	488.26	Mortalidad Natural

dg=diámetro cuadrático

El modelo matemático potencial propuesto por Reinecke de acuerdo a la gráfica de dispersión de los datos es $N/Ha = 10865(dg/Ha)^{-1.58}$ con un $R^2 = 0.098$

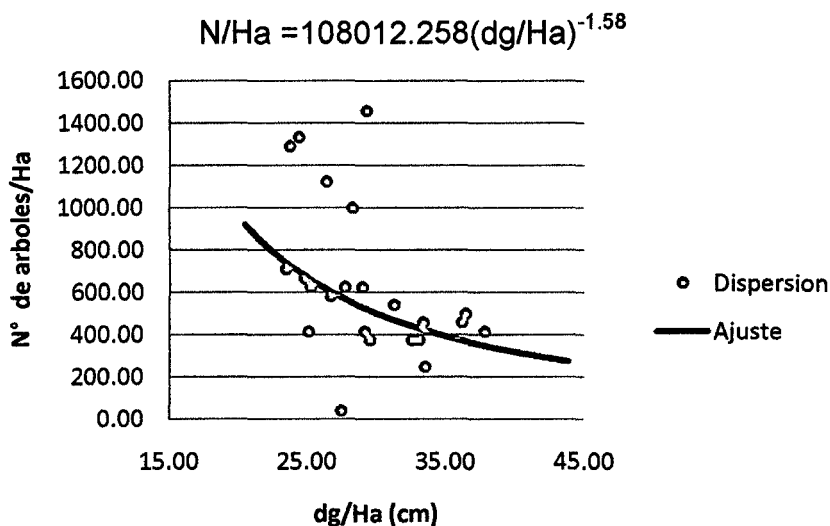


Figura 03. Dispersión y ajuste de los datos de N/ha vs. Dg/ha según el modelo propuesto por Reinecke.

La pendiente de la ecuación al aplicar el logaritmo natural al modelo matemático potencial es de -1.58.

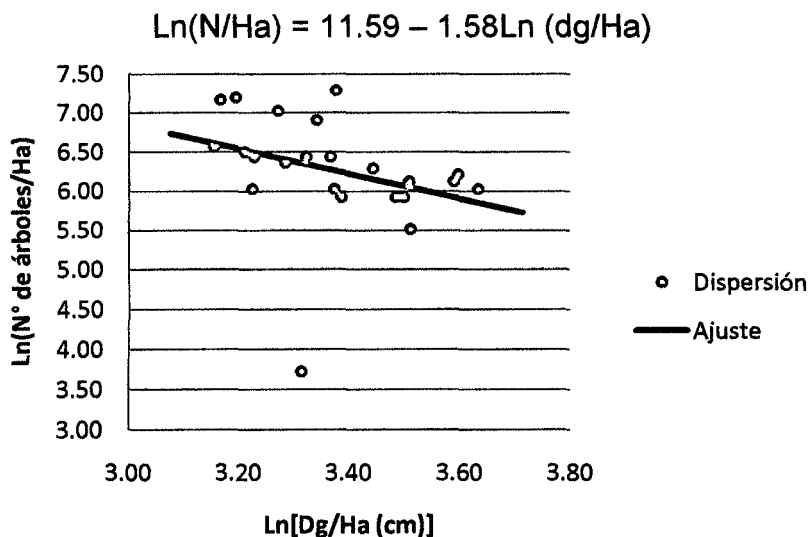
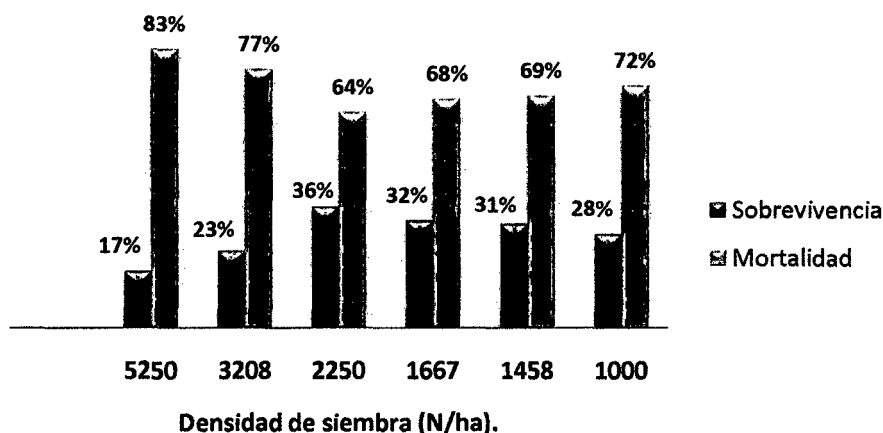


Figura 04. Linealización de los datos a través del logaritmo natural para obtener la pendiente, según la Ley del Autoraleo.

Cuadro 09. Porcentajes de supervivencia y mortalidad promedio

Densidad de siembra (N/ha)	Edad Inicial		Edad 31 Años		Supervivencia Promedio	Mortalidad Promedio
	N	N/ha	N	N/ha		
5250	126	5250	22	916	17%	83%
3208	77	3208	18	750	23%	77%
2250	54	2250	19	802	36%	64%
1667	40	1667	13	541	32%	68%
1458	35	1458	10	447	31%	69%
1000	24	1000	6	277	28%	72%

**Figura 05.** Porcentajes de supervivencia y mortalidad por densidades de siembra

Las densidades de siembra de 5250 plantas/ha, 3208 plantas/ha y 1000 plantas/ha presentan mayor porcentaje promedio de mortalidad con un 83%, 77% y 72% respectivamente, siendo la densidad de 5250 plantas/ha que mayor porcentaje de mortalidad presenta. Las densidades de siembra con 2250 plantas/ha, 1667 plantas/ha y 1458 plantas/ha que presentan mayores porcentajes promedios de supervivencia con 36%, 32% y 31% respectivamente, siendo la densidad de 2250 plantas/ha que mayor porcentaje de supervivencia presenta. El número total de plantones sembrados en el ensayo inicialmente es de 1424 individuos. El número total de individuos sobrevivientes es de 352 que representa el 24.72% de supervivencia total a los 31 años de edad de la plantación.

X. Discusión

A los 31 años de edad la densidad de 1000 plantas/ha, reporta el mayor incremento promedio diamétrico de 30,34 cm. con un IMA de 0,98 cm/año; sin embargo (Álvarez 2007) presenta resultados de estudios en el Centro de Investigaciones Jenaro Herrera donde existen experiencias con la misma especie, donde reportan a los 31 años un incremento promedio diamétrico de 48,67 con un IMA de 1,57 cm/año, siendo estos resultados superiores debido a los tratamientos silviculturales como raleos en años previos, ya que como sabemos la plantación del presente estudio no reporta tratamientos silviculturales previos, es decir, creció por el ajuste natural.

En el incremento promedio del DAP, los resultados del análisis estadístico de la Prueba de Duncan determinan que los incrementos promedios diamétricos de las densidades de siembra con 5250 plantas/ha y 3208 plantas/ha no presentan diferencia significativa entre ellos, pero si presentan diferencia significativa con las demás densidades con 2250 plantas/ha, 1667 plantas/ha, 1458 plantas/ha y 1000 plantas/ha que no presentan diferencia significativa entre ellos.

En el incremento promedio de las alturas totales, los resultados del análisis estadísticos de la Prueba de Duncan determinan que el incremento promedio de las alturas totales con densidad de 5250 plantas/ha presentan diferencias significativas con las demás densidades con 3208 plantas/ha, 2250 plantas/ha, 1667 plantas/ha, 1458 plantas/ha y 1000 plantas/ha; de la misma manera también determina que densidades con 3208 plantas/ha, 2250 plantas/ha, 1667

Plantas/ha, 1458 plantas/ha y 1000 plantas/ha; no presentan diferencia significativa en diámetros.

Según el índice de densidad relativa, el modelo matemático (Reineke, 1933) determina una pendiente de -1.58 en el presente estudio, considerándose que el valor (-1,605) era una constante universal para todas las especies forestales; numerosas investigaciones han revelado variaciones sistemáticas en el valor de la pendiente para varias especies forestales. Sin embargo el coeficiente de determinación es igual a 0,098 indicando una correlación muy débil entre las dichas variables; pudiendo interpretarse que hay independencia entre las variables (Arias 2004).

El índice de espaciamiento Hart - Becking nos permite saber qué densidades de siembra determinan mayor o menor intensidad de los tratamientos silviculturales, dependiente de los objetivos de la plantación, pudiendo establecer también valores para un programa de manejo de la especie.

La plantación presentó altos porcentajes de mortalidad en altas densidades como también en bajas densidades de siembra, resultando los mayores porcentajes de sobrevivencia en densidades de siembra intermedios, determinando que la densidad de siembra tiene un efecto diferente en la dinámica de la población que en el crecimiento de los individuos.

En la figura 02 se observa el cumplimiento de la ley del mínimo de Liebig que establece que a medida que se aumenta el recurso aumenta el rendimiento hasta un punto máximo después de ello disminuye.

El experimento muestra que cuando el crecimiento de la *Cedrelinga cateniformis* aumenta en altura hasta un punto de 1458 plantas/ha y el crecimiento del diámetro del árbol disminuye (figura 01), pasado de este punto el crecimiento en altura disminuye por la competencia intraespecífica principalmente por espacio y luz.

XI. Conclusiones

A los 31 años la densidad de siembra de 1000 plantas/ha, reporta que la velocidad de crecimiento diamétrico fue de 0,98 cm/año y 0.96 cm/año en la siembra con 1458 plantas/ha.

Los mayores incrementos medios anuales en altura total fue registrada en parcelas sembradas a una densidad de 1458 plantas/ha y en 1000 plantas/ha a razón de 0,66 m/año y 0,64 m/año, respectivamente y los menores IMA en altura total fueron registradas en parcelas sembradas a una densidad de 5250 plantas/ha y 2250 plantas/ha con 0,58 m/año y 0,62 m/año.

Las parcelas con 5250 plantas/ha, 3208 plantas/ha y 2250 plantas/ha presentan espesura desde trabada hasta incompleta, siendo la espesura trabada la más representativa y las parcelas con 1667 y 1458 plantas/ha presentan espesura desde completa trabada hasta incompleta, siendo la espesura completa la más representativa.

El índice de densidad relativa de Reineke para la plantación de 31 años de "tornillo" fue 766,80 ind/ha, esta plantación presentó altos porcentajes de mortalidad variando entre 64% y 83% a los 31 años de edad; cuando aumenta la densidad de siembra de (1000 plantas/ha a 5250 plantas/ha) el crecimiento en diámetro disminuye, favoreciendo el crecimiento en altura que muestra una tendencia ascendente hasta una densidad de 1458 plantas/ha, por debajo de esta densidad disminuye la altura.

XII. Recomendaciones

Cuando el índice de densidad relativa de los individuos de tornillo superan los valores de estas densidades de 766,80 ind/ha, se recomienda realizar urgentemente labores silviculturales como el raleo.

Se sugiere estimar el coeficiente de esbeltez como un criterio básico para decidir que arboles van a ser raleados.

XIII. Bibliografía o referencias bibliográficas

- ALVAREZ, L. y RIOS, S. 2007. Evaluación económica de plantaciones de "*Cedrelinga cateniformis* "tornillo" en el departamento de Loreto. Documento de trabajo – Programa de ordenamiento ambiental – IIAP, Iquitos – Perú. 18p.
- ARIAS, D. 2004. Validación del índice de densidad del rodal para el manejo de plantaciones forestales de *Tectona grandis* L.f. en el trópico. *Kurú: Revista Forestal* 1(1): 1-7.
- ARÓSTEGUI, A. y DÍAZ, M. 1992. Propagación de especies forestales nativas promisorias en Jenaro Herrera. Instituto de Investigaciones de la Amazonia Peruana. Centro de Investigaciones de Jenaro Herrera. Iquitos, Perú. 47p.
- ANDENMATTEN, E.; REY, M. y LETOURNEAU, F. 2000. Índice de densidad de Reineke para la región Andino Patagónica. Bariloche – Rio Negro – Argentina para Pino Oregón (*Pseudotsuga menziesii* (Mirb. Franco). *Comunicación Técnica* 11(1): 1 – 4p.
- ANGULO, W. 2007. Crecimiento, productividad y análisis financiero de plantación de Tornillo (*Cedrelinga cateniformis* Ducke). Dirección de Investigación Agraria. Subdirección Nacional de Investigación forestal. INIA. Ministerio de Agricultura. Iquitos, Perú. 91p.
- BALUARTE, J.; FREITAS, L.; OTÁROLA, E. y DELGADO, C. 2000. Cultivo de Tornillo. Instituto de Investigaciones de la Amazonia Peruana. Centro de Investigaciones de Jenaro Herrera. Iquitos, Perú. 1 – 4p.

- TORRES, J. y MAGAÑA, O. 2001. Evaluación de plantaciones forestales. Editorial Limusa. S.A. México, D.F. – México. 175 - 178p.
- BOLFOR; PROMABOSQUE 1999. Guía para la instalación y evaluación de parcelas permanentes de muestreo (PPMs). Santa Cruz, Bolivia. 51p.
- CLAUSSI, A.; D. MARMILLOD y J. BLASER. 1992. Descripción silvicultural de las plantaciones forestales de Jenaro Herrera. IIAP – CIJH. Iquitos, Perú. 334p.
- CORVALÁN, P. y HERNÁNDEZ, J. 2006. Cátedra de Dasometría Facultad de Ciencias Forestales UNIVERSIDAD DE CHILE. Santiago, Chile. 1-5p.
- Cooperación Suiza al Desarrollo en el Perú. *Modulo 7*. [en línea] 2008. [Fecha de consulta: 15 de diciembre 2010]. Técnicas para producir mejor. Disponible en www.cooperacion-suiza.admin.ch/peru//ressources/resource_es_97818.pdf.
- FAO. 2009. Situación de los bosques del mundo. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Roma, Italia. 34 p.
- FASSOLA, E. y MOSCOVICH, A. 2004. Regulación de la densidad en rodales de *Grevillea robusta* A. Cunn. Para la producción de madera de calidad y forraje en el sur de la provincia de Misiones, Argentina. *INTA* 33(1): 15-38.
- OTÁROLA, E.; FREITAS, L.; LINARES, C.; BALUARTE, J. 2001. Estimación de la calidad de sitio mediante «índices de sitio» para *Cedrelinga catenaeformis* Ducke (tornillo) en plantaciones de Jenaro Herrera, Loreto (Perú). *Folia amazónica* 12 (1-2): 39 – 51.

- FORUM: (1999. Ministerio de la Presidencia de la República de Perú). Estrategias para el aprovechamiento sostenible del trópico húmedo en la Amazonía peruana. Editorial Agro enfoque. Jr. Los Tallanes. (Salamanca – Lima). 1999. 71 – 97p.
- PICOS, J. 2008. *Selvicultura IV*. [en línea] 2007. [Fecha de consulta: 15 de diciembre 2010]. Presentaciones del aula de selvicultura práctica. Disponible en <<http://creativecommons.org/licenses/by/2.5/es/>>
- TELLO, R. 2008. Estructura, composición, crecimiento y potencial el bosque aluvial del río Nanay, Iquitos - Perú, con fines de manejo sostenible. Tesis de Doctorado en ciencias ambientales. Trujillo – Perú. Escuela de postgrado Universidad Nacional de Trujillo. 32p.
- TEXEIRA, C. 1993. Respuesta a la intervención silvicultural de un bosque secundario en el sur de Costa Rica. Caso de la finca Seis de Alcoa/IDA/COOPEMEDEREROS R.L. Turrialba – Costa Rica. Tesis (Magister Scientiae). Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). 64p.
- VANDERLEI, P. 1991. Estadística experimental aplicada à agronomía. Editorial Conselho. Estado de Alagoas – Brasil. 440p.
- VILCA, T, J.C. 2002. Caracterización del uso de la Tierra y la Cobertura Vegetal del Fundo UNAP mediante la aplicación de la Teledetección y Sistemas de Información Geográfica, San Juan Bautista- Perú. Informe de Trabajo Profesional para optar el título de Ing. Forestal. FIF-UNAP. Iquitos. 7p.

Anexo

Cuadro 10.- Base de datos de la plantación a diferentes densidad de siembra inicial y a los 31 años de edad

Tratamiento	Densidad de Siembra (N/ha)	Bloque	Área de la Parcela (m ²)	Edad Inicial		A los 31 años de edad									
				N	N/ha	N	N/ha	G (m ³)/ha	Vol (m ³)/ha	dx (cm)	dg (cm)	Htx (m)	HdomLor ey (m)	IDR	FE (%)
A	5250	I	240	126	5250	35	1458	98.07	1381.28	27.12	29.26	19.74	21.26	1870.11	12.32
		II	240	126	5250	6	250	22.05	233.18	31.53	33.51	16.64	16.85	397.16	37.53
		III	240	126	5250	16	666	32.23	396.62	23.79	24.81	18.21	19.27	658.75	20.10
		IV	240	126	5250	31	1291	57.08	753.21	21.15	23.72	17.95	19.80	1188.84	14.05
B	3208	I	240	77	3208	11	458	40.15	506.54	30.79	33.40	18.65	20.73	724.25	22.53
		II	240	77	3208	32	1333	62.34	804.78	23.22	24.40	18.84	20.37	1283.05	13.45
		III	240	77	3208	15	625	37.78	441.45	27.31	27.74	18.80	19.16	736.68	20.87
		IV	240	77	3208	14	583	32.68	463.56	25.18	26.71	21.22	22.60	647.59	18.32
C	2250	I	240	54	2250	27	1125	61.42	787.77	25.01	26.37	19.00	20.74	1223.61	14.37
		II	240	54	2250	9	375	32.25	411.63	30.51	33.09	19.53	20.97	584.07	24.62
		III	240	5	2250	24	1000	62.83	864.93	26.48	28.28	20.51	22.32	1215.33	14.17
		IV	240	54	2250	17	708	30.62	374.92	22.59	23.46	18.36	19.46	640.63	19.31
D	1667	I	240	40	1667	12	500	52.28	679.83	34.33	36.49	19.89	21.46	908.64	20.84
		II	240	40	1667	15	625	41.21	611.17	28.19	28.98	22.44	24.82	789.12	16.12
		III	240	40	1667	15	625	31.23	370.89	23.94	25.22	17.75	20.26	633.87	19.74
		IV	240	40	1667	10	416	27.86	337.17	27.60	29.18	17.72	19.32	531.85	25.36
E	1458	I	240	35	1458	13	541	41.66	532.25	28.11	31.29	18.32	21.89	772.36	19.63
		II	240	35	1458	9	375	31.27	448.30	31.70	32.59	21.78	24.63	569.98	20.97
		III	240	35	1458	11	458	47.19	700.96	35.17	36.20	22.50	24.69	822.79	18.92
		IV	240	35	1458	10	416	20.66	248.32	24.32	25.12	19.39	20.04	419.95	24.44
F	1000	I	240	24	1000	10	416	46.84	717.16	36.50	37.83	24.24	25.31	801.79	19.36
		II	240	24	1000	P A R C E L A P E R D I D A									
		III	240	24	1000	1	41	2.47	24.35	27.20	27.50	16.40	16.40	48.44	94.46
		IV	240	24	1000	9	375	25.71	307.38	27.31	29.55	18.86	19.37	488.26	26.65

Cuadro 11.-Base de datos de los promedios de la plantación.

Tratamiento	Densidad de Siembra(N/ha)	Edad Inicial		A los 31 años de edad									
		N	N/ha	N	N/ha	G (m ²)/ha	Vol.(m ³)/ha	dx (cm)	dg (cm)	Htx	HdomLorey (m)	IDR	FE (%)
A	5250	126	5250	22	916	52,36	691,07	25,90	27,83	18,13	19,29	1028,72	21,00
B	3208	77	3208	18	750	43,24	554,08	26,62	28,06	19,38	20,72	847,89	18,79
C	2250	54	2250	19	802	46,78	609,81	26,15	27,80	19,35	20,87	915,91	18,12
D	1667	40	1667	13	541	38,14	499,77	28,51	29,97	19,45	21,46	715,87	20,51
E	1458	35	1458	10	447	35,19	482,46	29,83	31,30	20,50	22,81	646,27	20,99
F	1000	24	1000	6	277	25,01	349,63	30,34	31,63	19,83	20,36	446,16	46,82



Figura 06.- Mapa de Ubicación de la especie *Cedrelinga. Cateniformis* a los 31 años de edad.

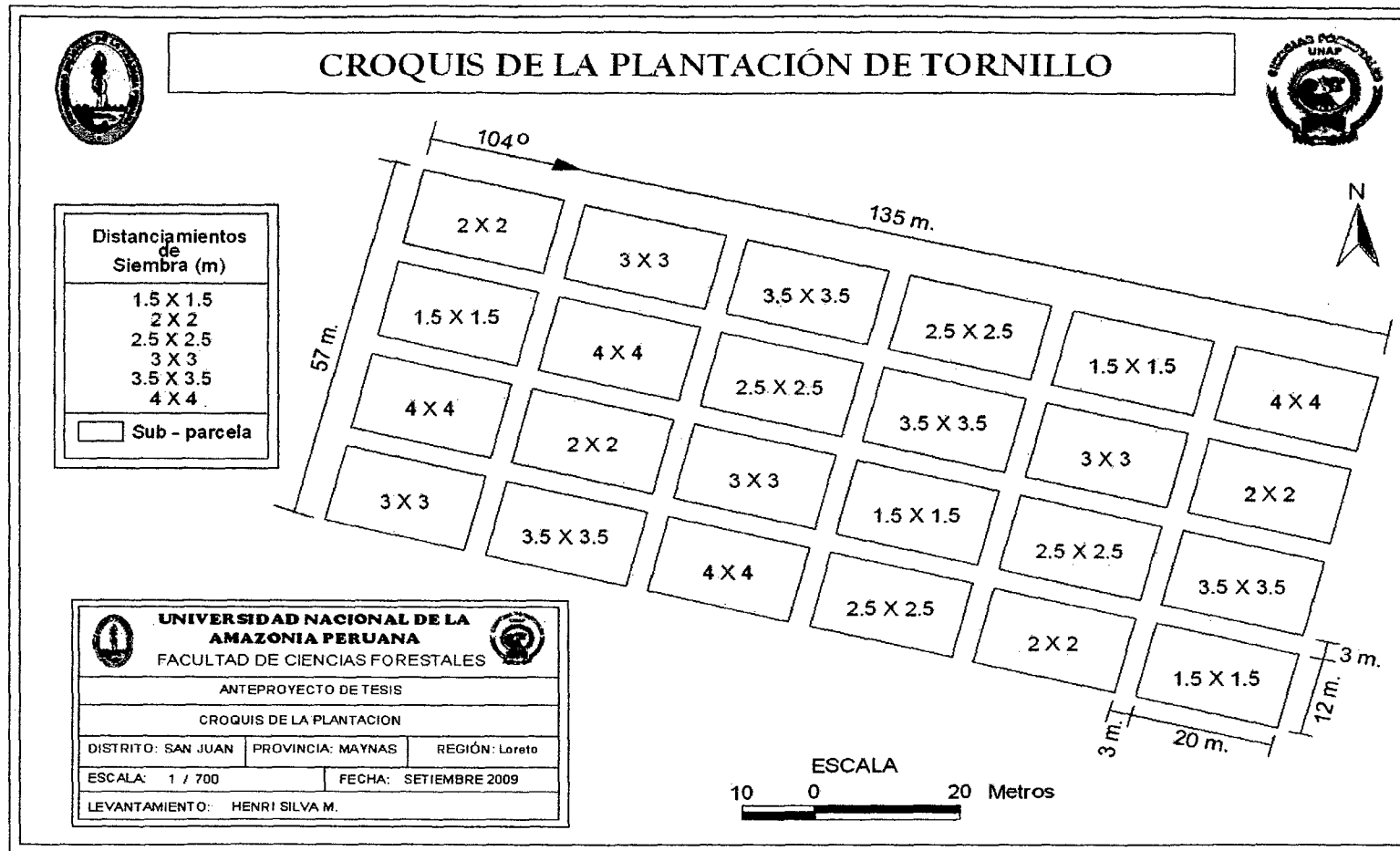


Figura 07.- Croquis de las sub parcelas de *Cedrelinga. Cateniformis* a los 31 años de edad.

Cuadro 12. Datos del inventario

N	Bloque	Dist (m x m)	Cod	Dap (cm)	Ht (m)
1	I	1,5 x 1,5	1	38,86	25.77
2	I	1.5 x 1.5	2	20,3	11.3
3	I	1.5 x 1.5	3	29,28	24.19
4	I	1.5 x 1.5	4	19,22	5.31
5	I	1.5 x 1.5	5	47,39	26.29
6	I	1.5 x 1.5	6	36,28	26.53
7	I	1.5 x 1.5	7	15,59	13.14
8	I	1.5 x 1.5	8	28,2	26.05
9	I	1.5 x 1.5	9	16,1	11.9
10	I	1.5 x 1.5	10	19,16	15.75
11	I	1.5 x 1.5	11	52,07	26.71
12	I	1.5 x 1.5	12	23,01	14.94
13	I	1.5 x 1.5	13	19,6	16.61
14	I	1.5 x 1.5	14	30,84	27.11
15	I	1.5 x 1.5	15	26,48	23.49
16	I	1.5 x 1.5	16	14,64	11.99
17	I	1.5 x 1.5	17	36.18	26.11
18	I	1.5 x 1.5	18	14.13	18.96
19	I	1.5 x 1.5	19	27.91	16.89
20	I	1.5 x 1.5	20	22.75	21.64
21	I	1.5 x 1.5	21	22.98	17.8
22	I	1.5 x 1.5	22	39.15	27.42
23	I	1.5 x 1.5	23	21.13	17.82
24	I	1.5 x 1.5	24	14.92	5.82
25	I	1.5 x 1.5	25	21.35	20.84
26	I	1.5 x 1.5	26	16.48	15.22
27	I	1.5 x 1.5	27	33.26	25.8
28	I	1.5 x 1.5	28	23.55	22.51
29	I	1.5 x 1.5	29	20.21	12.36
30	I	1.5 x 1.5	30	55.38	27.35
31	I	1.5 x 1.5	31	37.62	26.5
32	I	1.5 x 1.5	32	21.96	17.35
33	I	1.5 x 1.5	33	30.93	26.09
34	I	1.5 x 1.5	34	21.16	11.18
35	I	1.5 x 1.5	35	32.72	26.06

N	Bloque	Dist(m x m)	Cod	Dap (cm)	Ht (m)
36	I	2 x 2	1	24.15	20.05
37	I	2 x 2	2	40.55	22.08
38	I	2 x 2	3	32.75	17.25
39	I	2 x 2	4	22.44	19.01
40	I	2 x 2	5	19.28	14.09
41	I	2 x 2	6	36.82	23.17
42	I	2 x 2	7	20.56	12.23
43	I	2 x 2	8	37.52	23.9
44	I	2 x 2	9	56.91	23.51
45	I	2 x 2	10	38.73	17.77
46	I	2 x 2	11	9.45	12.14
47	I	2.5 x 2.5	1	19.98	19.67
48	I	2.5 x 2.5	2	19.41	18.78
49	I	2.5 x 2.5	3	24.54	22.19
50	I	2.5 x 2.5	4	28.2	21.6
51	I	2.5 x 2.5	5	43.83	24.72
52	I	2.5 x 2.5	6	43.54	25.98
53	I	2.5 x 2.5	7	33.1	24.81
54	I	2.5 x 2.5	8	21.89	15.21
55	I	2.5 x 2.5	9	12.57	9.19
56	I	2.5 x 2.5	10	17.02	16.15
57	I	2.5 x 2.5	11	21.39	18.37
58	I	2.5 x 2.5	12	31.79	20.74
59	I	2.5 x 2.5	13	32.49	23.9
60	I	2.5 x 2.5	14	27.43	24.58
61	I	2.5 x 2.5	15	15.43	14.55
62	I	2.5 x 2.5	16	14.16	11.48
63	I	2.5 x 2.5	17	31.19	21.35
64	I	2.5 x 2.5	18	36.98	22.54
65	I	2.5 x 2.5	19	20.3	17.79
66	I	2.5 x 2.5	20	19.16	16.77
67	I	2.5 x 2.5	21	29.79	13.33
68	I	2.5 x 2.5	22	8.11	6.35
69	I	2.5 x 2.5	23	26.35	22.14
70	I	2.5 x 2.5	24	31.09	22.35

Continúa Cuadro 12...

N	Bloque	Dist (m x m)	Cod	Dap (cm)	Ht (m)
71	I	2.5 x 2.5	25	21.07	20.4
72	I	2.5 x 2.5	26	22.88	21.13
73	I	2.5 x 2.5	27	23.04	16.81
74	I	3 x 3	1	20.46	19.55
75	I	3 x 3	2	24.03	18.84
76	I	3 x 3	3	37.36	23.65
77	I	3 x 3	4	42.81	19.07
78	I	3 x 3	5	28.39	15.26
79	I	3 x 3	6	51.37	24.89
80	I	3 x 3	7	28.48	19.35
81	I	3 x 3	8	16.64	12.66
82	I	3 x 3	9	45.29	24.3
83	I	3 x 3	10	37.3	16.86
84	I	3 x 3	11	51.5	24.22
85	I	3 x 3	12	28.8	20.03
86	I	3.5 x 3.5	1	40.26	22.92
87	I	3.5 x 3.5	2	22.34	18.39
88	I	3.5 x 3.5	3	23.1	19.74
89	I	3.5 x 3.5	4	13.4	12.84
90	I	3.5 x 3.5	5	31.06	20.9
91	I	3.5 x 3.5	6	28.64	14.82
92	I	3.5 x 3.5	7	42.49	24.39
93	I	3.5 x 3.5	8	32.78	20.05
94	I	3.5 x 3.5	9	11.07	13.01
95	I	3.5 x 3.5	10	52.01	22.19
96	I	3.5 x 3.5	11	8.08	10.43
97	I	3.5 x 3.5	12	19.25	15.65
98	I	3.5 x 3.5	13	41.53	22.85
99	I	4 x 4	1	55.06	27.11
100	I	4 x 4	2	45.1	27.55
101	I	4 x 4	3	29.92	25.14
102	I	4 x 4	4	39.21	27.52
103	I	4 x 4	5	35.96	26.87
104	I	4 x 4	6	28.56	20.53
105	I	4 x 4	7	43.29	25.1

N	Bloque	Dist(m x m)	Cod	Dap (cm)	Ht (m)
106	I	4 x 4	8	23.17	16.3
107	I	4 x 4	9	30.84	22.73
108	I	4 x 4	10	34.37	23.51
109	II	1.5 x 1.5	1	26.13	17.61
110	II	1.5 x 1.5	2	53.03	19.25
111	II	1.5 x 1.5	3	39.15	18.02
112	II	1.5 x 1.5	4	25.4	11.92
113	II	1.5 x 1.5	5	26	17.57
114	II	1.5 x 1.5	6	19.67	15.47
115	II	2 x 2	1	29.22	26.17
116	II	2 x 2	2	38.38	26.44
117	II	2 x 2	3	22.28	18.65
118	II	2 x 2	4	28.55	20.21
119	II	2 x 2	5	20.46	16.92
120	II	2 x 2	6	23.2	24.49
121	II	2 x 2	7	29.44	22.79
122	II	2 x 2	8	18.23	19.85
123	II	2 x 2	9	16.01	12.64
124	II	2 x 2	10	10.82	8.33
125	II	2 x 2	11	14.26	11.64
126	II	2 x 2	12	18.14	14.82
127	II	2 x 2	13	41.38	25.83
128	II	2 x 2	14	26.29	19.96
129	II	2 x 2	15	28.23	24.2
130	II	2 x 2	16	21.32	11.96
131	II	2 x 2	17	24.41	21.33
132	II	2 x 2	18	16.9	12.4
133	II	2 x 2	19	19.89	17.93
134	II	2 x 2	20	16.58	15.6
135	II	2 x 2	21	15.11	13.35
136	II	2 x 2	22	28.52	20.83
137	II	2 x 2	23	39.34	25.17
138	II	2 x 2	24	33.16	24.01
139	II	2 x 2	25	15.46	15.99
140	II	2 x 2	26	29.82	23.2

Continúa Cuadro 12...

N	Bloque	Dist (m x m)	Cod	Dap (cm)	Ht (m)
141	II	2 x 2	27	21.64	15.75
142	II	2 x 2	28	4.45	6.29
143	II	2 x 2	29	21.8	18.05
144	II	2 x 2	30	23.96	27.17
145	II	2 x 2	31	25.11	26.78
146	II	2 x 2	32	21.89	14.22
147	II	2.5 x 2.5	1	24.41	16.18
148	II	2.5 x 2.5	2	18.01	16.96
149	II	2.5 x 2.5	3	33.16	21.78
150	II	2.5 x 2.5	4	16.01	14.07
151	II	2.5 x 2.5	5	32.56	23.07
152	II	2.5 x 2.5	6	41.28	22.7
153	II	2.5 x 2.5	7	27.5	24.31
154	II	2.5 x 2.5	8	56.72	22.53
155	II	2.5 x 2.5	9	25.27	14.15
156	II	3 x 3	1	28.55	25.9
157	II	3 x 3	2	34.69	23.7
158	II	3 x 3	3	40.48	27.02
159	II	3 x 3	4	31.39	23.6
160	II	3 x 3	5	25.94	24.65
161	II	3 x 3	6	35.87	25.18
162	II	3 x 3	7	23.61	23.26
163	II	3 x 3	8	9.13	9.95
164	II	3 x 3	9	29.28	24.23
165	II	3 x 3	10	29.73	25.37
166	II	3 x 3	11	39.4	26.53
167	II	3 x 3	12	27.43	25.48
168	II	3 x 3	13	19.25	17.49
169	II	3 x 3	14	34.31	24.14
170	II	3 x 3	15	14.41	10.17
171	II	3.5 x 3.5	1	22.12	20.93
172	II	3.5 x 3.5	2	37.68	25.72
173	II	3.5 x 3.5	3	38.54	27.09
174	II	3.5 x 3.5	4	43.57	25.19
175	II	3.5 x 3.5	5	28.87	19.95

N	Bloque	Dist(m x m)	Cod	Dap (cm)	Ht (m)
176	II	3.5 x 3.5	6	38.51	24.34
177	II	3.5 x 3.5	7	13.05	11.88
178	II	3.5 x 3.5	8	44.34	22.84
179	II	3.5 x 3.5	9	19.09	18.06
180	III	1.5 x 1.5	1	18.23	15.29
181	III	1.5 x 1.5	2	23.61	16.12
182	III	1.5 x 1.5	3	29.18	20.22
183	III	1.5 x 1.5	4	21.1	18.85
184	III	1.5 x 1.5	5	37.56	24.94
185	III	1.5 x 1.5	6	19.19	18.46
186	III	1.5 x 1.5	7	16.99	12.53
187	III	1.5 x 1.5	8	25.62	19.88
188	III	1.5 x 1.5	9	15.08	13.28
189	III	1.5 x 1.5	10	17.18	11.92
190	III	1.5 x 1.5	11	32.81	22.92
191	III	1.5 x 1.5	12	28.99	25.19
192	III	1.5 x 1.5	13	38.61	23.57
193	III	1.5 x 1.5	14	14.32	10.78
194	III	1.5 x 1.5	15	21.58	22.78
195	III	1.5 x 1.5	16	21.42	14.59
196	III	2 x 2	1	22.82	18.68
197	III	2 x 2	2	31.51	20.12
198	III	2 x 2	3	16.83	13.38
199	III	2 x 2	4	21.67	17.17
200	III	2 x 2	5	32.34	20.75
201	III	2 x 2	6	30.33	21.66
202	III	2 x 2	7	22.75	15.49
203	III	2 x 2	8	28.96	21.57
204	III	2 x 2	9	38.19	22.49
205	III	2 x 2	10	24.95	21.49
206	III	2 x 2	11	23.36	18.57
207	III	2 x 2	12	32.05	20.61
208	III	2 x 2	13	31.79	16.16
209	III	2 x 2	14	22.82	15.97
210	III	2 x 2	15	29.98	17.92

Continúa Cuadro 12...

N	Bloque	Dist (m x m)	Cod	Dap (cm)	Ht (m)
211	III	2.5 x 2.5	1	20.53	19.61
212	III	2.5 x 2.5	2	35.33	24.93
213	III	2.5 x 2.5	3	15.94	11.52
214	III	2.5 x 2.5	4	30.08	24.14
215	III	2.5 x 2.5	5	25.01	20.24
216	III	2.5 x 2.5	6	19.03	20.08
217	III	2.5 x 2.5	7	33.1	24.26
218	III	2.5 x 2.5	8	12.63	6.51
219	III	2.5 x 2.5	9	26.73	20.87
220	III	2.5 x 2.5	10	33.42	18.96
221	III	2.5 x 2.5	11	24.06	22.65
222	III	2.5 x 2.5	12	28.67	24.06
223	III	2.5 x 2.5	13	26.22	24.74
224	III	2.5 x 2.5	14	14.92	15.93
225	III	2.5 x 2.5	15	35.23	26.45
226	III	2.5 x 2.5	16	28.8	22.42
227	III	2.5 x 2.5	17	33.1	24.04
228	III	2.5 x 2.5	18	21.45	15
229	III	2.5 x 2.5	19	18.62	18.88
230	III	2.5 x 2.5	20	26.89	25.1
231	III	2.5 x 2.5	21	22.4	15.29
232	III	2.5 x 2.5	22	16.8	15.8
233	III	2.5 x 2.5	23	58.63	27.03
234	III	2.5 x 2.5	24	28.71	23.64
235	III	3 x 3	1	14.67	10.51
236	III	3 x 3	2	32.88	22.46
237	III	3 x 3	3	18.08	14.25
238	III	3 x 3	4	23.68	16.02
239	III	3 x 3	5	28.55	20.84
240	III	3 x 3	6	30.11	21.64
241	III	3 x 3	7	20.75	11.35
242	III	3 x 3	8	20.94	16.57
243	III	3 x 3	9	27.59	20.21
244	III	3 x 3	10	11.49	9.96
245	III	3 x 3	11	27.12	21.34

N	Bloque	Dist(m x m)	Cod	Dap (cm)	Ht (m)
246	III	3 x 3	12	13.81	15.6
247	III	3 x 3	13	32.21	22.84
248	III	3 x 3	14	30.2	21.64
249	III	3 x 3	15	27.72	21.03
250	III	3.5 x 3.5	1	49.01	26.46
251	III	3.5 x 3.5	2	39.47	25.66
252	III	3.5 x 3.5	3	47.01	31.03
253	III	3.5 x 3.5	4	25.87	15.48
254	III	3.5 x 3.5	5	46.91	23.62
255	III	3.5 x 3.5	6	27.18	26
256	III	3.5 x 3.5	7	42.3	27.6
257	III	3.5 x 3.5	8	22.47	12
258	III	3.5 x 3.5	9	38.89	22.71
259	III	3.5 x 3.5	10	23.36	19.36
260	III	3.5 x 3.5	11	24.92	17.53
261	III	4 x 4	1	27.27	16.4
262	IV	1.5 x 1.5	1	15.18	17.31
263	IV	1.5 x 1.5	2	13.81	16.63
264	IV	1.5 x 1.5	3	21.42	17.03
265	IV	1.5 x 1.5	4	13.46	10.03
266	IV	1.5 x 1.5	5	11.71	10.79
267	IV	1.5 x 1.5	6	10.98	6.06
268	IV	1.5 x 1.5	7	12.57	12.93
269	IV	1.5 x 1.5	8	40.01	22.66
270	IV	1.5 x 1.5	9	13.97	15.26
271	IV	1.5 x 1.5	10	12.76	9.27
272	IV	1.5 x 1.5	11	27.75	15.17
273	IV	1.5 x 1.5	12	31.54	25.98
274	IV	1.5 x 1.5	13	24.35	20.75
275	IV	1.5 x 1.5	14	20.05	15.8
276	IV	1.5 x 1.5	15	35.3	26.5
277	IV	1.5 x 1.5	16	17.79	15.79
278	IV	1.5 x 1.5	17	9.39	10.95
279	IV	1.5 x 1.5	18	19.32	19.24
280	IV	1.5 x 1.5	19	16.71	14.37

Continúa Cuadro 12...

N	BLOQUE	DISTANCIA (m x m)	CODIGO	DAP (cm)	Ht (m)
281	IV	1.5 x 1.5	20	22.53	23.65
282	IV	1.5 x 1.5	21	26.83	27.08
283	IV	1.5 x 1.5	22	20.72	15.72
284	IV	1.5 x 1.5	23	11.93	11.51
285	IV	1.5 x 1.5	24	21.61	21.08
286	IV	1.5 x 1.5	25	30.08	26.97
287	IV	1.5 x 1.5	26	19.13	19.72
288	IV	1.5 x 1.5	27	16.61	18.82
289	IV	1.5 x 1.5	28	15.34	13.55
290	IV	1.5 x 1.5	29	43.44	27.51
291	IV	1.5 x 1.5	30	20.37	22.15
292	IV	1.5 x 1.5	31	40.1	26.27
293	IV	2 x 2	1	23.01	21.72
294	IV	2 x 2	2	20.62	22.72
295	IV	2 x 2	3	19.09	21.34
296	IV	2 x 2	4	18.49	20.29
297	IV	2 x 2	5	40.2	26.04
298	IV	2 x 2	6	17.5	21.83
299	IV	2 x 2	7	28.77	23.95
300	IV	2 x 2	8	26.99	21.45
301	IV	2 x 2	9	25.65	22.99
302	IV	2 x 2	10	49.52	27
303	IV	2 x 2	11	16.29	12.97
304	IV	2 x 2	12	28.71	23.62
305	IV	2 x 2	13	23.61	22.21
306	IV	2 x 2	14	14.67	9
307	IV	2.5 x 2.5	1	25.05	20.36
308	IV	2.5 x 2.5	2	17.34	15.56
309	IV	2.5 x 2.5	3	32.72	23.94
310	IV	2.5 x 2.5	4	16.46	15.81
311	IV	2.5 x 2.5	5	23.49	20.94
312	IV	2.5 x 2.5	6	15.69	16.31
313	IV	2.5 x 2.5	7	14	11.55
314	IV	2.5 x 2.5	8	24.63	20.76
315	IV	2.5 x 2.5	9	19.63	14.91
316	IV	2.5 x 2.5	10	21.48	20

N	BLOQUE	DISTANCIA (m x m)	CODIGO	DAP (cm)	Ht (m)
317	IV	2.5 x 2.5	11	28.55	22.36
318	IV	2.5 x 2.5	12	24.92	22.91
319	IV	2.5 x 2.5	13	17.34	9.41
320	IV	2.5 x 2.5	14	27.02	20.13
321	IV	2.5 x 2.5	15	26.73	21.29
322	IV	2.5 x 2.5	16	14.54	12.15
323	IV	2.5 x 2.5	17	35.23	23.78
324	IV	3 x 3	1	19.89	18.4
325	IV	3 x 3	2	22.24	10.64
326	IV	3 x 3	3	9.99	6.58
327	IV	3 x 3	4	24.66	21.3
328	IV	3 x 3	5	18.01	17.47
329	IV	3 x 3	6	37.87	23.48
330	IV	3 x 3	7	30.65	16.1
331	IV	3 x 3	8	49.59	22.82
332	IV	3 x 3	9	32.84	21
333	IV	3 x 3	10	30.87	19.41
334	IV	3.5 x 3.5	1	32.97	20.15
335	IV	3.5 x 3.5	2	28.45	21.98
336	IV	3.5 x 3.5	3	30.81	20.89
337	IV	3.5 x 3.5	4	17.28	17.58
338	IV	3.5 x 3.5	5	17.02	19.34
339	IV	3.5 x 3.5	6	25.27	22.2
340	IV	3.5 x 3.5	7	22.91	17.52
341	IV	3.5 x 3.5	8	24.63	20.21
342	IV	3.5 x 3.5	9	25.91	19.74
343	IV	3.5 x 3.5	10	18.33	14.28
344	IV	4 x 4	1	22.95	20.06
345	IV	4 x 4	2	22.95	16.86
346	IV	4 x 4	3	28.42	17.36
347	IV	4 x 4	4	38.16	23.05
348	IV	4 x 4	5	25.01	21.4
349	IV	4 x 4	6	45.29	18.2
350	IV	4 x 4	7	31.16	25.2
351	IV	4 x 4	8	17.28	9.96
352	IV	4 x 4	9	15.02	17.63

Cuadro 13. Cuadro Auxiliar del Análisis de Varianza del crecimiento en diámetro a través de la estimación del valor de la parcela perdida.

Tratamientos	Bloques				Totales de Tratamientos
	I	II	III	IV	
A	27,12	31,53	23,79	21,15	103,59
B	30,79	23,22	27,31	25,18	106,49
C	25,01	30,51	26,48	22,59	104,60
D	34,33	28,19	23,94	27,60	114,05
E	28,11	31,70	35,17	24,32	119,30
F	36,50	32,51	27,20	27,31	123,52
Totales de Bloques	181,85	177,65	163,90	148,15	671,55

Cuadro 14. Cuadro Auxiliar del Análisis de Varianza de altura total a través de la estimación del valor de la parcela perdida.

Tratamientos	Bloques				Totales de Tratamientos
	I	II	III	IV	
A	19,74	16,64	18,21	17,95	72,54
B	18,65	18,84	18,80	21,22	77,52
C	19,00	19,53	20,51	18,36	77,39
D	19,89	22,44	17,75	17,72	77,81
E	18,32	21,78	22,50	19,39	81,98
F	24,24	20,48	16,40	18,86	79,97
Totales de Bloques	119,83	119,71	114,16	113,51	467,21

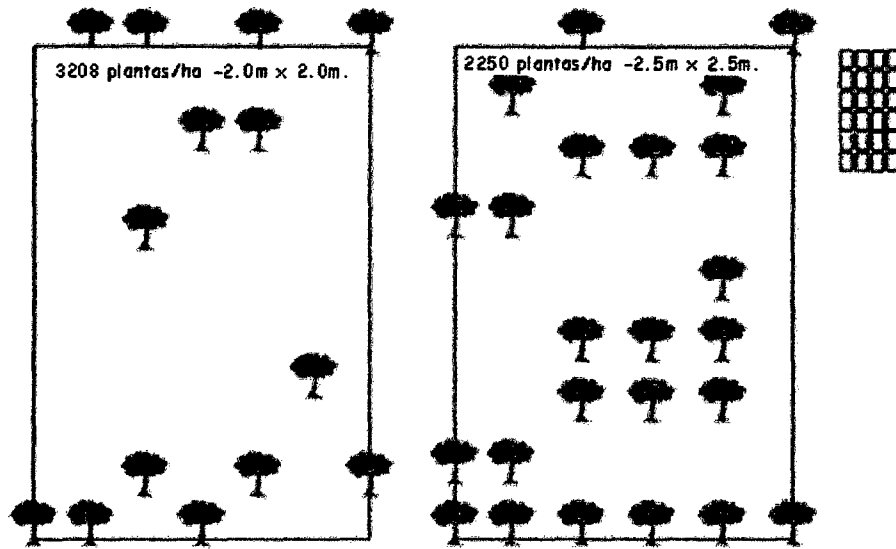


Figura 08. Dispersión del tornillo a una densidad de siembra de 3208 y 2250 plantas/ha a un distanciamiento de 2.0m x 2.0m y 2.5m x 2.5m.

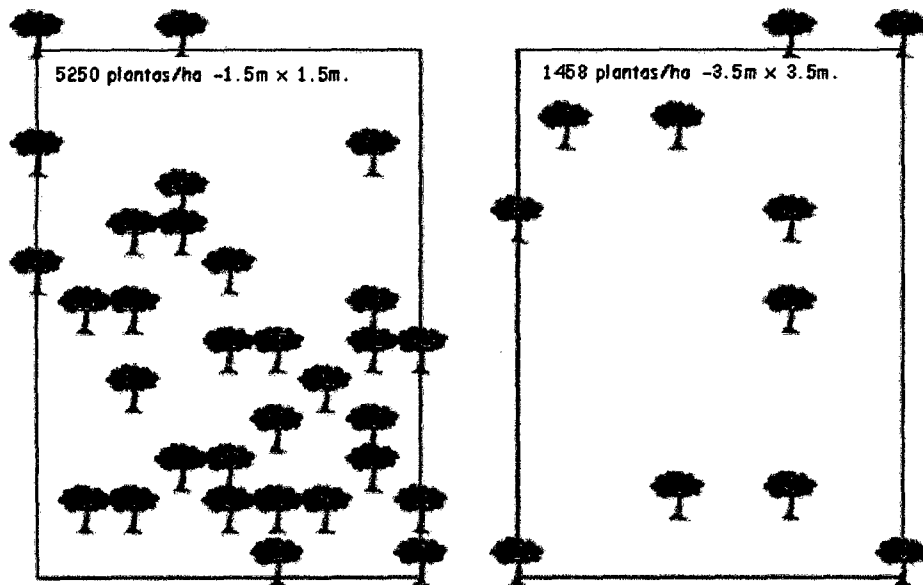


Figura 09. Dispersión del tornillo a una densidad de siembra de 5250 y 1458 plantas/ha a un distanciamiento de 1.5m x 1.5m y 3.5m x 3.5m.

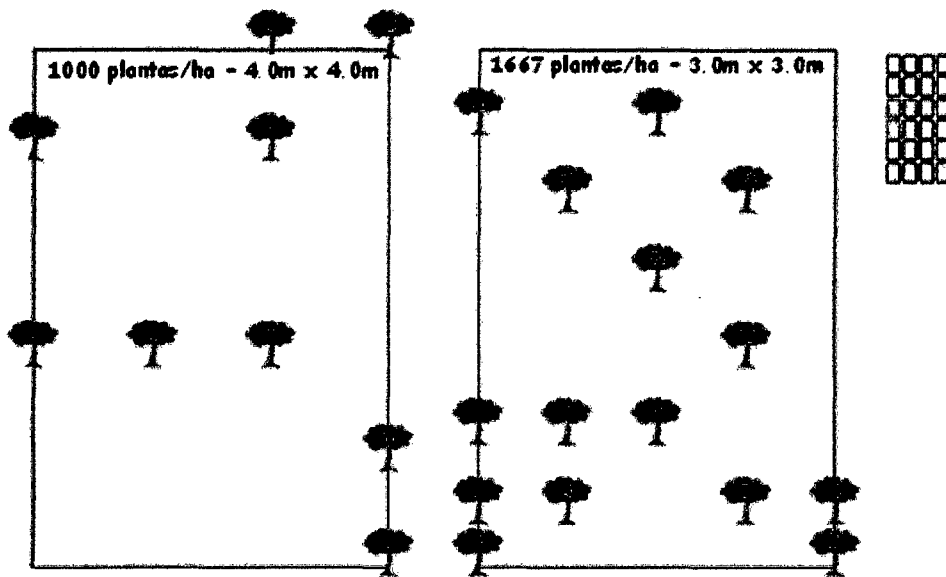


Figura 10. Dispersión del tornillo a una densidad de siembra de 1000 y 1667 plantas/ha a un distanciamiento de 4.0m x 4.0m y 3.0m x 3.0m.

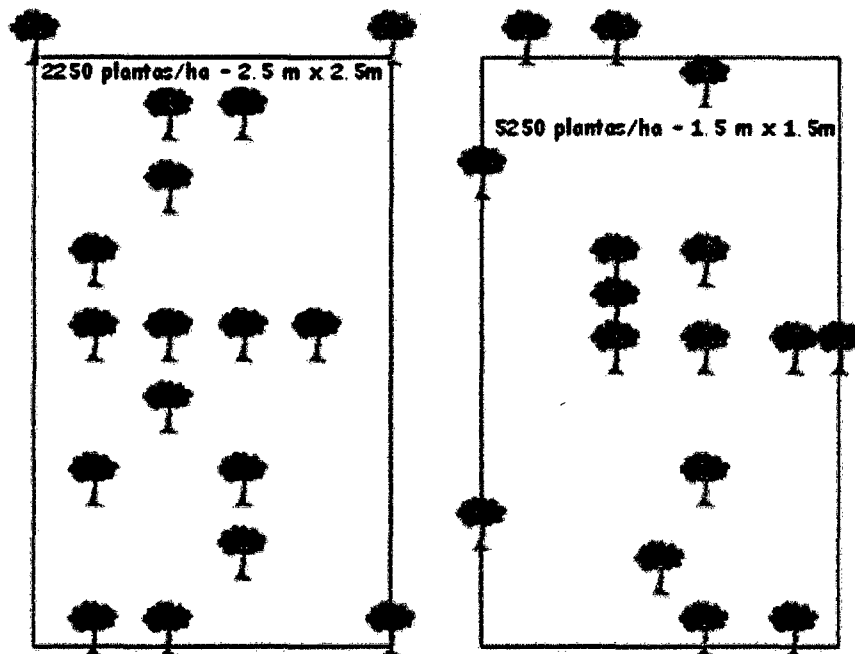


Figura 11. Dispersión del tornillo a una densidad de siembra de 2250 y 5250 plantas/ha a un distanciamiento de 2.5m x 2.5m y 1.5m x 1.5m.

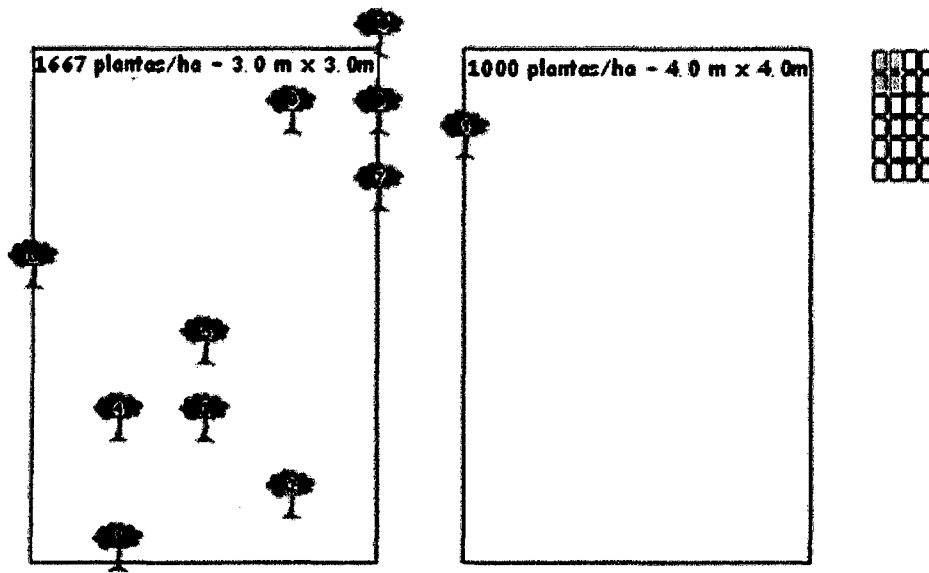


Figura 12. Dispersión del tornillo a una densidad de siembra de 1667 y 1000 plantas/ha a un distanciamiento de 3.0m x 3.0m y 4.0m x 4.0m.

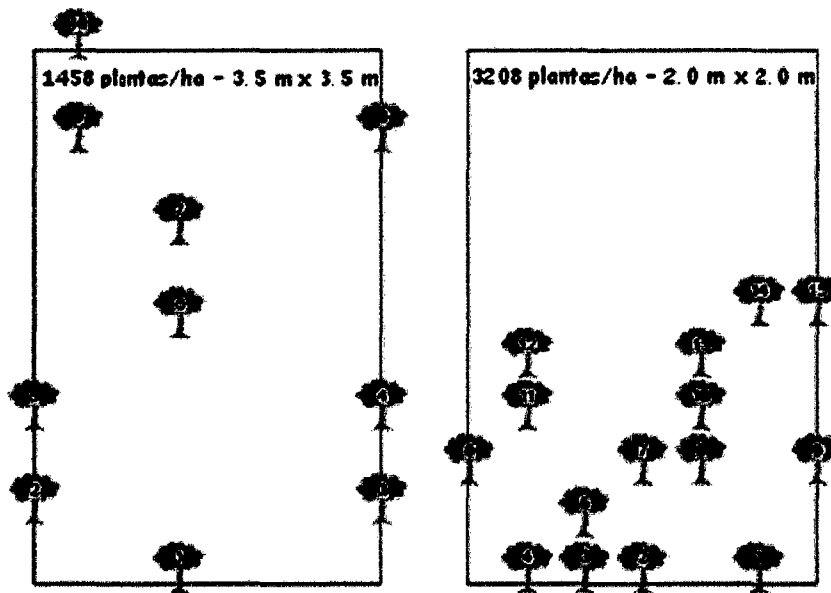


Figura 13. Dispersión del tornillo a una densidad de siembra de 1458 y 3208 plantas/ha a un distanciamiento de 3.5m x 3.5m y 2.0m x 2.0m

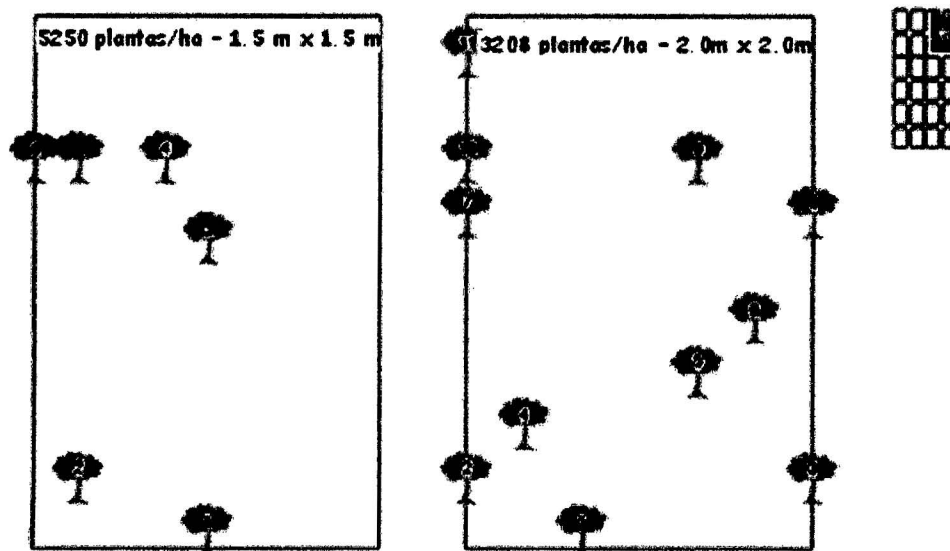


Figura 14. Dispersión del tornillo a una densidad de siembra de 5250 y 3208 plantas/ha a un distanciamiento de 1.5m x 1.5m y 2.0m x 2.0m

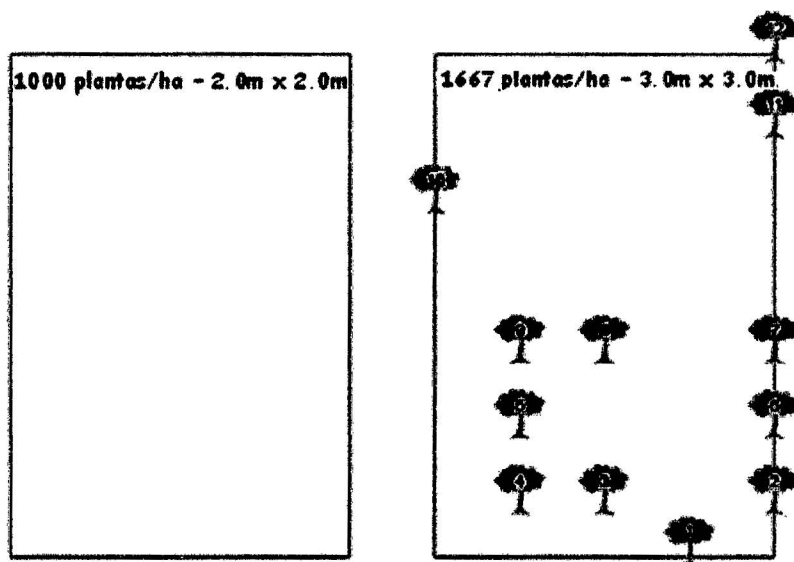


Figura 15. Dispersión del tornillo a una densidad de siembra de 1000 y 1667 plantas/ha a un distanciamiento de 4.0 x 4.0m y 3.0m x 3.0m

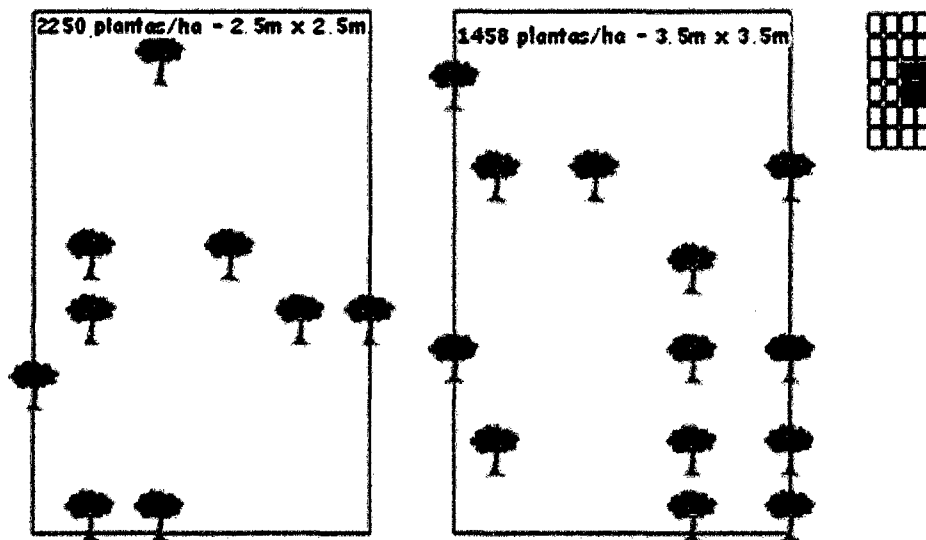


Figura 16. Dispersión del tornillo a una densidad de siembra de 2250 y 1458 plantas/ha a un distanciamiento de 2.5 x 2.5m y 3.5m x 3.5m

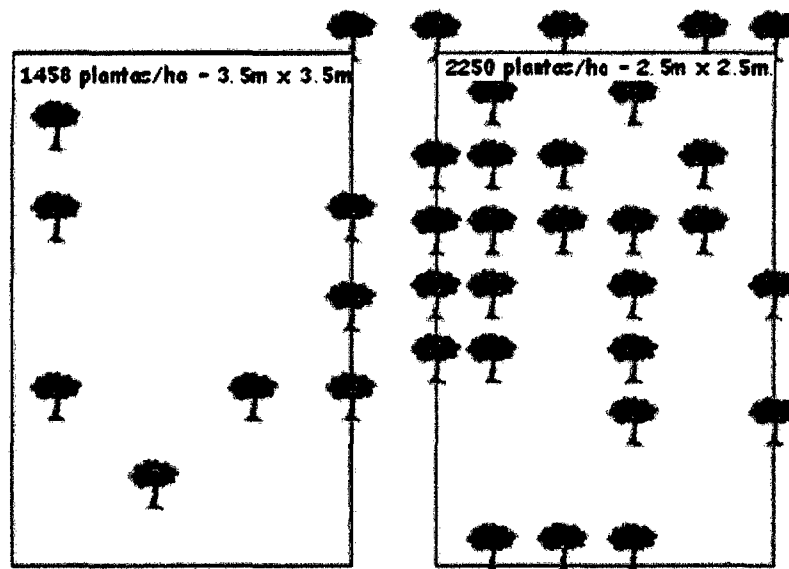


Figura 17. Dispersión del tornillo a una densidad de siembra de 1458 y 2250 plantas/ha a un distanciamiento de 3.5 x 3.5m y 2.5m x 2.5m.

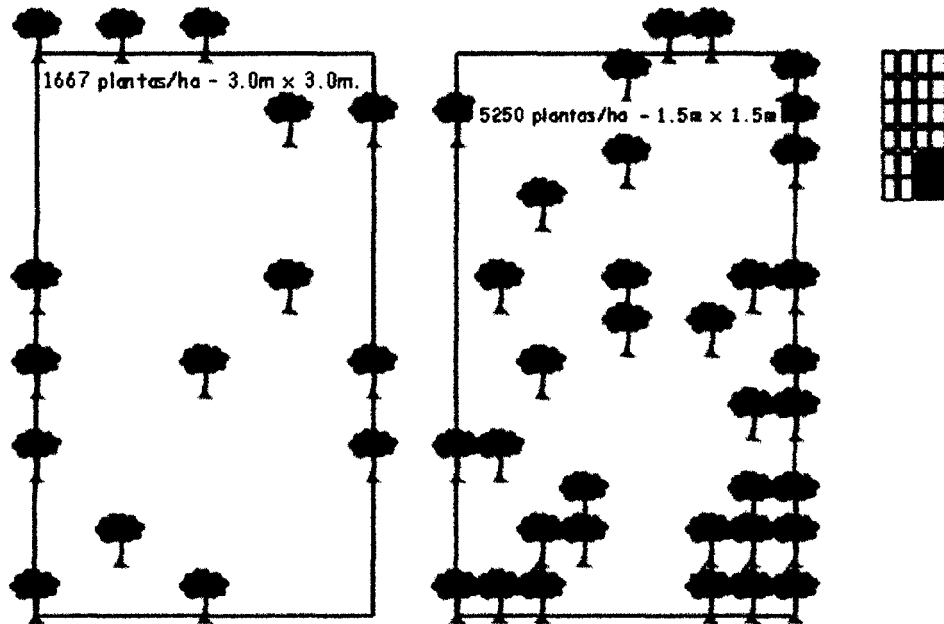


Figura 18. Dispersión del tornillo a una densidad de siembra de 1667 y 5250 plantas/ha a un distanciamiento de 3.0 x 3.0m y 1.5m x 1.5m.

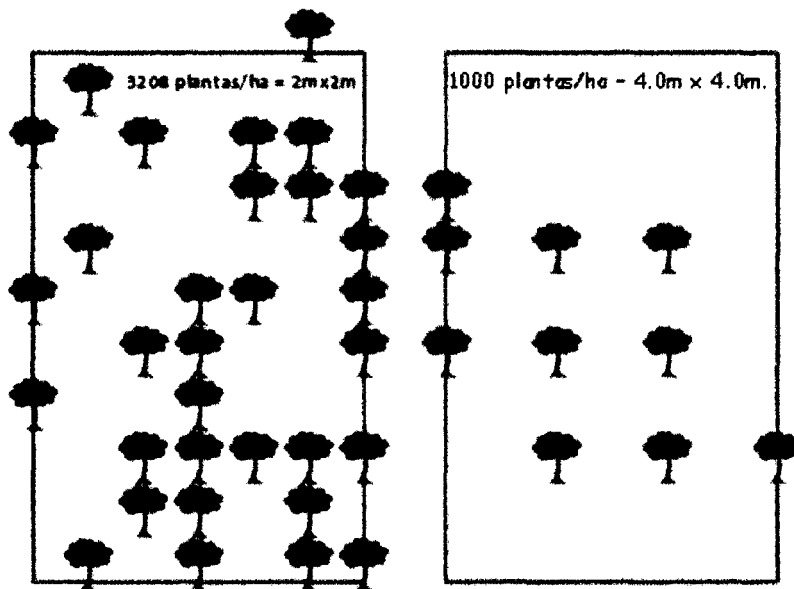


Figura 19. Dispersión del tornillo a una densidad de siembra de 3208 y 1000 plantas/ha a un distanciamiento de 2.0 x 2.0m y 4.0m x 4.0m.



Figura 20. Medición de las alturas totales a través del hipsómetro laser.

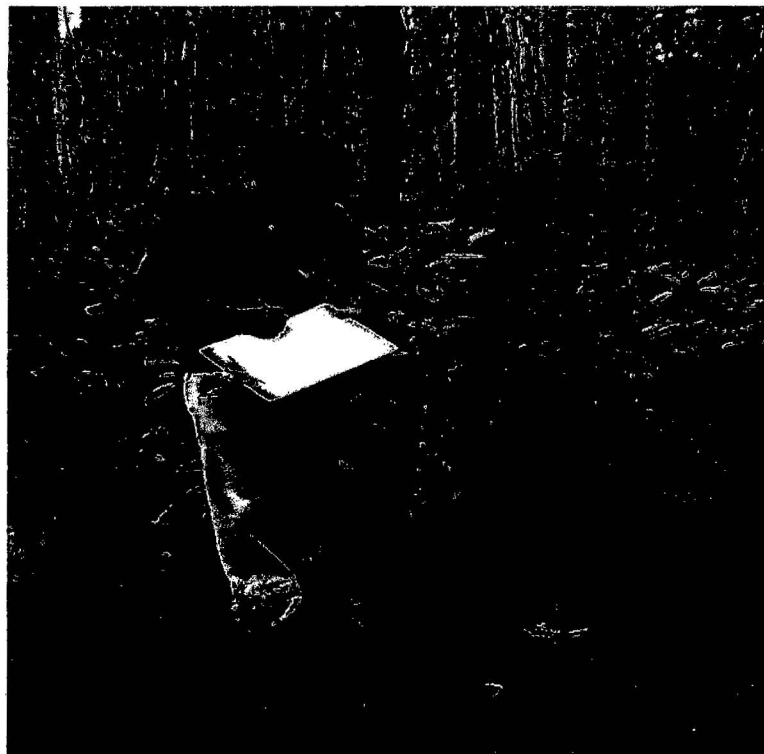


Figura 21. Mortalidad por competencia intraespecífica.



Figura 22. Competencia intraespecífica de los individuos de *Cedrelinga cateniformis* "tornillo".



Figura 23. Medición de los distanciamientos de siembra de los individuos de *Cedrelinga cateniformis* "tornillo".



Figura 24. Individuos de *Cedrelinga cateniformis* "tornillo", inventariados y pintados a una altura DAP (1.30 m).

Nombre, correo electrónico y dirección del Tesista y del asesor

Tesista Bach. Henri Frank Silva Moreno, silva_forestal@hotmail.com, Calle Manco Cápac 248, 965692608 -*069685 – (65) 233008.

Asesor de la tesis, Dr. Rodil Tello Espinoza, rte_unap@hotmail.com.

GALAXIA ENTOR. L.

RESUMEN POR CUENTA CONTABLE

AÑO FISCAL 2010

FACTOR ANUAL DE AJUSTE : 1.000

Pág. Nº 1 de 1

CUENTA CONTABLE	NOMBRE DE LA CUENTA	% DEP.	VALOR			DEPRECIACION				VALOR NETO
			ADQUISICION	ANTERIOR	ACTUAL	ANTERIOR	DEL PERIODO	ACTUALIZADA	ACUMULADA	
15	EDIFICIOS Y ESTRUCTURAS									
15030103	Para Transporte Acuatico	25.00	82,485.50	56,665.50	82,485.50	33,659.73	9,959.00	43,618.73	43,618.73	38,866.77
1503020101	Maquinas Y Equipos De Oficina	10.00	755,305.55	739,005.55	755,305.55	225,493.23	74,551.41	300,044.64	300,044.64	455,260.91
1503020102	Mobiliario De Oficina	10.00	69,611.44	69,611.44	69,611.44	23,484.38	6,961.14	30,445.52	30,445.52	39,165.92
1503020301	Equipos Computacionales Y Periféricos	25.00	75,504.55	68,364.55	75,504.55	52,830.92	6,820.05	59,650.97	59,650.97	15,853.58
	TOTAL CUENTA		982,907.04	933,647.04	982,907.04	335,468.26	98,291.60	433,759.86	433,759.86	549,147.18
91	BIENES EN PRESTAMO, CUSTODIA Y NO DEPRECIABLES									
91050301	Maquinaria Y Equipo No Depreciable	0.00	30,288.20	27,618.20	28,098.20					28,098.20
91050303	Muebles Y Enseres No Depreciable	0.00	2,419.00	2,324.00	2,419.00					2,419.00
	TOTAL CUENTA		32,707.20	29,942.20	30,517.20					30,517.20
	TOTAL GENERAL		1,015,614.24	963,589.24	1,013,424.24	335,468.26	98,291.60	433,759.86	433,759.86	579,664.38