

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA**  
**FACULTAD DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES**  
**DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE CIENCIAS DE LOS RECURSOS**  
**NATURALES RENOVABLES**



**EFFECTO DE LA FERTILIZACIÓN INICIAL CON NPK EN TRES**  
**ESPECIES FORESTALES, REGIÓN SAN MARTÍN - PERÚ**

**Tesis**

**Para optar al título de:**

**INGENIERO EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES**  
**MENCIÓN FORESTALES**

**DEINY CHUNG SALDAÑA**

**PROMOCIÓN 2011 - I**

**Tingo María – Perú**

**2013**



**K10**

**Ch94**

**Chung Saldaña, Deiny**

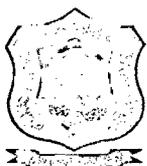
Efecto de la fertilización inicial con NPK en tres especies forestales, Región San Martín Perú. Tingo María, 2013

72 páginas.; 13 cuadros; 10 figuras.; 41 ref.; 30 cm.

Tesis (Ing. Recursos Naturales Renovables, Mención: Forestales)

Universidad Nacional Agraria de la Selva, Tingo María (Perú). Facultad de Recursos Naturales Renovables.

- |  |                         |
|--|-------------------------|
| <b>1. COLUBRINA GLANDULOSA PERKINS</b>   | <b>2. CRECIMIENTO</b>   |
| <b>3. CALYCOPHYLLUM SPRUCEANUM BENTH</b> | <b>4. CEDRELA</b>       |
| <b>ODORATA L</b>                         | <b>5. FERTILIZACIÓN</b> |
|  | <b>6. PLANTACIÓN</b>    |



**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA**  
Tingo María – Perú



**FACULTAD DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES**

## **ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS**

Los que suscriben, Miembros del Jurado de Tesis, reunidos con fecha 07 de marzo del 2013, a horas 07:00 p.m. en la Sala de Grados de la Facultad de Recursos Naturales Renovables de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, para calificar la Tesis titulada:

### **“EFECTO DE LA FERTILIZACIÓN INICIAL CON NPK EN TRES ESPECIES FORESTALES, REGIÓN SAN MARTÍN - PERÚ”**

Presentado por la Bachiller: **DEINY CHUNG SALDAÑA**, después de haber escuchado la sustentación y las respuestas a las interrogantes formuladas por el Jurado, se declara aprobado con el calificativo de **“BUENO”**

En consecuencia, la sustentante queda apta para optar el Título de **INGENIERO EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES**, mención **FORESTALES**, que será aprobado por el Consejo de Facultad, tramitándolo al Consejo Universitario para la otorgación del Título correspondiente.

Tingo María, 11 de marzo del 2013.

Ing. M.Sc. **LUCIO MANRIQUE DE LARA SUÁREZ**  
PRESIDENTE

Ing. **RAÚL ARAUJO TORRES**  
VOCAL

Ing. **ROBERTO OBREGÓN PEÑA**  
VOCAL



Ing. M.Sc. **LADISLAO RUIZ RENGIFO**  
ASESOR

## DEDICATORIA

A DIOS, por haber mandado al mundo a nuestro salvador JESUCRISTO. ÉL hizo posible mi realización profesional ayudándome a vencer todos los obstáculos presentes y me colmó de muchas BENDICIONES al momento de realizar esta investigación.

A mi querida madre LILA SALDAÑA FERNÁNDEZ por darme la vida y apoyarme durante mis estudios profesionales, brindándome amor y confianza.

A mis hermanos Kelly, Gary y Jordy, por su cariño y apoyo en todos estos años.

A Dean Harold RUVINA LÓPEZ por su amor y apoyo incondicional.

## **AGRADECIMIENTOS**

Durante mi formación profesional, personal y elaboración de la presente investigación, varias personas colaboraron directa e indirectamente, a quienes deseo expresar mi más profundo reconocimiento:

- A la Universidad Nacional Agraria de la Selva por la formación académica profesional que me brindó en sus aulas.
- Al Ing. Msc Ladislao Ruiz Rengifo por su meritorio asesoramiento del presente trabajo y verdadera amistad demostrada a lo largo de mi formación académica.
- A todos los profesores que me brindaron sus conocimientos a través de las aulas universitarias.
- Al Ing. Groner Rojas Paima y a la familia Bardales por su amistad y colaboración para poder realizar el presente trabajo.
- A la familia López Merino y Ruvina Flores por su amistad, apoyo incondicional y enseñarme el camino, la verdad y la vida durante mis estudios universitarios y vida cotidiana.
- A todos mis Familiares que día a día fueron mi motivo para lograr superarme.

## ÍNDICE GENERAL

	Pág.
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
2.1. Fertilidad y nutrimentos en el suelo.....	3
2.1.1. Potencial hidrógeno (pH).....	3
2.1.2. Calcio .....	4
2.1.3. Materia orgánica.....	6
2.1.4. CIC .....	6
2.1.5. Nitrógeno.....	7
2.1.6. Fósforo .....	7
2.1.7. Potasio .....	8
2.2. Abonamiento de plantas .....	8
2.2.1. Los árboles podrían responder a una mayor disponibilidad de los nutrientes en tres formas.....	11
2.2.2. La edad de los rodales y los patrones de respuesta .....	14
2.2.3. Mecanismos que determinan las interacciones genotipo-nutrientes.....	15

2.2.4. La fertilización puede alterar la resistencia a las plagas.....	15
2.3. Molimax 20 – 20 – 20.....	17
2.4. Aspectos generales de la capirona ( <i>Calycophyllum spruceanum</i> Benth.).....	18
2.5. Aspectos generales de la shaina ( <i>Colubrina glandulosa</i> Perkins).....	19
2.6. Aspectos generales del cedro ( <i>Cedrela odorata</i> L.).....	21
2.6.1. Desarrollo de plántulas.....	22
2.7. Factores de evaluación en una plantación.....	24
2.7.1. Crecimiento de la planta.....	24
2.7.2. Estado fitosanitario.....	25
2.8. Antecedentes sobre fertilización en especies forestales.....	26
III. MATERIALES Y MÉTODOS .....	30
3.1. Lugar de ejecución.....	30
3.1.1. Ubicación.....	30
3.1.2. Clima y ecología.....	30
3.1.3. Suelos .....	30

3.2. Materiales.....	31
3.3. Metodología .....	31
3.3.1. Establecimiento de la parcela experimental .....	31
3.3.2. Manejo de la parcela experimental.....	34
3.3.3. Diseño experimental.....	35
3.3.4. Tratamientos .....	36
3.3.5. Variables evaluadas .....	39
3.3.6. Análisis de datos .....	41
IV. RESULTADOS .....	42
4.1. Altura total.....	42
4.2. Diámetro del tallo de las plantas .....	45
4.3. Diámetro de copa.....	47
4.4. Sanidad .....	50
V. DISCUSIÓN.....	51
5.1. Altura total.....	51
5.2. Diámetro.....	54
5.3. Diámetro de copa.....	57

5.4. Sanidad.....	59
VI. CONCLUSIONES.....	62
VII. RECOMENDACIONES.....	63
VIII. ABSTRACT .....	64
IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	65
ANEXO .....	72

## ÍNDICE DE CUADROS

	Pág.
1. Niveles de pH en el suelo.....	4
2. Niveles de carbonato de calcio. ....	5
3. Niveles de contenido de materia orgánica. ....	6
4. Niveles de capacidad de intercambio catiónico para un pH > de 5.5. ....	6
5. Niveles de contenido de nitrógeno. ....	7
6. Niveles de contenido de carbonato de fósforo. ....	7
7. Niveles de contenido de potasio. ....	8
8. Número de tratamientos.....	37
9. Esquema del análisis de varianza.....	39
10. Análisis de varianza respecto a la variable altura de las especies forestales en estudio. ....	43
11. Análisis de varianza respecto a la variable diámetro basal del fuste de las especies forestales en estudio.....	45
12. Análisis de varianza respecto a la variable diámetro de copa de las especies forestales en estudio.....	48

13.	Ataque de la <i>Hypsiphylia grandella</i> en plantas instaladas de <i>C. odorata</i> .....	50
14.	ANOVA de la variable altura total a los 15 días después de la plantación.....	73
15.	Prueba Tukey respecto al efecto principal del factor especies en la variable altura total durante los 15 días después de la plantación.....	73
16.	Prueba Tukey respecto al efecto principal del factor dosis en la variable altura total durante los 15 días después de la plantación.....	74
17.	ANOVA de la variable altura total a los 105 días después de la plantación.....	74
18.	Prueba Tukey respecto al efecto principal del factor especies en la variable altura total durante los 105 días después de la plantación.....	75
19.	Prueba Tukey respecto al efecto principal del factor dosis en la variable altura total durante los 105 días después de la plantación.....	75
20.	ANOVA de la variable altura total a los 195 días después de la plantación.....	75

21.	Prueba Tukey respecto al efecto principal del factor especies en la variable altura total durante los 195 días después de la plantación.....	76
22.	Prueba Tukey respecto al efecto principal del factor dosis en la variable altura total durante los 195 días después de la plantación.....	76
23.	ANOVA de la variable diámetro basal del fuste a los 15 días después de la plantación.....	76
24.	Prueba Tukey del efecto principal del factor especies en la variable diámetro basal del fuste durante los 15 días de la plantación.....	77
25.	Prueba Tukey del efecto principal del factor dosis en la variable diámetro basal del fuste durante los 15 días de la plantación.....	77
26.	ANOVA de la variable diámetro basal del fuste a los 105 días después de la plantación.....	77
27.	Prueba Tukey del efecto principal del factor especies en la variable diámetro basal del fuste durante los 105 días de la plantación.....	78

28.	Prueba Tukey del efecto principal del factor dosis en la variable diámetro basal del fuste durante los 105 días de la plantación.....	78
29.	ANOVA de la variable diámetro basal del fuste a los 195 días después de la plantación.....	78
30.	Prueba Tukey del efecto principal del factor especies en la variable diámetro basal del fuste durante los 195 días de la plantación.....	79
31.	Prueba Tukey del efecto principal del factor dosis en la variable diámetro basal del fuste durante los 195 días de la plantación.....	79
32.	ANOVA de la variable diámetro de copa a los 15 días después de la plantación.....	79
33.	Prueba Tukey del efecto principal del factor especies en la variable diámetro de copa durante los 15 días después de la plantación.....	80
34.	Prueba Tukey del efecto principal del factor dosis en la variable diámetro de copa durante los 15 días después de la plantación.....	80
35.	ANOVA de la variable diámetro de copa a los 105 días después de la plantación.....	80

36.	Prueba Tukey del efecto principal del factor especies en la variable diámetro de copa durante los 105 días después de la plantación.....	81
37.	Prueba Tukey del efecto principal del factor dosis en la variable diámetro de copa durante los 105 días después de la plantación.....	81
38.	ANOVA de la variable diámetro de copa a los 195 días después de la plantación.....	81
39.	Prueba Tukey respecto al efecto principal del factor especies en la variable diámetro de copa durante los 195 días después de la plantación. ....	82
40.	Prueba Tukey respecto al efecto principal del factor dosis en la variable diámetro de copa durante los 195 días después de la plantación. ....	82

## ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
1. Elaboración de la línea base en la plantación.....	33
2. Distribución de los tratamientos en la parcela experimental. ....	35
3. Variables registradas en la unidad experimental.....	40
4. Efectos principales del factor especies respecto al crecimiento de la altura total, evaluados durante 7 meses.....	44
5. Efectos principales del factor niveles de fertilizante respecto al crecimiento de la altura total, evaluados durante 7 meses.....	44
6. Efectos principales del factor especies respecto al crecimiento del diámetro basal del tallo.....	46
7. Efectos principales del factor niveles de fertilizante respecto al crecimiento del diámetro basal del fuste. ....	47
8. Efectos principales del factor especies respecto al crecimiento del diámetro de copa.....	49
9. Efectos principales del factor niveles de fertilizante respecto al crecimiento de diámetro de copa. ....	49
10. Presencia del ataque del lepidóptera <i>Hypsiphylia grandella</i> en plantas de <i>C. odorata</i> bajo fertilización. ....	50

11.	Plantones de <i>C. odorata</i> utilizados para la investigación. ....	83
12.	Plantón de <i>C. glandulosa</i> establecido en campo definitivo. ....	83
13.	Primera evaluación de la <i>C. glandulosa</i> . ....	84
14.	Control de maleza en la parcela experimental. ....	84
15.	Aplicación de los tratamientos (fertilizante Molimax). ....	85
16.	Planta de <i>C. glandulosa</i> y <i>C. odorata</i> al final de la investigación. ....	85
17.	Ubicación de la parcela experimental. ....	86
18.	Análisis de la muestra del suelo. ....	87

## RESUMEN

Con la finalidad de determinar la influencia del fertilizante Molimax 20 – 20 – 20 sobre el crecimiento inicial de tres especies forestales. Se estableció una parcela experimental en el fundo del Sr Francisco BARDALES AMASIFUEN, ubicado a 25 Km desde la ciudad de Bellavista y a 340 msnm; se usó el diseño en Bloque Completo al Azar (DBCA) con arreglo factorial de la forma 4A x 3B, cuyo factor A (0 g, 40 g, 80 g, y 120 g de fertilizante Molimax) y el factor B shaina (*Colubrina glandulosa* Perkins), capirona (*Calycophyllum spruceanum* Benth) y cedro (*Cedrela odorata* L.), las combinaciones de los niveles del factor A al combinarse con las especies pertenecientes del factor B formaron los diferentes tratamientos en estudio (12) y el experimento estaba constituido por 720 unidades experimentales distribuidos en 14400 m<sup>2</sup> de área total. Se ha encontrado diferencias estadísticas ( $p < 0.05$ ) entre las especies y entre dosis aplicados respecto al efecto principal en las variables evaluadas, a los seis meses la altura fue superior en shaina (*Colubrina glandulosa* Perkins), el diámetro del fuste y diámetro de copa fue superior en el cedro (*Cedrela odorata* L.), no se encontró plagas ni enfermedades en las especies de shaina (*Colubrina glandulosa* Perkins) y capirona (*Calycophyllum spruceanum* Benth) mientras que el cedro (*Cedrela odorata* L.), ha sufrido ataques del barrenador *Hypsiphylia grandella*; la dosis que ha tenido mayor efecto principal sobre las variables evaluadas fue el de 120 g del fertilizante Molimax.

## I. INTRODUCCIÓN

Las plantaciones forestales consisten en el establecimiento de árboles que conforman una masa boscosa y que tienen un diseño, tamaño y especies definidas para cumplir objetivos específicos como plantación productiva, fuente energética, protección de zonas agrícolas, protección de espejos de agua, corrección de problemas de erosión, entre otras.

Precisamente, las plantaciones se establecen considerando objetivos a lograr; pero para que todo esto sea posible es indispensable realizar un estudio previo y cuidadoso de las condiciones naturales en las que se desarrollará la plantación, además de la planeación y distribución del área, a fin de asegurar su éxito. Un factor determinante es la calidad genética del material vegetal y la calidad de los plántones para su establecimiento en campo.

A las plantas establecidas en campo se le debe dar el manejo apropiado, es decir, considerar las labores silvícolas a fin de garantizar el objetivo deseado. Entre una de las labores silvícolas primordiales es la administración de nutrientes que puede ser por vía foliar o sistema radicular; para el caso de la administración vía radicular se pueden obtener de diferentes tipos de fertilizantes ya sea orgánicos o inorgánicos. Lo que se busca obtener, son plantas que tengan mayor incremento de diámetro del tallo, altura total,

número de ramas y diámetro de copa en menor tiempo, mediante la aplicación de la dosis adecuada de fertilizante inorgánico.

Las especies forestales empleadas tales como la shaina (*Colubrina glandulosa* Perkins), capirona (*Calycophyllum spruceanum* Benth) y cedro (*Cedrela odorata* L.), son especies nativas que tienen propiedades de crecimiento rápido, buena calidad de la madera, entre otros; lo que hace que tenga una buena aceptación por los pobladores de la región San Martín en programas y proyectos de reforestación, así como también son especies bastante usadas en sistemas agroforestales; motivo por la cual se planteó la siguiente interrogante ¿en qué medida la aplicación de dosis del fertilizante inorgánico tendrá efecto en el crecimiento y desarrollo de especies forestales?.

La investigación busca obtener plantas de un alto rendimiento sobre el incremento de diámetro del tallo, altura total y diámetro de copa en menor tiempo, mediante el efecto de la aplicación de la dosis adecuada del fertilizante inorgánico; frente a este contexto se plantea los siguientes objetivos:

- Determinar la influencia del fertilizante Molimax sobre el crecimiento de las variables dasométricas y la sanidad en las especies shaina (*Colubrina glandulosa* Perkins), capirona (*Calicophyllum spruceanum* Benth) y cedro (*Cedrela odorata* L.) en campo definitivo.
- Determinar la dosis adecuada del fertilizante sobre el comportamiento dasonómico en campo definitivo de las especies en estudio.

## **II. REVISIÓN DE LITERATURA**

### **2.1. Fertilidad y nutrimentos en el suelo**

Un suelo es fértil si contiene y suministra a las raíces cantidades adecuadas de nutrientes, agua y aire para el cultivo crezca y produzca bien. Las plantas pueden absorber nutrientes a través de las raíces, los tallos y las hojas. Sin embargo la mayor parte de los nutrientes son captados por las raíces, los nutrientes entran a la planta solo en forma de soluciones. Las plantas absorben los elementos nutritivos en ciertas proporciones, es importante que los nutrientes se mantengan balanceados en el suelo, para satisfacer las necesidades individuales de los cultivos (GRAETZ, 1990).

La fertilización produce varios cambios en la fisiología de los árboles que resultan en un mayor crecimiento del fuste. Las hojas aumentan su actividad fotosintética cuando aumentan los niveles de clorofila, los árboles pueden expandir su dosel, o bien puede cambiar la distribución de los productos fotosintéticos (BINKLEY, 1993).

#### **2.1.1. Potencial hidrógeno (pH)**

El pH en el suelo tiene una influencia decisiva en la disponibilidad de nutrientes para las plantas.

De hecho, el pH determina la eficiencia con la que las plantas puedan usar los nutrientes.

Cuadro 1. Niveles de pH en el suelo.

Descripción	Rango
Extremadamente ácido	Menor de 4.5
Fuertemente ácido	4.6 – 5.4
Moderadamente ácido	5.5 – 6.5
Neutro	6.6 – 7.3
Moderadamente alcalino	7.4 – 8.5
Fuertemente alcalino	Mayor de 8.5

Fuente: Área de Suelos y Fertilidad de la UNAS.

### 2.1.2. Calcio

El calcio es un nutriente esencial que restringe y que lleva una carga pesada en el crecimiento de las plantas. Muy a menudo, este toma un lugar posterior en los programas de fertilidad del suelo orientados a obtener rendimientos altos y mejorar la calidad de los cultivos.

En el suelo, el Ca reemplaza a los iones hidrógeno (H<sup>+</sup>) de la superficie de las partículas del suelo cuando el CaCO<sub>3</sub> es aplicado para reducir la acidez del suelo. El Ca es esencial para los microorganismos, para la transformación de los residuos de cultivos en materia orgánica, liberación de nutrientes, mejoramiento de la agregación del suelo y la capacidad de retención de agua.

El Ca ayuda en la fijación del N por las bacterias que forman nódulos en las raíces de las plantas leguminosas capturando el N atmosférico y convertirlos en una forma que las plantas puedan usarlo (MUNIVE, 2004).

El Ca mejora la absorción de otros nutrientes por las raíces y su translocación dentro de las plantas. Este activa a un número de sistemas enzimáticos reguladores del crecimiento, ayuda en la conversión del  $\text{N-NO}_3$  en formas requeridas para la formación de las proteínas, es necesario para la formación de las de las paredes celulares y la división normal de las células y contribuye a mejorar la resistencia a enfermedades.

El Ca junto al Mg y K, ayuda a neutralizar los ácidos orgánicos que se forman durante el metabolismo de las células en las plantas. La deficiencia causa la deformación de las hojas nuevas, puntos de crecimiento débiles; tallos también delgados, raíces alargadas y enraizadas. Los bordes de las hojas toman una coloración amarilla o rojiza (MUNIVE, 2004).

Cuadro 2. Niveles de carbonato de calcio.

Niveles	Porcentaje (%)
Bajo	Menor de 1.0
Medio	1.0 – 5.0
Alto	Mayor de 5.0

Fuente: Área de Suelos y Fertilidad de la UNAS.

### 2.1.3. Materia orgánica

La influencia del contenido de materia orgánica actúa como granulador en las partículas minerales también suministra energía a los microorganismos del suelo.

Cuadro 3. Niveles de contenido de materia orgánica.

Nivel	Porcentaje (%)
Bajo	Menor de 2
Medio	2.0 – 4.0
Alto	Mayor de 4.0

Fuente: Área de Suelos y Fertilidad de la UNAS.

### 2.1.4. CIC

Capacidad de intercambio catiónico, son los desequilibrios eléctricos de las partículas del suelo. Para neutralizar las cargas se adsorben iones, que se “pegan” a la superficie de las partículas. Quedan débilmente retenidos sobre las partículas del suelo y se pueden intercambiar con la solución del suelo.

Cuadro 4. Niveles de capacidad de intercambio catiónico para un pH > de 5.5.

Nivel	CIC (meq/100 g) de suelo
Bajo	Menor de 12.0
Medio	12.0 – 20.0
Alto	Mayor de 20.0

Fuente: Área de suelos y Fertilidad de la UNAS.

### 2.1.5. Nitrógeno

Se identifica por un crecimiento débil, con hojas pequeñas, con muerte de hojas inferiores, maduración temprana, frutos y semillas pequeñas.

Cuadro 5. Niveles de contenido de nitrógeno.

Nivel	Porcentaje (%)
Bajo	Menor de 0.1
Medio	0.1 – 0.2
Alto	Mayor de 0.2

Fuente: Área de suelos y Fertilidad de la UNAS.

### 2.1.6. Fósforo

La deficiencia de fósforo en la planta incluye el retraso de la madurez, mala calidad de forrajes, frutas, hortalizas y granos así como una reducción de la resistencia de las plantas a las enfermedades.

Cuadro 6. Niveles de contenido de carbonato de fósforo.

Nivel	Fósforo (ppm)
Muy Bajo	Menor de 5.0
Bajo	5.1 – 15
Medio	15.1 – 30
Alto	Mayor de 30

Fuente: Área de suelos y Fertilidad de la UNAS.

### 2.1.7. Potasio

Su deficiencia genera la aparición de pequeñas manchas blancas, amarillas o café rojizas, quemaduras en los bordes y puntas de las hojas; la raíz tiene desarrollo deficiente.

Cuadro 7. Niveles de contenido de potasio.

Nivel	K <sub>2</sub> O/ha (Kg)
Bajo	Menor de 300
Medio	300 – 600
Alto	Mayor de 600

Fuente: Área de suelos y Fertilidad de la UNAS.

### 2.2. Abonamiento de plantas

Todas las plantas necesitan alimentarse para crecer y desarrollarse, las plantas no sólo se deben abonarse con estiércol, sino también con abonos químicos que no contengan antibióticos, estos resultan muy dañinos para la vida del suelo, puesto que los antibióticos matan gusanos que se encuentran en ella.

Los productos químicos mejoran la formación de la materia orgánica. Para fertilizar árboles y arbustos se debe aperturar una zanjilla alrededor del fuste a una distancia de 30 cm, sea para abonos químicos u orgánicos, posteriormente depositado el abono; posteriormente, es necesario

regar para su dilución solamente cuando se trata de abonos químicos, para evitar quemaduras de raíces y provocar la muerte de las plantas (FLORES *et al.*, 1996).

La falta de nutrientes o el desequilibrio nutricional del suelo suele predisponer a la plantación a ataque de hongos e insectos, debido al desequilibrio fisiológico que se crea por la deficiente nutrición del árbol y que hace que la plantación sea más susceptible a ataques de enfermedades y plagas.

Cuando el suelo tiene una fertilidad media, suficiente para el normal crecimiento de las plantas, pero por algún motivo se desea acelerar más este crecimiento, objetivo habitual en especies de madera muy valiosa y turno relativamente corto, puede ser interesante que se realicen fertilizaciones en la plantación. El tipo de fertilizante empleado dependerá de los efectos que se quiera conseguir, de las exigencias de las especies y de las características del suelo. Del mismo modo el coste de la fertilización depende de las variables anteriores. Debe tenerse en cuenta el escaso margen económico que suele tener la empresa forestal y que el turno de los árboles, aún en los más cortos, suele ser muy superior al de las cosechas agrícolas, por lo cual la filosofía del programa de fertilización que deba aplicarse a lo largo de la vida de la plantación forestal debe ser muy diferente (MONTERO *et al.*, 2003).

Al momento de realizar la plantación, se recomienda aplicar en el hoyo de plantación dosis de fertilizantes ricas en NPK; las concentraciones

deben ser definidas para cada sitio, posterior a un análisis de suelo (BENEDETTI y SAAVEDRA, 2005).

El uso de fertilizantes al establecimiento de plantaciones manejadas intensivamente, dado un adecuado control de malezas, es una herramienta clave para el aumento de la productividad forestal de especies de rápido crecimiento (RUBILAR *et al.*, 2008).

La aplicación de cualquier tipo de enmienda tiene por objeto la mejora de las condiciones del suelo. No obstante, hay que tener en cuenta que su efecto no es eterno, pero pueden mejorar esas condiciones en los primeros años de la plantación. Con independencia de la corrección de algún factor desfavorable del suelo, las enmiendas húmicas siempre son de interés antes de la plantación. Las enmiendas, de aplicarse, hay que incorporarlas al suelo mediante una labor de vertedera (FERNANDEZ, 1988).

En arboricultivos forestales a menudo se acostumbra aplicar una fertilización inicial, generalmente de 20 a 50 g de abono completo en cada hoyo. Al fertilizar toda la superficie, el requerimiento es del orden de los 400 a 550 kg/ha. Una fertilización adecuada y con perspectivas de éxito, sólo puede lograrse en caso de que se conozca el contenido de bioelementos edáficos y los requerimientos nutricionales de las especies arbóreas, presuponiendo que otros factores, como la profundidad de los suelos o las condiciones climáticas no son limitantes. En general el suministro de fertilizantes apropiados para los

suelos tropicales pobres en nitrógeno tiene efectos positivos (LAMPRECHT, 1990).

ACP (2006) menciona que la fertilización en campo tiene el objetivo de promover el rápido crecimiento y aumentar la vigorosidad de las plantas para garantizar su establecimiento. Las fertilizaciones se recomiendan:

- Al momento de la siembra se debe realizar una fertilización con abono granular completo y superfosfato mezclado con materia orgánica (aproximadamente 2 onzas de cada uno).
- A los dos meses una fertilización selectiva, es decir, a las plantas con menor vigor y crecimiento. Se debe aplicar abono granular completo más sulfato de amonio (aproximadamente 2 onzas de cada uno).
- De ser necesario, en el segundo año, se realizará una tercera fertilización selectiva, similar a la segunda.

### **2.2.1. Los árboles podrían responder a una mayor disponibilidad de los nutrientes en tres formas**

La fertilización produce varios cambios en la fisiología de los árboles que resultan en un mayor crecimiento del fuste. Las hojas aumentan su actividad fotosintética cuando aumentan los niveles de clorofila, los árboles pueden expandir su dosel, o bien puede cambiar la distribución de los productos fotosintéticos (BINKLEY, 1993).

Se ha encontrado que la tasa de fotosíntesis neta puede variar entre un 10 y un 30% conforme cambia la concentración de nutrientes en las hojas. Con frecuencia, los incrementos que se producen en el crecimiento con la fertilización son mucho mayores que el 30% de modo que, en general, una mayor eficiencia fotosintética no puede explicarse con base en la magnitud de la respuesta. En algunos estudios se ha analizado la expansión del dosel debido a la fertilización, pero al parecer existe una sólida relación entre una mayor área foliar y un mayor crecimiento del fuste (BINKLEY, 1993).

El Canadian Forestry Service ha realizado una de las investigaciones más completas en torno a los componentes de la respuesta del rodal a la fertilización. En este experimento realizado en el Lago Shawnigan de la isla de Vancouver, Columbia Británica, se encontró que el crecimiento del fuste del abeto Douglas (*Pseudotsuga menziesii*) por unidad de área foliar (debido a los cambios en la fotosíntesis neta y a una alteración en la distribución de la biomasa) representó casi una tercera parte de la respuesta a 450 kg de nitrógeno/ha, y que casi todo este efecto ocurrió en los tres primeros años (Brix, 1983; citado por BINKLEY, 1993). El incremento del área foliar representó la parte restante de la respuesta del crecimiento. Transcurridos siete años, el área foliar todavía fue un 80% mayor en los rodales fertilizados, y la producción del fuste continuó siendo casi un 25% mayor que en los rodales que no fueron fertilizados.

La respuesta fue más acentuada y sostenida en un experimento que se llevó a cabo en el Wind River Experimental Forest del U. S. Forest

Service, localizado en Washington occidental. En este estudio, la respuesta del crecimiento duró cuando menos 15 años, incluso en una tasa de fertilización baja de 155 kg de nitrógeno/ha en forma de nitrato de amonio (Miller y Tarrant, 1983; citados por BINKLEY, 1993).

En ninguna investigación meticulosa se han estudiado los componentes de la respuesta, sin embargo, algunas aproximaciones hechas sobre la relación que existe entre el área foliar del rodal y el crecimiento del fuste revelaron que 17 años después de la fertilización, los rodales fertilizados mostraron tanto una mayor área foliar como un mayor crecimiento del fuste por unidad de área foliar (Binkley y Reid, 1984; citados por BINKLEY, 1993).

En los rodales en que se aplicaron 155 kg de nitrógeno/ha, los árboles mostraron un 45% más de área foliar y un 60% más de crecimiento del fuste (entre los 13 y 17 años después de haber realizado el tratamiento). Los rodales en que se aplicó el más alto nivel de fertilización, a saber, 480 kg de nitrógeno/ha, tuvieron un 50% más de área foliar que los rodales control y tasas de crecimiento del fuste 120% mayores durante este período. El dosel de los rodales fertilizados tuvo casi el doble de la cantidad de nitrógeno existente en los rodales que no fueron fertilizados (130 kg/ha contra 60 kg/ha), lo cual fue proporcional al incremento sostenido en la disponibilidad del nitrógeno del dosel fue similar entre los tratamientos: 58 kg de madera/kg de nitrógeno/ha y 54 kg de madera/kg de nitrógeno en el caso de los rodales que no fueron fertilizados (BINKLEY, 1993).

Se sabe muy poco acerca de las variaciones que se producen en la distribución de la biomasa. No es raro que el fuste crezca durante el mismo año en que se aplicó el fertilizante, aun cuando el dosel y la fotosíntesis neta no hayan aumentado (Brix, 1983; Miller y Tarrant, 1983; citados por BINKLEY, 1993).

Quizás se necesita una menor distribución hacia las raicillas cuando la disponibilidad de nutrientes haya aumentado en gran medida, lo cual hace que una mayor cantidad de carbohidratos se destine para el crecimiento del fuste. Sin embargo, solamente en un estudio se ha llevado a cabo un muestreo masivo de las raíces utilizando la fertilización, y cabe señalar que en él se detectó una mínima reducción en la distribución de los recursos hacia las raíces (BINKLEY, 1993).

### **2.2.2. La edad de los rodales y los patrones de respuesta**

Durante la primera etapa de desarrollo de los rodales, la tasa de suministro de nutrientes del suelo es bastante alta, y la demanda de nutrientes por los árboles jóvenes es bastante baja. Sin embargo, es posible que los árboles estén aún limitados por los nutrientes debido a que tienen sistemas radicales que no están totalmente desarrollados y a que compiten con la demás vegetación. La respuesta a los fertilizantes puede variar entre las especies y los genotipos. Es importante tener en cuenta que estas evaluaciones genotipo-nutrientes se han estudiado sólo en plantaciones bastante jóvenes; los

patrones de respuesta pueden diferir en las etapas posteriores al desarrollo (BINKLEY, 1993).

### **2.2.3. Mecanismos que determinan las interacciones genotipo-nutrientes**

Es posible que algunos genotipos utilicen los nutrientes con mayor eficacia (Sarie y Loughman, 1983; citados por BINKLEY, 1993).

Al parecer, el mecanismo determinante son las variaciones genéticas que existen en los sistemas radicales de los árboles, los cuales producen variaciones en la absorción de los nutrientes (Barley, 1970 y Bowen, 1984; citados por BINKLEY, 1993).

### **2.2.4. La fertilización puede alterar la resistencia a las plagas**

El vigor de las plantas puede aumentar después de hacer la fertilización, lo cual permite producir una mayor cantidad de compuestos de defensa (BINKLEY, 1993).

Waring y Pitman (1985), citados por BINKLEY (1993) realizaron un estudio donde utilizaron tratamientos de fertilización con nitrógeno y adicionalmente de carbohidratos para alterar el vigor de *Pinus contorta*. La fertilización aumentó el crecimiento del fuste por unidad de área foliar, y la adición de carbohidratos disminuyó la disponibilidad de los nutrientes y el vigor de los árboles. Se utilizaron feromonas (hormonas de atracción) para atraer a

los escarabajos de la corteza, y se anotó el número de ataques exitosos por metro cuadrado de corteza para cada árbol. Los pinos que mostraron un gran vigor (expresado como el crecimiento del fuste por unidad de área foliar) en general fueron más resistentes a los ataques de los escarabajos. Por otro lado, fue necesario un número menor de ataques para destruir a los árboles de menor vigor.

Matson y Waring (1984), citados por BINKLEY (1993) demostraron que al aumentar la disponibilidad de los nutrientes disminuía la susceptibilidad de las plántulas de la tsuga de montaña (*Tsuga mertensiana*) a la pudrición laminada de la raíz. Sin embargo, en algunas publicaciones también se ha señalado que la fertilización aumenta la susceptibilidad de los árboles a los patógenos, como ocurre con la roya fusiforme del pino de incienso (*Pinus taeda*) (Smith *et al.*, 1977; citados por BINKLEY, 1993). En otros estudios se ha encontrado poca evidencia de tal problema (Kane, 1981; citado por BINKLEY, 1993).

En resumen, todos los efectos negativos que presenta la fertilización sobre la susceptibilidad de los árboles a las plagas probablemente son pequeños pero en ocasiones indeseables y que inevitablemente ocurren (BINKLEY, 1993).

El uso de fertilizantes en plantaciones forestales ha sido menos generalizado en América que en cualquier otro sitio de los trópicos, aunque los beneficios han sido impresionantes en algunas instancias. Se ha comprobado

que los fertilizantes son capaces de aumentar la adaptación de distintas especies, además de mejorar su resistencia contra plagas y enfermedades (WADSWORTH, 2000).

### **2.3. Molimax 20 – 20 – 20**

Nutrientes principales: Nitrógeno (N): 20%, Fósforo ( $P_2O_5$ ): 20%, Potasio ( $K_2O$ ): 20%.

Presentación: Gránulos, Bolsas de 50 Kg.

Uso: Formulado para todo tipo de cultivo, como hortalizas, algodón, papa, maíz etc.

El nitrógeno: Interviene principalmente en la formación de la estructura de la planta. El fósforo: Interviene en la formación de raíces, floración y fructificación de la planta. El potasio: Interviene en la formación de hidratos de carbono (azúcares), en la formación y traslado de los almidones hacia los órganos de reserva (fruto). Está relacionado con la sanidad de la planta y calidad del producto cosechado (PROABONOS, 2008).

Este producto es expendido principalmente por la Empresa Molinos & CIA S.A., la que se dedica exclusivamente a la venta mayorista de materias primas agropecuarias. La empresa posee tiendas sucursales a nivel nacional, por lo que el fertilizante Molimax 20 – 20 – 20 es conocido por su gran demanda, y se distribuye en la región San Martín en las siguientes tiendas:

Agrícola Ferretera, Agro Campos y Agro Centro Alto Mayo en Rioja; Mar Azul, Maynas y El Paisita en Moyobamba; Agroveterinaria Sisa y Representaciones J.R.Z. en El Dorado; Fertilizantes Misti, Agrícola del Norte E.I.R.L. y Fertisam SRL en Tarapoto; Comercial Agronorte y Comercial Campos en Picota; Comercial Dodi S.A.C. y Agromar S.A.C. en Bellavista; Maychan en Huallaga; Agrivet "Rever", Agrícola "Continental", Fundo "Los Olivos", Agro.Vet. Juanjui y Agro. Vet. "El Sembrador" en Mariscal Cáceres; Comercial Agrícola Simón, Comercial FertilSelva, Comercial Agrodex, Comercial Carrión en Tocache. Asimismo el precio promedio de expendio de una bolsa de 50 kg es de ciento siete nuevos soles (PROABONOS, 2008).

#### **2.4. Aspectos generales de la capirona (*Calycophyllum spruceanum* Benth.)**

Familia: RUBIACEAE, árbol de 50 - 120 cm de diámetro y 20-35 m de alto, con el fuste muy recto, cilíndrico, regular, la copa en el último tercio, la base del fuste recta (REYNEL *et al.*, 2003).

Se distribuye a lo largo de toda la Amazonía, hasta el sur de Brasil y Bolivia, debajo de los 1200 msnm. Es común en zonas de bosques secundarios, aunque se le encuentra también en los bosques primarios. Se le observa en ámbitos con pluviosidad elevada y constante, pero también en zonas con una estación seca marcada. Es una especie heliófita, frecuente en bosques secundarios pioneros y tardíos, en suelos mayormente limosos a

arenosos, aluviales, fértiles, a veces temporalmente inundables y en las zonas ribereñas.

Un estudio efectuado para esta especie con semillas de diferentes procedencias en la amazonia peruana reporta crecimientos en altura de 1.4 – 1.6 m a los 6 meses y 3.5 – 4.7 m al año (REYNEL *et al.*, 2003).

## **2.5. Aspectos generales de la shaina (*Colubrina glandulosa* Perkins)**

Familia RHAMNACEAE (CRONQUIST, 1981), árbol de 10 a 25 m de altura y de 10 a 50 cm de diámetro. Tronco recto y cilíndrico, a veces un poco irregular. Corteza exterior marrón o gris, fisurada. Plantas juveniles con ramas muy largas y delgadas. Hojas simples, opuestas o sub opuestas y con un par de glándulas en la base de 5 a 20 cm de largo y de 3 a 10 cm de ancho, ovado - elípticas, con ápice acuminado o redondeado, bordes enteros y base cordada (FLORES, 2002).

Las plantas juveniles presentan hojas de mayor tamaño en comparación con los adultos. Pecíolos de 1 a 4 cm de largo y ligeramente acanalados en la parte superior, flores amarillentas, con frutos tipo cápsulas triloculares de 0.6 a 0.8 cm de largo, verdes, tornándose marrón oscuro y dehiscentes al madurar (FLORES, 2002).

UGARTE (1997) menciona que la especie crece a bajas y medianas elevaciones, en climas húmedos o muy húmedos. Común en bosques secundarios y áreas abiertas. Deja caer sus hojas durante la estación

seca, pero las repone a inicios de la estación lluviosa. Florece y fructifica de diciembre a mayo. Las flores son visitadas por insectos. Las semillas son dispersadas por la explosión de los frutos y las aves pequeñas.

REUTER (1991) indica que la *C. glandulosa*, pertenece al grupo ecológico de las heliófilas durable; es decir es una especie que puede estar asociadas con heliófitas efímeras o en estadios sucesionales posteriores, muchas de las cuales son de las denominadas maderas preciosas.

La *C. glandulosa*, es usada con frecuencia en la generación de sombra al cultivo del cacao, también encontramos a la guaba (*Inga edulis*), *C. spruceanum*, pucaquiro (*Sikinga williamsi*), etc., estas especies brindan múltiples beneficios como: productos de autoconsumo, barreras vivas en zonas de viento, fertilización del suelo, incorporación de hojarasca, con ello el reciclaje de nutrientes y supresión de malezas, evitan la erosión del suelo causada por lluvias, algunas de ellas tienen usos medicinales, también sirven como combustibles fósiles (leña) o forraje, estas especies en combinación con el cacao contribuyen a incrementar la capacidad de fijación de carbono (LARREA, 2007).

Los frutos se abren en el árbol cuando maduran y liberan semillas. Para su recolección, éstas presentan un color negruzco y la labor consiste en cortar las ramas justo antes de que se abran, ya que éstas se encuentran adheridas de manera axilar (CATIE, 2000).

HERRERA (2002) manifiesta que los frutos muy verdes pueden secarse al sol por 20-30 horas para que se abran, además es conveniente que no debe excederse el secado, ya que éstas pierde su viabilidad, del mismo modo puede almacenarse por años a 5 ° C herméticamente sellados y con bajo contenido de humedad, pudiendo lograrse una germinación del 90% después de 4 años.

La semilla no requiere de tratamiento pre germinativo, pero se consigue una germinación más uniforme sumergiendo la semilla en agua por 48 horas antes de la siembra. La germinación se inicia entre los 6 - 8 días y termina a los 15 días. Las plántulas se repican a bolsas, cuando alcanzan 2 - 3 cm de altura y aparecen las primeras hojas verdaderas (PÉREZ, 2001).

Según estudios realizados por MILTHORPE y MOORBY (1982), señalan que el porcentaje de germinación obtenida de shaina en camas de almácigo fue de un 78%, y en bolsas con sustratos de manera directa con tinglado de hojas de palmeras obtuvo un 80%, respectivamente, del mismo modo manifiesta que la especie presenta un tipo de germinación epigea.

## **2.6. Aspectos generales del cedro (*Cedrela odorata* L.)**

*C. odorata*, conocido como cedro o cedro hembra en español, es la especie del género *Cedrela* de mayor importancia comercial y de mayor extensión. La aromática madera, conocida como "spanish-cedar" en las esferas comerciales en inglés, posee una alta demanda en los trópicos americanos debido a que es naturalmente resistente a las termitas y a la pudrición. El

*C. odorata* tiene una gran extensión, pero no es nunca muy común a través de los bosques tropicales americanos; su número se ve constantemente reducido debido a la explotación sin una regeneración exitosa. Es necesario el conocer sus estrictos requisitos en cuanto a las características del sitio e investigar el daño causado por los insectos con el objeto de establecer plantaciones productivas (CINTRON, 1990).

### **2.6.1. Desarrollo de plántulas**

El desarrollo inicial de las plántulas es rápido siempre que la humedad y la luz sean adecuadas (WHITMORE, 1971). Las plántulas cultivadas a la sombra se saturan fotosintéticamente a unas intensidades bajas y son tolerante a la sombra, pero las plántulas cultivadas bajo sol requieren de una intensidad de luz alta para su mejor crecimiento (INOUE, 1980). Las plántulas cultivadas a la sombra son susceptibles a quemarse con el sol y al subsecuente ataque por los insectos cuando se mueven a un lugar soleado (OMOYIOLA, 1972). Las pruebas con abonos mostraron un mejor crecimiento con un abono de 7 – 6 – 19 (7% de nitrógeno, 6% de fósforo, 19% de potasio) (BELANGER y BRISCOE, 1963).

En el bosque natural, es común encontrar una alta densidad de plántulas cerca de los árboles productores de frutas poco después del comienzo de la temporada lluviosa, pero la mayoría de estas plántulas desaparece a la mitad de la temporada lluviosa o poco después; esta alta mortalidad natural puede deberse a la sombra o la competencia, pero se cree

que se debe en parte al mal del vivero ("damping off") o a otros problemas con las raíces (MÁS PORRAS y LUYANO, 1974). Las plántulas y los brinzales tienen unos sistemas radicales muy superficiales y son susceptibles a ser desarraigados o sufrir de un daño mecánico a las raíces (CATER, 1945). Las plántulas promedian 1 m en su crecimiento y desarrollan un diámetro de 10 mm o más durante el primer año bajo condiciones favorables. El crecimiento inicial es vigoroso bajo sombra parcial, cuando el ataque por *Hypsipyla grandella*, que taladra los vástagos, no es severo (WHITMORE, 1971).

La regeneración natural del *C. odorata* a partir de semillas es buena en muchas partes de la América Central y del Sur, pero el buen crecimiento inicial es a menudo seguido de la muerte de terminales después de 2 ó 3 años. Este problema puede estar parcialmente relacionado a *Hypsiphylla* y podría también reflejar la escasez de suelos apropiados, especialmente en algunas de las áreas sujetas a los estudios más intensos. La abundancia del nuevo crecimiento del *C. odorata* como rodales casi puros y aparentemente sin problemas de *Hypsiphylla grandella* en ruinas antiguas y recientes de piedra caliza en áreas con una marcada estación seca (STYLES, 1972) sugiere que el *C. odorata* podría ser calcífilo.

En algunas partes del neotrópico la remoción selectiva de los árboles productores de semillas ha dejado al bosque con una provisión insuficiente para la regeneración natural, incluso en los sitios más favorables. Se ha reportado un cierto grado de éxito con la regeneración natural usando el método taungya (un sistema que utiliza a los agricultores locales, los cuales

plantan los árboles entremezclados con sus siembras alimenticias, para más tarde abandonar la siembra y devolverla al bosque, ahora enriquecido con la especie de plantación deseada); se usan también las siembras en hileras seguidas por la liberación natural (COMBE y GEWALD, 1979).

Se ha obtenido un establecimiento exitoso usando el método taungya en África, en donde existen unas áreas extensas de suelos bien drenados y el barrenador de los tallos local no ataca al *C. odorata* del Nuevo Mundo (MALIMBWI, 1978).

Su copa rala y esparcida con un follaje verde claro sugiere una especie con una demanda de luz alta, al igual que su potencial para un crecimiento rápido y su aparición después de los incendios (MALIMBWI, 1978).

## **2.7. Factores de evaluación en una plantación**

Las variables evaluadas fueron las siguientes (MURILLO y CAMACHO, 1997):

### **2.7.1. Crecimiento de la planta**

La altura total es una variable cuya utilidad se orienta a evaluar dos aspectos primordiales. a) La calidad del crecimiento o incremento en altura a una edad determinada; b) La altura al momento de la plantación en proporción con el tamaño de las raíces.

El conocer la altura inicial al momento de la plantación sí podría tener importancia según sea el sistema de producción que se haya utilizado en el vivero. Con el sistema de bolsa, por ejemplo, no se debería plantar plántones cuya sección aérea (tallo) supere los 30 cm (según sea el tamaño de bolsa), ya que sus raíces muy probablemente estén ya sufriendo enrollamiento dentro de la bolsa.

### **2.7.2. Estado fitosanitario**

Aquí se registra la presencia de cualquier problema fitosanitario, como exudados, perforaciones, marchitamientos severos, herrumbres o cualquier otra manifestación. Se registra la incidencia y severidad del problema fitosanitario, bajo tres categorías:

- 1 = Sano: planta sin evidencia de problemas, y con buena nutrición aparente.
- 2 = Aceptablemente sano: Planta con alguna evidencia de problemas fitosanitarios, siempre y cuando no se presente en más de 50% del follaje, que no le haya provocado heridas severas o se encuentre bajo una alta probabilidad de muerte.
- 3 = Enfermo: son aquellas plantas con características de sanidad que afectan el desarrollo normal del mismo. Por ejemplo pérdida del eje dominante; pérdida del follaje u otros daños visibles en más de 50%

del plantón; caída de ramas, chancros o pudriciones en el fuste, herrumbres, etc.

## **2.8. Antecedentes sobre fertilización en especies forestales**

CENTENO (2011) evaluó el efecto del fertilizante orgánico e inorgánico en el crecimiento inicial de *Guazuma crinita* Mart. y *C. spruceanum*, en campo definitivo, aplicó 4 dosis del fertilizante orgánico guano de las islas y fertilizante inorgánico urea, superfosfato triple y cloruro de potasio. A 180 días de evaluación la dosis con 32.7 g de urea, 32.7 g de superfosfato triple y 5.1 g de cloruro de potasio (T6) ha registrado mayor influencia del crecimiento en altura y diámetro de *G. crinita* en campo definitivo, con valores promedios de 142 y 26.47 cm respectivamente; y para el caso de *C. spruceanum* con respecto al crecimiento en altura y diámetro no se encontró diferencias estadísticas significativas. Así mismo, 150 g de guano de isla (T3) ha mostrado mayor porcentaje de hojas verde oscuras (88.89%); y con 100 g de guano de isla (T0) se reporta 88,89% de hojas verde oscuras.

MENDEZ (2010) evaluó el efecto de la aplicación de fertilizante compuesto NPK sobre el crecimiento de una plantación de *C. spruceanum* asociado con *Mauritia flexuosa* L.f. (aguaje) instaladas en suelo degradado con valores de pH de 5.0 – 5.5 (fuertemente ácido) y niveles críticos bajos de nitrógeno (N), potasio (K) y fósforo (P). Los resultados al año de evaluación, sobre el efecto de la aplicación de fertilizantes NPK fue altamente significativo, siendo las dosis 10-10-10 y 30-30-30 inferior al tratamiento 20-20-20,

resultando ser dosis óptima, alcanzando en el crecimiento de *M. flexuosa* una altura de 67.27 cm, número de hojas 4.7 hojas y logrando un incremento medio anual (IMA) de altura de planta 32.56 cm. El mismo comportamiento se observa para el crecimiento de *C. spruceanum*, alcanzando: altura 137.57 cm, IMA (altura) 114.65 cm, IMA (diámetro) 2.26 cm.

Por otra parte VELA (2005) en un trabajo de investigación titulado efecto de dos tipos de abonos orgánicos en la plantación asociada de *C. spruceanum* y *M. flexuosa* en Tingo María, llevó a cabo en una plantación de la Universidad Nacional Agraria de la Selva (UNAS), probándose la fertilización con dos tipos de abonos orgánicos, guano de isla y humus de lombriz. Las dos dosis utilizadas fueron de 0.5 kg y 1 kg para cada tipo de abono orgánico, teniendo un total de 5 dosis incluyendo el testigo (0 kg); aplicándose superficialmente alrededor de cada planta. Se evaluaron un total de 40 plantas de capirona y 40 plantas de aguaje. Los resultados del experimento nos demuestran que el guano de isla tuvo mejores efectos en el incremento sobre el diámetro y la altura con la dosis de 01 kg. En la planta de *M. flexuosa* no prevaleció ninguna de las dosis del abono orgánico, siendo opacado por el testigo (0 kg).

WADSWORTH (2000) menciona que la mayoría de los forestales ponen en duda la urgencia de aplicar prácticas de mejoramiento de suelos. Las razones incluyen: el hecho de que los árboles pueden utilizar los recursos existentes mejor que otros cultivos, la creencia de que la productividad sostenida se puede alcanzar mediante la genética, y la falta de evidencia local

en cuanto a la respuesta de los cultivos forestales a los fertilizantes. Por consiguiente, las inversiones en fertilización no parecen justificadas.

La FAO efectuó un estudio mundial de 13 000 ensayos con fertilizantes entre 1961 y 1964 (WADSWORTH, 2000). En América tropical, los ensayos demostraron un aumento medio del crecimiento del 95%. El valor del crecimiento añadido en comparación con los costos también aumentó con el tiempo. El estudio demostró que en las zonas húmedas y sub-húmedas, se produjo un aumento del rendimiento principal al añadir N, pero que este efecto igual se podía lograr en forma más económica al añadir fósforo. La mayoría de los ensayos arrojaron mayores rendimientos al añadir potasio a la mezcla de N y P. Para cada uno de estos nutrimentos, el crecimiento mayor ocurre con los primeros 20 kg/ha; las ganancias generalmente culminan con 60 kg/ha, en árboles genéticamente mejorados.

Los fertilizantes nitrogenados afectan tanto la forma como la uniformidad del árbol. Los fertilizantes aumentan el Dap del árbol más que la altura y por consiguiente aumentan el ahusamiento del fuste, reduciendo el factor de forma. También reducen la variabilidad en el Dap de árboles en plantaciones (WADSWORTH, 2000).

QUEVEDO (1991) investigó la influencia del humus de lombricultura en el crecimiento inicial de *C. odorata* en plantación a campo abierto y comportamiento al ataque de *Hypshiphylla grandella*., utilizando para ello humus de lombriz en dosis de 2 y 4 Kg por planta, con un testigo (suelo)

como patrón comparativo. Los resultados obtenidos se sintetizan en: El crecimiento de *C. odorata* con dosis de 2 y 4 Kg de humus de lombriz, tuvo un desarrollo significativo en los 365 días que duró el estudio, manifestándose un incremento superior al 400% en los parámetros de altura y diámetro con respecto al testigo; el índice de mortalidad en *C. odorata* se redujo a 10% en los tratamientos con 4 Kg y 2 Kg de humus de lombriz, por efectos del alto vigor de los plantones.

### **III. MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.1. Lugar de ejecución**

##### **3.1.1. Ubicación**

La investigación se realizó en el fundo Francisco de Machingayoc (Figura 15 del anexo) cuyo propietario es el Sr Francisco Bardales Amasifuen, ubicada a 25 km desde la ciudad de Bellavista vía carretera hacia el Bajo Biavo, específicamente en las coordenadas E 337893; N 9212970.

##### **3.1.2. Clima y ecología**

Presenta un clima seco y cálido, la temperatura máxima es de 34.9 °C, media de 26 °C y mínima de 18 °C. De acuerdo a la clasificación de Holdridge y a los estudios realizados por la ONERN (1982) la zona corresponde a bosque seco Tropical (bs-T). La precipitación media anual es de 926.6 mm y una altitud de 340 msnm.

##### **3.1.3. Suelos**

Suelos de textura franco arcilloso, pH de 8, 1.07% de materia orgánica, 0.05% de nitrógeno, 1.81 ppm de potasio y 0.52 Cmol(+)/kg (Anexo).

### **3.1.3. Referencias de la parcela**

La parcela donde se estableció la investigación, según referencias del propietario fue un pastizal desde hace aproximadamente 10 años, se encontraba en un estado de purma donde predominaban plantas como la bolaina negra (*Guazuma ulmifolia*), diversos arbustos del género *Miconia* y la gramínea denominado pasto natural (*Paspalum virgatum*).

## **3.2. Materiales**

Los principales materiales usados para el desarrollo de la investigación fueron: como material genético plantones de *C. odorata*, plantones de *C. spruceanum* y plantones de *C. glandulosa*; insumos: Molimax (20 – 20 – 20); materiales, herramientas y equipos que frecuentemente se usan en campo en este tipo de trabajos.

## **3.3. Metodología**

### **3.3.1. Establecimiento de la parcela experimental**

#### **3.3.1.1. Preparación del terreno**

Se realizó la limpieza general del área, que consistió en talar los pocos arbustos y herbáceas que existieron dentro de la parcela que comprendía un área de 14400 m<sup>2</sup>. El terreno ha sido arado a través de un

tractor agrícola con rastra, con la finalidad de preparar el suelo y formando surcos separados a cada 3 m para la instalación de papayo.

Parte del área preparada del suelo fue aprovechada para la instalación de la parcela experimental.

### **3.3.1.2. Transporte de plantones**

El transporte de los plantones se realizó con movilidad desde el vivero de la Municipalidad Provincial de Bellavista ubicada en las coordenadas (E 0322972, N 9221096), hasta el lugar de la plantación con un recorrido promedio de una hora. A fin de que los plantones no sufran lesiones se colocaron en jabas de plástico.

### **3.3.1.3. Alineado**

El alineado se dio inicio con la obtención de jalones provenientes de los arbustos que se encontraron alrededor de la parcela, luego se procedió a realizar la línea base considerando el procedimiento del triángulo rectángulo de la forma cateto mayor (4 m), cateto menor (3 m) y la hipotenusa con 5 m y así se obtuvo la línea perpendicular a la línea base y paralelo a esta línea se elaboró las demás líneas para la ubicación de los puntos donde se estableció posteriormente los plantones.

El método de alineado fue el cuadrado con distancias de 3 m x 3 m entre plantas y entre filas.

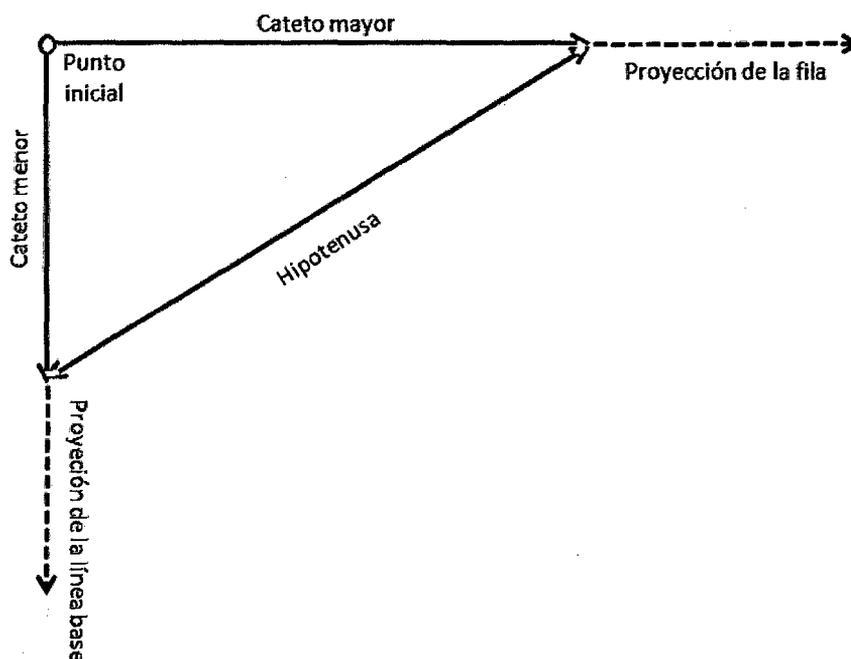


Figura 1. Elaboración de la línea base en la plantación.

#### 3.3.1.4. Apertura de hoyos

La apertura de hoyos se realizó utilizando cavadora cuyas dimensiones fueron de 20 cm en diámetro y 25 cm en profundidad.

#### 3.3.1.5. Distribución de los plántones

Debido a los prolongados periodos de escasa precipitación que se presentaba en la zona, se ha visto por conveniente sumergir los plántones en tinas de agua antes de ser distribuidos a los hoyos de acuerdo al croquis de la parcela experimental.

Los plántones tenían dimensiones entre 25 a 35 cm con una edad de 3.5 meses en la etapa de vivero.

### **3.3.1.6. Muestreo de suelos**

Las muestras de suelos se realizaron siguiendo la secuencia en la forma Zig-zag antes de la fertilización inicial de la plantación forestal dentro de la parcela experimental, las cuales se llevaron al laboratorio de suelos que pertenece a la Facultad de Agronomía para su respectivo análisis.

### **3.3.1.7. Plantación en la parcela experimental**

Antes de colocar el plantón en el hoyo, se despojó de la bolsa dejando únicamente con pan de tierra; inmediatamente se colocó el plantón en el hoyo de forma vertical, rellenando con tierra hasta la base del tallo de la planta tratando que quede a nivel de la superficie del suelo, luego se presionó con la mano a fin de garantizar que no queden espacios vacíos.

## **3.3.2. Manejo de la parcela experimental**

### **3.3.2.1. Control de malezas**

Consistió en eliminar las malezas usando machete y lampa en toda el área para evitar la competencia con las plantas establecidas. Esta labor se efectuó periódicamente a cada mes, es decir se realizaron seis controles de malezas durante todo el periodo que duró la investigación. Las principales malezas que proliferaron fueron gramíneas por existir semillas del pastizal existente anteriormente, también se encontró en mayor cantidad a la maleza denominado retamilla (PAPILONACEAE).

### 3.3.2.2. Fertilización

La fertilización se realizó a base de Molimax 20 – 20 – 20 a 15 días posteriores a la plantación de acuerdo a las dosis establecidas, para esta actividad se ha realizado pequeñas zanjillas en forma de media luna a una distancia radial aproximada de 20 cm desde la base de la planta.

### 3.3.3. Diseño experimental

La investigación se realizó bajo el diseño en Bloque Completo al Azar (DBCA) bajo un arreglo factorial de la forma 4A x 3B, siendo el factor A (fertilizante) 4 niveles de fertilizante Molimax, el factor B (especies) las tres especies forestales utilizadas y estuvo distribuido de la siguiente manera (PADRON, 1996):

Total de plantas (repeticiones) = 720

Total de tratamientos = 12

Total de bloques = 03

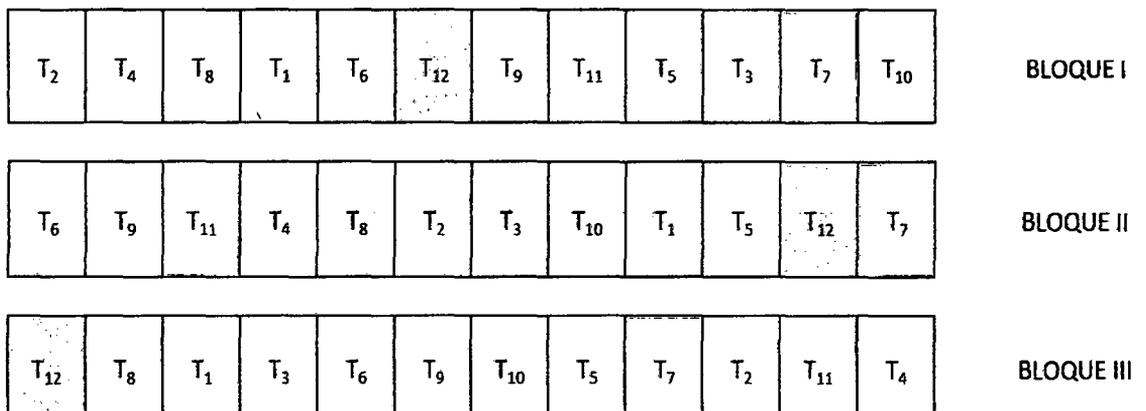


Figura 2. Distribución de los tratamientos en la parcela experimental.

### 3.3.4. Tratamientos

Se consideró como antecedente de fertilización realizada por CUEVA (2010) en la especie forestal bolaina blanca (*Guazuma crinita* C. Mart), el tratamiento que presentó mayor incremento en altura y diámetro de plantas constituido por dosis de 70 g/planta del fertilizante 20 – 20 – 20; motivo por el cual se consideraron dosis de 0 g, 40 g, 80 g, y 120 g del fertilizante 20 – 20 – 20 (Molimax) para esta investigación.

#### Factor A (Niveles del fertilizante Molimax)

- 0 gramos (a<sub>1</sub>)
- 40 gramos (a<sub>2</sub>)
- 80 gramos (a<sub>3</sub>)
- 120 gramos (a<sub>4</sub>)

#### Factor B (especies forestales utilizadas)

- *C. glandulosa* (b<sub>1</sub>)
- *C. spruceanum* (b<sub>2</sub>)
- *C. odorata* (b<sub>3</sub>)

Las combinaciones de los niveles del factor A al combinarse con las especies pertenecientes del factor B formaron los diferentes tratamientos utilizados en la investigación (Cuadro 8).

Cuadro 8. Número de tratamientos.

Tratamientos	Combinaciones	Mol* (g)	N (g)	P (g)	K (g)
T <sub>1</sub>	a <sub>1</sub> b <sub>1</sub>	0	0	0	0
T <sub>2</sub>	a <sub>1</sub> b <sub>2</sub>	40	8	8	8
T <sub>3</sub>	a <sub>1</sub> b <sub>3</sub>	80	16	16	16
T <sub>4</sub>	a <sub>2</sub> b <sub>1</sub>	120	24	24	24
T <sub>5</sub>	a <sub>2</sub> b <sub>2</sub>	0	0	0	0
T <sub>6</sub>	a <sub>2</sub> b <sub>3</sub>	40	8	8	8
T <sub>7</sub>	a <sub>3</sub> b <sub>1</sub>	80	16	16	16
T <sub>8</sub>	a <sub>3</sub> b <sub>2</sub>	120	24	24	24
T <sub>9</sub>	a <sub>3</sub> b <sub>3</sub>	0	0	0	0
T <sub>10</sub>	a <sub>4</sub> b <sub>1</sub>	40	8	8	8
T <sub>11</sub>	a <sub>4</sub> b <sub>2</sub>	80	16	16	16
T <sub>12</sub>	a <sub>4</sub> b <sub>3</sub>	120	24	24	24

\*Mol: Fertilizante inorgánico Molimax 20-20-20.

### 3.3.4.1. Modelo aditivo lineal

Los diferentes variables que se evaluaron estuvieron representados por la ecuación de la forma:

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha+\beta)_{ij} + \delta_k + \xi_{ijk}$$

Para  $i = 1, 2, 3$  y 4 niveles de fertilizante N – P – K (factor A).

Para  $j = 1, 2$  y 3 especies forestales empleadas (factor B).

Donde:

$Y_{ijk}$  = Variable respuesta.

$\mu$  = Media general alcanzado por las especies forestales.

$\alpha_i$  = Es el efecto del  $i$ -ésimo nivel del fertilizante N – P – K.

$\beta_j$  = Es el efecto del  $j$ -ésimo nivel de especies forestales

$(\alpha+\beta)_{ij}$  = Es el efecto interactivo entre en  $i$ -ésimo nivel del fertilizante N–P–K y el  $j$ -ésimo nivel de especies forestales

$\delta_k$  = Es el efecto del  $k$ -ésimo bloque.

$\xi_{ijk}$  = Es el efecto del error aleatorio.

### 3.3.4.2. Análisis de varianza

Para realizar el análisis de varianza se consideró como fuente de variación a los respectivos bloques elaborados en campo, el efecto de las combinaciones, el efecto del factor niveles de fertilizante, el efecto del factor especies forestales, el efecto de la interacción entre los niveles de fertilizante con las especies forestales y el efecto del error dentro de la investigación, se procedió de la siguiente manera (PADRON, 1996):

Cuadro 9. Esquema del análisis de varianza.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio
Bloques	2	SC bloques	CM bloques
Combinaciones	11	SC combinaciones	CM combinaciones
A	3	SC a	CM a
B	2	SC b	CM b
AB	6	SC axb	CM axb
Error exp.	12	SC error exp.	SC error exp.
<b>TOTAL</b>	<b>11</b>	<b>SC total</b>	

### 3.3.4.3. Descripción del diseño experimental

El experimento estaba constituido por 720 unidades experimentales, con 10 m de ancho de calles, 14400 m<sup>2</sup> de área total experimental y 10000 m<sup>2</sup> de área neta experimental.

### 3.3.5. Variables evaluadas

Se registraron tres (03) evaluaciones, la primera a los 15 días después de establecer la plantación, la segunda pasado los cuatro (04) meses de establecido y la final a los siete (07) meses de establecido; las variables registradas fueron las siguientes:

Diámetro al nivel de la base del tallo de planta (cm); variable dependiente registrado al ras del suelo y evaluado con vernier en orientación de este a oeste con la finalidad de no alterar las demás evaluaciones.

Altura de la planta (cm); variable dependiente registrado con una wincha de 5 m, se ha considerado desde la base hasta la parte apical del mismo.

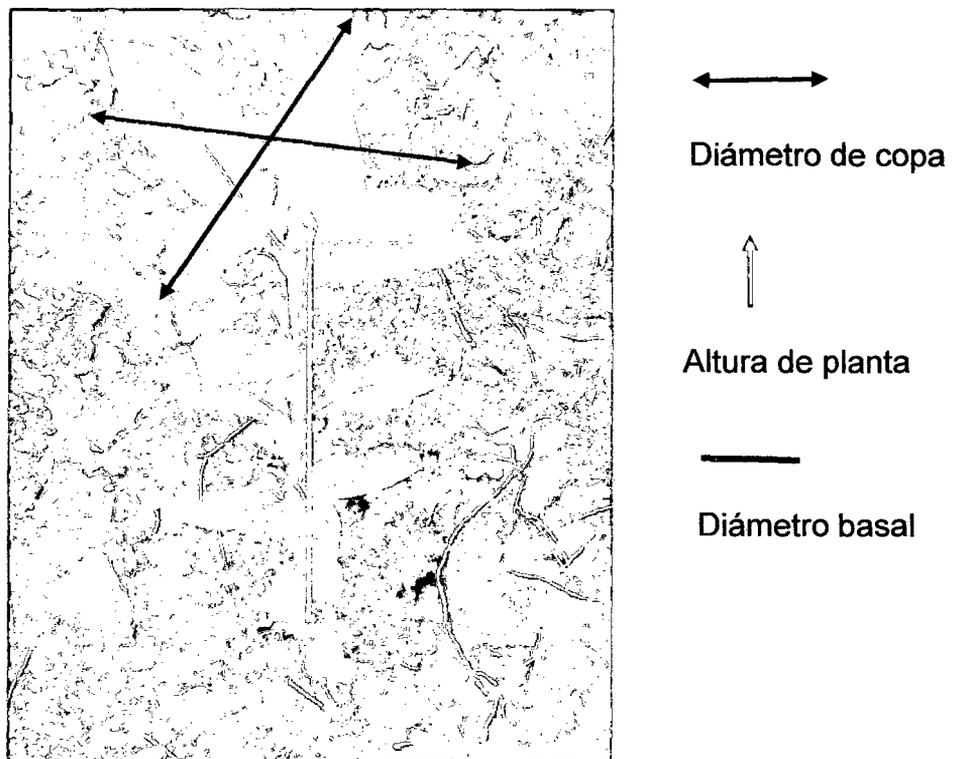


Figura 3. Variables registradas en la unidad experimental.

Diámetro de copa; esta variable dependiente se ha evaluado con la finalidad de determinar el comportamiento del dosel, y se ha medido con una wincha de 5 m en dos orientaciones, de este a oeste y de norte a sur, considerando el diámetro promedio de las dos evaluaciones como el diámetro de copa.

Dosis de fertilizante; variable independiente registrada en una balanza gramera para aportar los respectivos niveles de fertilizante aplicados en las unidades experimentales.

### **3.3.6. Análisis de datos**

Con los datos de campo, se procedió a digitalizar en el programa Excel 2010 formando cuadros con columnas denominados bloques, especies, dosis, repetición y los datos de las respectivas variables evaluadas. Luego con el programa SAS v 9 se procedió a obtener el ANVA a un 95% de confiabilidad; si alguno de los estadísticos F correspondientes a los efectos principales resultó ser significativo, se efectuó las comparaciones *post hoc*, ya que los estadísticos F del ANVA únicamente permiten contrastar la hipótesis general de que los promedios comparados son iguales, al rechazar esa hipótesis, se sabe que existen diferencias, pero no se sabe dónde se encuentran.

Para determinar qué media en concreto difiere de las otras, se utilizó un tipo particular de contrastes denominados comparaciones múltiples *post hoc* o comparaciones a posteriori (prueba Duncan) en el programa SAS. Finalmente, los promedios obtenidos en el programa SAS se utilizaron en el Excel para obtener las respectivas figuras.

## IV. RESULTADOS

### 4.1. Altura total

En el análisis de varianza, los bloques establecidos en campo presentaron diferencias estadísticas a los 15 días de establecido la plantación, a los 105 días de establecido no hubo diferencias estadísticas y a los 195 días hubo diferencias estadísticas debido a los promedios diferentes alcanzados en los bloques (Cuadro 10).

Respecto al efecto de las dosis de fertilizante Molimax 20 – 20 – 20, en la primera evaluación registrada se determinó alta diferencia estadística, a los 105 días las unidades experimentales presentaron alta diferencia estadística en la variable altura y a los 195 días también presentó diferencias estadísticas en el efecto principal de las dosis de fertilizante (Cuadro 10).

Las especies consideradas en el estudio, mostraron altas diferencias estadísticas durante las tres evaluaciones registradas.

Las diferencias entre los niveles de un factor no fueron iguales en las diferentes especies del otro factor durante los 105 y 195 días, mientras que en la primera evaluación fueron similares (Cuadro 10).

Cuadro 10. Análisis de varianza respecto a la variable altura de las especies forestales en estudio.

FV	GL	F-valor 1	F-valor 2	F-valor 3
Bloque	11	2.6 *	1.3 ns	1.9 *
Dosis	2	7.4 **	7.3 **	4.3 *
Especies	3	5.7 **	13 **	14.1 **
Dosis*Especies	6	1.8 ns	8.5 **	4.8 **
Error	121			
Total	143			

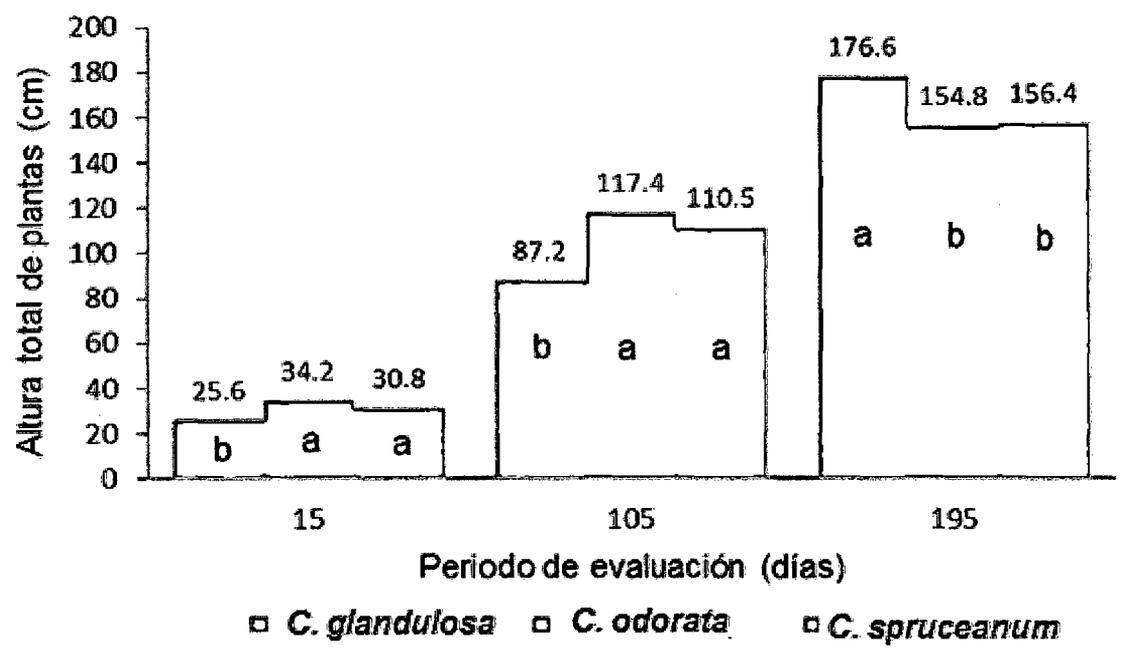
CV: 36.6%, 20.2% y 24.9%.

1, 2 y 3 refiere a las evaluaciones registradas a 15, 105 y 195 días después de la plantación.

\*\* : Alta significancia estadística ( $p < 0.01$ ), \* : Significancia estadística ( $p < 0.05$ ), NS: no existe significancia estadística ( $p > 0.05$ ).

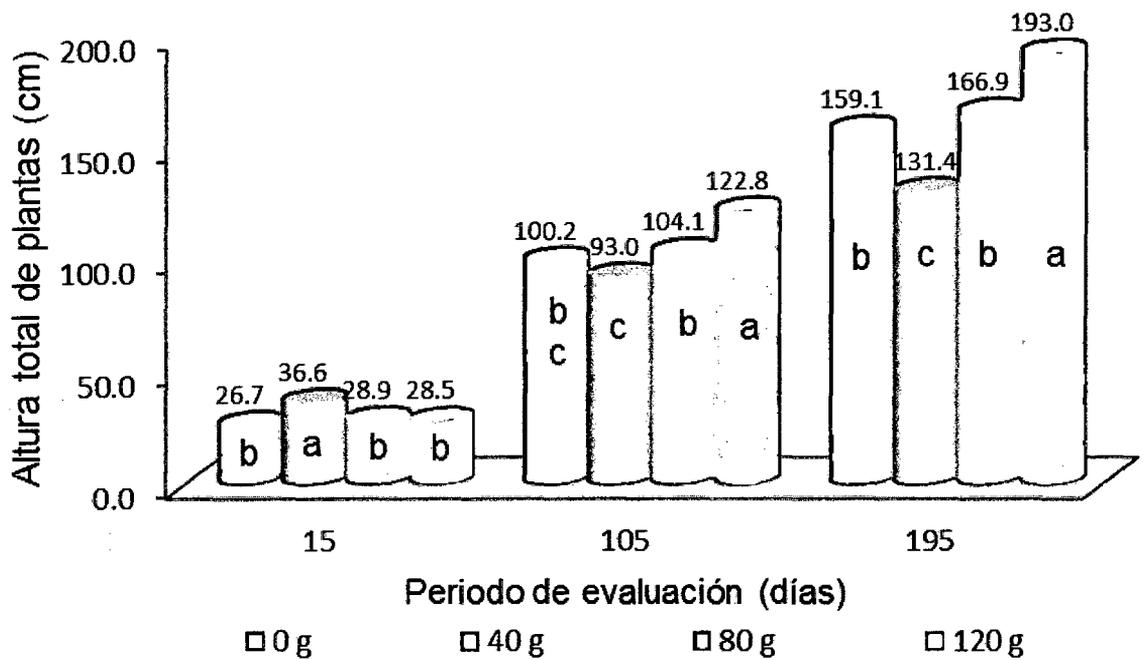
Durante la primera y segunda evaluación, *C. odorata* ha presentado mayor promedio en la altura total, mientras que a los 195 días posterior a la plantación la *C. glandulosa* presentó el mayor promedio en esta variable, la *C. spruceanum* ha sido la especie que alcanzó el valor intermedio durante las tres evaluaciones consideradas entre las tres especies (Figura 4).

La dosis de 120 g de fertilizante molimax ha presentado mayor efecto sobre el crecimiento en altura total promedio de las plantas a los 105 y 195 días posteriores a la plantación (Figura 5).



Letras diferentes muestran diferencias estadísticas.

Figura 4. Efectos principales del factor especies respecto al crecimiento de la altura total, evaluados durante 7 meses.



Letras diferentes muestran diferencias estadísticas.

Figura 5. Efectos principales del factor niveles de fertilizante respecto al crecimiento de la altura total, evaluados durante 7 meses.

#### 4.2. Diámetro del tallo de las plantas

Los diferentes bloques establecidos no presentaron diferencias estadísticas durante las tres evaluaciones registradas; las diferentes dosis utilizadas en la investigación presentaron altas diferencias estadísticas durante las tres evaluaciones; las especies presentaron diferencias estadísticas durante las evaluaciones realizadas y se ha encontrado interacción durante los 105 y 195 días entre el factor especies y las dosis de fertilizantes utilizadas (Cuadro 11).

Cuadro 11. Análisis de varianza respecto a la variable diámetro basal del fuste de las especies forestales en estudio.

FV	GL	F-valor 1	F-valor 2	F-valor 3
Bloque	11	1.1 N.S.	0.8 N.S.	0.6 N.S.
Dosis	2	36.00 **	398.5 **	421.8 **
Especies	3	2.52 *	2.2 *	4.5 *
Dosis*Especies	6	1.72 N.S.	4.4 *	4.9 *
Error	121			
Total	143			

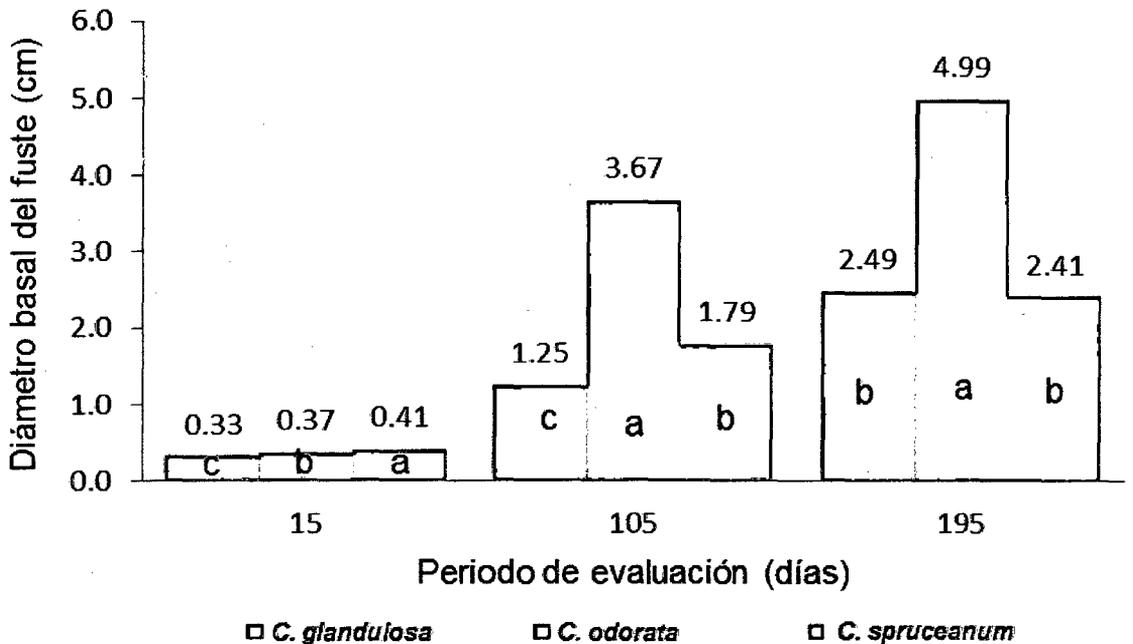
CV: 13.96%, 19.68% y 14.9%.

1, 2 y 3 refiere a las evaluaciones registradas a 15, 105 y 195 días después de la plantación.

\*\* : Alta significancia estadística ( $p < 0.01$ ), \* : Significancia estadística ( $p < 0.05$ ), ns: no existe significancia estadística ( $p > 0.05$ ).

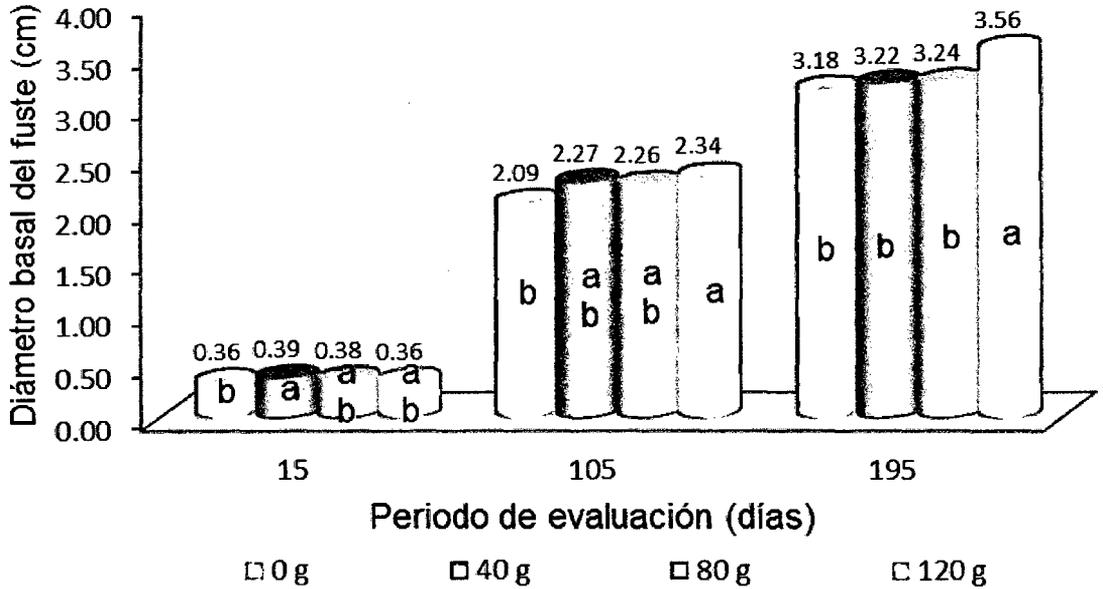
Se ha determinado a los 105 días, que el *C. odorata* ha tenido mayor valor promedio respecto al diámetro del tallo, seguido de la *C. spruceanum* y *C. glandulosa* respectivamente; a los 195 días que comprendió la tercera evaluación el *C. odorata* fue superior estadísticamente al ser comparado con la *C. glandulosa* y la *C. spruceanum* (Figura 6).

Respecto al efecto principal de las dosis de fertilizante a los 105 días, se ha encontrado que con 120 g de molimax 20 – 20 – 20 se alcanza mayor valor diámetro promedio del tallo y es similar a los efectos de las dosis de 40 g y 80 g; mientras que a los 195 días la dosis de 120 g del fertilizante ha presentado el valor promedio superior estadísticamente a las demas proporciones (Figura 7).



Letras diferentes muestran diferencias estadísticas.

Figura 6. Efectos principales del factor especies respecto al crecimiento del diámetro basal del tallo.



Letras diferentes muestran diferencias estadísticas.

Figura 7. Efectos principales del factor niveles de fertilizante respecto al crecimiento del diámetro basal del fuste.

### 4.3. Diámetro de copa

Los bloques establecidos no presentaron diferencias estadísticas durante las evaluaciones registradas a los 15 días, 105 días y 195 días.

La aplicación de dosis de fertilizante ha repercutido en alta diferencias estadísticas en las dos primeras evaluaciones, mientras que en la última evaluación presentó diferencia estadística.

Las especies usadas como material biológico presentaron diferencias estadísticas en la primera y tercera evaluación, mientras que en la segunda evaluación la diferencia estadística fue alta (Cuadro 12).

Cuadro 12. Análisis de varianza respecto a la variable diámetro de copa de las especies forestales en estudio.

FV	GL	F-valor 1	F-valor 2	F-valor 3
Bloque	11	1.79 N.S.	0.43 N.S.	0.13 N.S.
Dosis	2	642.24 **	1139.06 **	973.25 *
Especies	3	6.85 *	7.74 **	11.15 *
Dosis*Especies	6	4.24 *	8.18 **	6.87 *
Error	121			
Total	143			

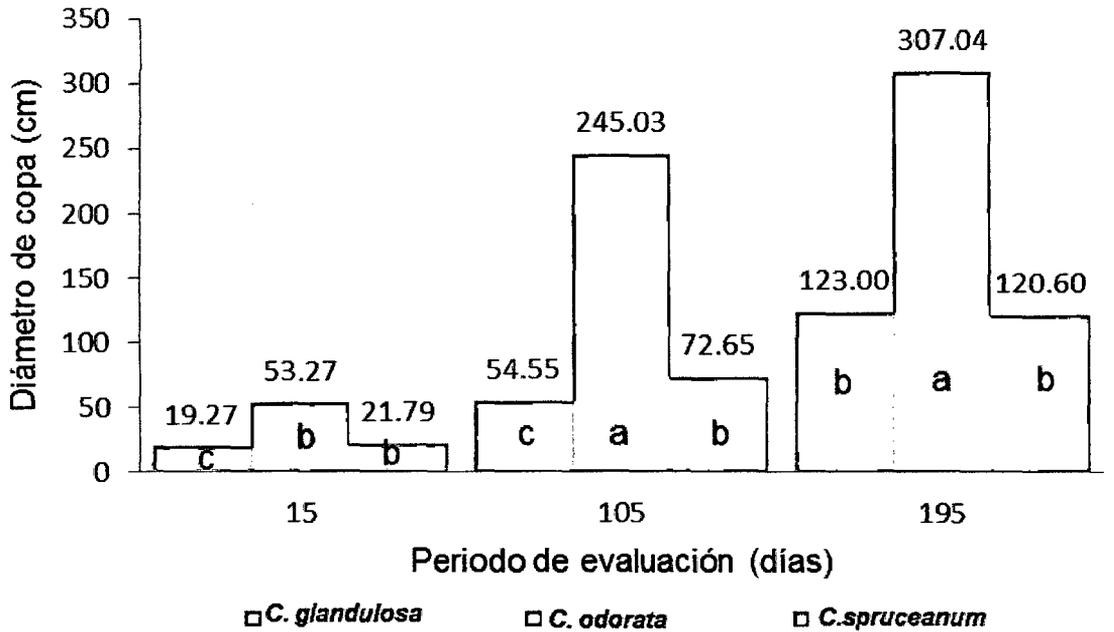
CV: 16.47%, 17.40% y 12.94%.

1, 2 y 3 refiere a las evaluaciones registradas a 15, 105 y 195 días después de la plantación.

\*\* : Alta significancia estadística ( $p < 0.01$ ), \* : Significancia estadística ( $p < 0.05$ ), ns: no existe significancia estadística ( $p > 0.05$ ).

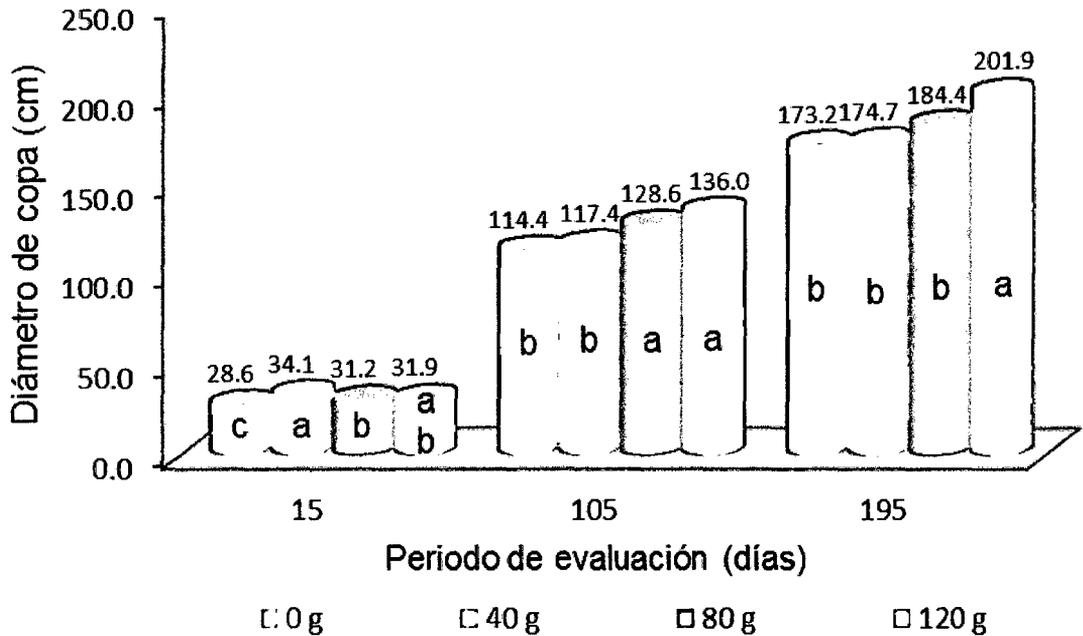
A los 105 días posteriores a la plantación, se observa que el *C. odorata* presenta mayor valor promedio en el diámetro de copa, seguido de la *C. spruceanum* y finalmente la *C. glandulosa*; mientras que a los 195 días, el *C. odorata* es superior y la *C. glandulosa* con la *C. spruceanum* presentan valores similares en esta variable (Figura 8).

Las dosis de 80 y 120 g presentaron similares efectos mientras que sin fertilización y con 40 g presentaron similares valores a los 105 días; a los 195 días la dosis de 120 g presentó mayor efecto en comparación a los demás dosis de fertilizante (Figura 9).



Letras diferentes muestran diferencias estadísticas.

Figura 8. Efectos principales del factor especies respecto al crecimiento del diámetro de copa.



Letras diferentes muestran diferencias estadísticas.

Figura 9. Efectos principales del factor niveles de fertilizante respecto al crecimiento de diámetro de copa.

#### 4.4. Sanidad

Durante el período de evaluación del experimento, las especies de *C. spruceanum* y *C. glandulosa* no presentaron ataque de plagas ni de enfermedades, mientras que en el *C. odorata* el ataque de plagas ha tenido una reducción al incrementar la aplicación del fertilizante (Cuadro 13 y Figura 10).

Cuadro 13. Ataque de la *Hypsiphylia grandella* en plantas instaladas de *C. odorata*

Dosis (g)	Plantas sanas	Plantas con ataque	Total	Ataque (%)
0	32	28	60	46.67
40	34	26	60	43.33
80	36	24	60	40.00
120	38	22	60	36.67

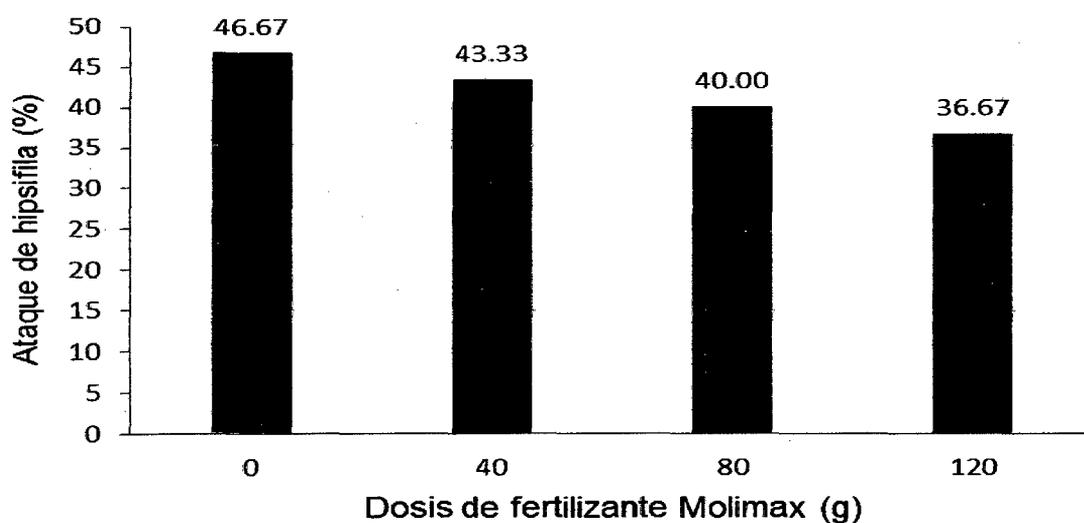


Figura 10. Presencia del ataque del lepidóptera *Hypsiphylia grandella* en plantas de *C. odorata* bajo fertilización.

## V. DISCUSIÓN

### 5.1. Altura total

Se ha determinado que la *C. spruceanum* alcanzó 1.56 m en altura total a los 6 meses (Figura 4), esto debido a la fertilización aplicada; resultados superiores a lo que determinó MENDEZ (2010) al evaluar capirona a 01 año de plantación bajo fertilización, determinó que el efecto de la aplicación de fertilizantes NPK fue altamente significativo, siendo las dosis 10-10-10 y 30-30-30 inferior al tratamiento 20-20-20, resultando ser la dosis óptima, alcanzando en altura 137.57 cm con un IMA (altura) de 114.65 cm.

Resultados similares a lo alcanzado reportan REYNEL y colaboradores (2003), al realizar un estudio efectuado para esta especie con semillas de diferentes procedencias en la amazonia peruana logrando crecimientos en altura de 1.4 – 1.6 m a los 6 meses y 3.5 – 4.7 m al año.

Resultados inferiores a lo alcanzado en la presente investigación determinó CENTENO (2011) al aplicar diferentes dosis de fertilizante, encontrando que al emplear 50 g de guano de islas en plantas de 18.77 cm, la *C. spruceanum* alcanzó una altura total promedio de 46.81 cm a los 90 días, mientras que a los 180 días alcanzó 95.94 cm de altura total, no encontrando diferencias estadísticas con los demás tratamientos aplicados; esto debido a

que la concentración de nutrientes en el fertilizante Molimax con 20 – 20 – 20 de nitrógeno, fósforo y potasio es superior al de guano de las islas con 12 – 11 – 3 (PROABONOS, 2008).

El incremento del tamaño de las plantas respecto al mayor nivel de concentración se vio a los 3 y 6 meses, característica favorable de la fertilización descrita por BINKLEY (1993) al indicar que la fertilización produce varios cambios en la fisiología de los árboles que resultan en un mayor crecimiento del tallo. Las hojas aumentan su actividad fotosintética cuando aumentan los niveles de clorofila, los árboles pueden expandir su dosel, o bien puede cambiar la distribución de los productos fotosintéticos.

LAMPRECHT (1990) afirma que en general el suministro de fertilizantes apropiados para los suelos tropicales pobres en nitrógeno, como en el caso de la investigación con 0.05% de nitrógeno (nivel bajo), tiene efectos positivos como lo que se encontró en la investigación (Figura 5), al mostrar a los seis meses que con 120 g de molimax 20 – 20 – 20 se encontró incrementos superiores al comparar con las plantas sin fertilizar.

Asimismo, el ACP (2006) menciona que la fertilización en campo tiene el objetivo de promover el rápido crecimiento y aumentar la vigorosidad de las plantas para garantizar su establecimiento, como lo encontrado en la presente investigación.

Al evaluar el efecto de la aplicación de fertilizantes en el *C. odorata*, QUEVEDO (1991) determinó que la influencia del humus de lombricultura en el

crecimiento inicial de *C. odorata* en plantación a campo abierto y comportamiento al ataque de *Hypsiphylia grandella*., utilizando humus de lombriz en dosis de 2 y 4 Kg por planta, con un testigo (suelo) como patrón comparativo.

Los resultados obtenidos se sintetizan en: El crecimiento de *C. odorata* con dosis de 2 y 4 Kg de humus de lombriz, tuvo un desarrollo significativo en los 365 días que duró el estudio, manifestándose un incremento superior al 400% en el parámetro de altura, afirmando que la aplicación de nutrientes favorece positivamente sobre el incremento de esta variable en esta especie.

La diferencia de alturas encontrada en las diferentes especies es influenciada a que cada especie tiene sus características propias en asimilar los nutrientes como es el caso para la *C. glandulosa*, *C. spruceanum* y el *C. odorata*, al respecto BINKLEY (1993) indica que es importante tener en cuenta que estas evaluaciones genotipo-nutrientes se han estudiado sólo en plantaciones bastante jóvenes; los patrones de respuesta pueden diferir en las etapas posteriores al desarrollo.

WHITMORE (1971) afirma que las plántulas de *C. odorata* promedian 100 cm en su crecimiento durante el primer año bajo condiciones favorables, mientras que en la investigación, a los seis meses se ha obtenido 156.4 cm (Figura 4) la cual fue favorable debido a las dosis de fertilizante aplicada en esta especie forestal después del establecimiento.

## 5.2. Diámetro

Las plantas de *C. spruceanum* bajo fertilización alcanzaron 2.41 cm de diámetro basal del tallo a los seis meses, esto debido al efecto de la fertilización, mientras que MENDEZ (2010) al evaluar la *C. spruceanum* al año de plantación bajo fertilización, determinó que el efecto de la aplicación de fertilizantes NPK fue altamente significativo, siendo las dosis 10-10-10 y 30-30-30 inferior al tratamiento 20-20-20, resultando ser dosis óptima, alcanzando un valor de 2.26 cm a los 12 meses después de la fertilización.

Por otra parte CENTENO (2011), al emplear diferentes dosis de fertilizantes, determinó que al aplicar 50 g de guano de islas en plantas de *C. spruceanum* con 2.94 mm de diámetro inicial, las plantas registraron un valor de 8.61 mm a los 90 días que fue la evaluación, mientras en la presente investigación se alcanzó 17.9 mm durante el mismo periodo de tiempo. A los 180 días el mismo autor menciona que esta especie alcanzó 18.60 mm de diámetro del fuste, no encontrándose diferencias estadísticas frente a los demás tratamientos utilizados, las cuales pudieron ser efectos de que no hubo una limpieza general del área y el contenido de nitrógeno del suelo empleado tenía 0.07%, y en la presente investigación se alcanzó un valor superior de 24.1 mm de diámetro (Figura 6) en el mismo periodo de tiempo, debido a la influencia del fertilizante sobre esta variable.

QUEVEDO (1991) investigó la influencia del humus de lombricultura en el crecimiento inicial de *C. odorata* en plantación a campo

abierto y comportamiento al ataque de *Hypsiphylia grandella*, utilizando para ello humus de lombriz en dosis de 2 y 4 Kg por planta, con un testigo (suelo) como patrón comparativo. Los resultados obtenidos se sintetizan en: El crecimiento de *C. odorata* con dosis de 2 y 4 Kg de humus de lombriz, tuvo un desarrollo significativo en los 365 días que duró el estudio, manifestándose un incremento superior al 400% en el parámetro de diámetro con respecto al testigo; estos incrementos fueron a causa de la incorporación de nutrientes que favorecieron en el crecimiento de las plantas de esta especie como ha ocurrido en la presente investigación (Figura 7).

El incremento inicial de la variable diámetro en las tres especies se vio favorecida por las dosis aplicadas de fertilizantes (Figura 6 y 7), esto asevera BINKLEY (1993) al afirmar que durante la primera etapa de desarrollo de los rodales, la tasa de suministro de nutrientes del suelo es bastante alta, y la demanda de nutrientes por los árboles jóvenes es bastante baja. Sin embargo, es posible que los árboles estén aún limitados por los nutrientes debido a que tienen sistemas radicales que no están totalmente desarrollados y a que compiten con la demás vegetación, en este caso que fue la vegetación competidora y el cultivo de papayo que se encontraba en la zona.

El incremento en diámetro para las tres especies forestales fue favorable y RUBILAR *et al.* (2008) fortalecen este resultado al mencionar que el uso de fertilizantes al establecimiento de plantaciones manejadas intensivamente, dando un adecuado control de malezas, es una herramienta

clave para el aumento de la productividad forestal de especies de rápido crecimiento.

Uno de los elementos que haya influenciado en el crecimiento de la variable diámetro, fue el nitrógeno, ya que WADSWORTH (2000) corrobora al revelar que los fertilizantes nitrogenados afectan tanto la forma como la uniformidad del árbol. Los fertilizantes aumentan el diámetro del fuste en el árbol más que la altura y por consiguiente aumentan el ahusamiento del fuste, reduciendo el factor de forma. También reducen la variabilidad en el diámetro de árboles en plantaciones.

Se ha encontrado diferencias en el crecimiento diametral de los árboles (Cuadro 11), generalmente debido a que cada especie posee sus propias características, al respecto Sarie y Loughman, 1983; citados por BINKLEY (1993) mencionan que es posible que algunos genotipos forestales utilicen los nutrientes con mayor eficacia. Al parecer, el mecanismo determinante son las variaciones genéticas que existen en los sistemas radicales de los árboles, los cuales producen variaciones en la absorción de los nutrientes (Barley, 1970 y Bowen, 1984; citados por BINKLEY, 1993).

Las plántulas de *C. odorata* desarrollan un diámetro de 10 mm o más durante el primer año bajo condiciones favorables (WHITMORE, 1971), mientras que por efecto de la fertilización en la presente investigación, esta especie alcanzó 49.9 cm de diámetro a los seis meses de establecido, por otro lado, BELANGER y BRISCOE (1963) afirman que las pruebas con abonos

mostraron un mejor crecimiento en el cedro con una formulación de abono en 7 – 6 – 19 (7% de nitrógeno, 6% de fósforo, 19% de potasio).

### 5.3. Diámetro de copa

El *C. odorata* es la especie que ha alcanzado el mayor valor promedio en diámetro de copa (Figura 8), lo cual es corroborado por MALIMBWI (1978) al mencionar como característica de esta especie que su copa rala y esparcida con un follaje verde claro sugiere una especie con una demanda de luz alta, al igual que su potencial para un crecimiento rápido y su aparición después de los incendios, que son lugares donde los nutrientes se encuentran en la superficie de los suelos a causa de la quema.

Respeto al incremento del diámetro de la copa por efectos de la fertilización, se ha encontrado que a mayor dosis de fertilizante se tiene mayor diámetro de copa (Figura 9) y los incrementos que se producen en el crecimiento con la fertilización son mucho mayores que el 30% de modo que, en general, una mayor eficiencia fotosintética no puede explicarse con base en la magnitud de la respuesta. En algunos estudios se ha analizado la expansión del dosel (copa) debido a la fertilización, pero al parecer existe una sólida relación entre una mayor área foliar y un mayor crecimiento del tallo (BINKLEY, 1993).

Otro factor que haya influenciado es que mediante las raíces superficiales, el *C. odorata* haya alcanzado con facilidad los nutrientes aportados por el fertilizante, esto corrobora CATER (1945) al mencionar que las

plántulas y los brinzales de esta especie tienen unos sistemas radicales muy superficiales y son susceptibles a ser desarraigados o sufrir de un daño mecánico a las raíces.

Antecedentes similares sobre el diámetro de copa fue observado por el Canadian Forestry Service, al realizar una de las investigaciones más completas en torno a los componentes de la respuesta del rodal a la fertilización. En este experimento realizado en el Lago Shawnigan de la isla de Vancouver, Columbia Británica, se encontró que el crecimiento del fuste del abeto Douglas (*Pseudotsuga menziesii*) por unidad de área foliar (debido a los cambios en la fotosíntesis neta y a una alteración en la distribución de la biomasa) representó casi una tercera parte de la respuesta a 450 kg de nitrógeno/ha, y que casi todo este efecto ocurrió en los tres primeros años (Brix, 1983, citado por BINKLEY, 1993). El incremento del área foliar representó la parte restante de la respuesta del crecimiento. Transcurridos siete años, el área foliar todavía fue un 80% mayor en los rodales fertilizados, y la producción del fuste continuó siendo casi un 25% mayor que en los rodales que no fueron fertilizados (BINKLEY, 1993).

Asimismo, algunas aproximaciones hechas sobre la relación que existe entre el área foliar del rodal y el crecimiento del fuste revelaron que 17 años después de la fertilización, los rodales fertilizados mostraron tanto una mayor área foliar como un mayor crecimiento del fuste por unidad de área foliar (Binkley y Reid, 1984, citados por BINKLEY, 1993). En los rodales en que se aplicaron 155 kg de nitrógeno/ha, los árboles mostraron un 45% más de área

foliar y un 60% más de crecimiento del fuste (entre los 13 y 17 años después de haber realizado el tratamiento). Los rodales en que se aplicó el más alto nivel de fertilización, a saber, 480 kg de nitrógeno/ha, tuvieron un 50% más de área foliar que los rodales control y tasas de crecimiento del fuste 120% mayores durante este período (BINKLEY, 1993); de esta parte se afirma que la fertilización influyó en el diámetro de copa de las tres especies evaluadas.

#### 5.4. Sanidad

La *C. spruceanum* y la *C. glandulosa* no presentaron daño de plaga alguno, mientras que el *C. odorata* presentó ataque del lepidóptero denominado hipsifila (*Hypsiphylia grandella*) que se mostró un descenso mientras se incrementaba la dosis del fertilizante (Cuadro 13 y Figura 10), al respecto WADSWORTH, (2000) afirma que el uso de fertilizantes en plantaciones forestales ha sido menos generalizado en América que en cualquier otro sitio de los trópicos, aunque los beneficios han sido impresionantes en algunas instancias. Se ha comprobado que los fertilizantes son capaces de aumentar la adaptación de distintas especies, además de mejorar su resistencia contra plagas y enfermedades, como se determinó en la presente investigación.

QUEVEDO (1991) encontró que cuando investigó la influencia del humus de lombricultura en el crecimiento inicial de *C. odorata* en plantación a campo abierto y comportamiento al ataque de *Hypsiphylia grandella*, utilizando humus de lombriz en dosis de 2 y 4 Kg por planta, con un testigo (suelo) como

patrón comparativo. El índice de mortalidad en *C. odorata*, se redujo a 10% en los tratamientos con 4 Kg y 2 Kg de humus de lombriz, por efectos del alto vigor de los plantones.

También STYLES (1972), al indicar que la regeneración natural del *C. odorata* a partir de semillas es buena en muchas partes de la América Central y del Sur, pero el buen crecimiento inicial es a menudo seguido de la muerte de terminales después de 2 ó 3 años. Este problema está parcialmente relacionado a *Hypsiphylia grandella* y refleja la escasez de suelos apropiados, especialmente en algunas de las áreas sujetas a los estudios más intensos. La abundancia del nuevo crecimiento del *C. odorata* como rodales casi puros y aparentemente sin problemas de *Hypsiphylia grandella* en ruinas antiguas y recientes de piedra caliza en áreas con una marcada estación seca.

Como alternativa a este acontecimiento de ataque de plagas, MALIMBWI (1978) afirma que se ha obtenido un establecimiento exitoso usando el método taungya en África, en donde existen unas áreas extensas de suelos bien drenados y el barrenador de los tallos local no ataca al *C. odorata* del Nuevo Mundo, puede ser a parte del asocio, que en el sistema establecido los cultivos agrícolas fueron fertilizados y las plantas de cedro aprovecharon los nutrientes y se fortalecieron.

También OMOYIOLA (1972) menciona que las plántulas de *C. odorata* cultivadas a la sombra son susceptibles a quemarse con el sol y al

subsecuente ataque por los insectos cuando se mueven a un lugar soleado, la cual puede reducirse con la fertilización.

## VI. CONCLUSIONES

1. El mayor crecimiento longitudinal lo alcanzó la especie *C. glandulosa* (176.6 cm), mientras que el diámetro del tallo y diámetro de copa fue superior en el *C. odorata* con medidas de 4.99 cm y 307 cm respectivamente, valores obtenidos durante 195 días posterior a la plantación y fertilización. Solo se encontró ataque del barrenador *Hypsiphylia grandella* en el *C. odorata*.
2. La dosis que ha tenido mayor efecto principal sobre las variables evaluadas fue el de 120 g/plantas de Molimax (T<sub>10</sub>, T<sub>11</sub> y T<sub>12</sub>), que fue observado en las tres especies forestales.

## **VII. RECOMENDACIONES**

1. A los tesisistas, realizar el análisis de las propiedades físicas y químicas del suelo en intervalos de tiempo, que comprenda antes de la aplicación del fertilizante y después de la aplicación (tres meses), con la finalidad de obtener el efecto sobre el suelo y las plantas.
2. En las repoblaciones forestales, deben realizar las aplicaciones de las dosis de abonos de manera parcial (cada cuatro meses) de acuerdo al tipo de suelos que se van a trabajar, ya que la aplicación de grandes dosis de fertilizante afecta la capacidad que tienen los árboles para absorber los nutrientes, y el fertilizante se utiliza en forma ineficaz.
3. En investigaciones se deben considerar el análisis foliar de las plantas con la finalidad de determinar su requerimiento de los nutrientes y en base a esto no realizar aplicaciones excesivas de fertilizantes.

## VIII. ABSTRACT

The purpose to determine the influence of fertilizer Molimax 20 - 20 - 20 on the initial growth of species tree. Experimental plot was established at the farm of Mr Francisco BARDALES AMASIFUEN, located 25 km from the town of Bellavista and 340 msnm; the it used the design randomized complete block (DBCA) with factorial arrangement of form 4A x 3 B whose factor A (0 g, 40 g, 80 g and 120 g of fertilizer Molimax) and factor B shaina (*Colubrina glandulosa* Perkins), capirona (*Calycophyllum spruceanum* Benth) and cedro (*Cedrela odorata* L), combinations of the levels of factor A, when combined with the species of factor B formed in the study treatments (12) and the experiment consisted of 720 units distributed in 14400 m<sup>2</sup> of total area. We found significant differences ( $p < 0.05$ ) between species and between doses applied in respect to the main effect variables assessed at six months was higher in the shaina high (*Colubrina glandulosa* Perkins), stem diameter and treetop diameter was higher in the cedro (*Cedrela odorata* L), no pests or diseases are found in shaina specie (*Colubrina glandulosa* Perkins), and capirona (*Calycophyllum spruceanum* Benth) while cedro (*Cedrela odorata* L) wins *Hypsiphylia grandella* borer attacks, the dose that has most major effect on the variables was 120 g of fertilizer Molimax.

## IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AUTORIDAD DEL CANAL DE PANAMÁ (ACP). 2006. Manual de reforestación. Cuenca hidrográfica del canal de Panamá. División de administración ambiental; Sección de manejo de cuenca. Volumen 1. Panamá. 32 p.
- BELANGER, R.P., BRISCOE, C.B. 1963. Effects of irrigating tree seedlings with a nutrient solution. *Caribbean Forester*. 24(2): 87-90.
- BENEDETTI, S., SAAVEDRA, J. 2005. Guía práctica para el establecimiento, manejo y cuidados de plantaciones de castaño. Instituto Forestal (INFOR); Gobierno de Chile. Chile. 8 p.
- BINKLEY, D. 1993. Nutrición forestal, prácticas de manejo. Trad. Por Manuel Guzmán. 1 ed. Balderas, México, Limusa, S.A. de C.V. 518 p.
- CATER, J.C. 1945. The silviculture of *Cedrela mexicana*. *Caribbean Forester*. 6(3): 89-100.
- CATIE. 2000. Manejo Silvicultural de la especie de *Shaina Colubrina glandulosa* Perkins, en la amazonía peruana. Pucallpa, Perú. 63 p.

- CENTENO, J.M. 2011. Dosis de fertilización en el crecimiento inicial de *Guazuma crinita* Mart. "bolaina" y *Calycophyllum spruceanum* (Benth) Hook F. Ex "capirona" en Juan Guerra, región San Martín. Tesis Ing. en Recursos Naturales Renovables, Mención Forestales. Tingo María, Perú. Universidad Nacional Agraria de la Selva. 56 p.
- CINTRON, B.B. 1990. *Cedrela odorata* L. Cedro hembra, Spanish cedar. En: Burns, Russell M.; Honkala, Barbara H., eds. Silvics of North America: 2. Hardwoods. Agric. Handb. 654. Washington, DC: U.S. Department of Agriculture, Forest Service: 250-257.
- COMBE, J., GEWALD, N.J. 1979. Guía de campo de los ensayos forestales del CATIE en Turrialba, Costa Rica. Turrialba, Costa Rica: Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, Programa de Recursos Naturales Renovables.
- CRONQUIST, A. 1981. Lista de las Clases, Subclases, Órdenes y Familias de las Angiospermas. Columbia University Press. New York.
- CUEVA, F.M. 2010. Crecimiento inicial de *Guazuma crinita* C. Martius (bolaina blanca) bajo efectos de mezcla entre fertilizante de fuente inorgánica y orgánica. Tesis Ing. en Recursos Naturales Renovables, Mención Forestales. Tingo María, Perú. Universidad Nacional Agraria de la Selva. 78 p.

- DAVEL, M. s/d. Manejo de plantaciones. Centro de Investigación y Extensión Forestal Andino Patagónico. Universidad Nacional de la Patagonia. Santiago, Chile. 16 p.
- FERNANDEZ, R. 1988. Planificación y diseño de plantaciones frutales. Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos; Universidad de Córdoba. Madrid, España. Edición Mundi – Prensa. 205 p.
- FLORES, F. 2002. Manual Técnico de Plantaciones Forestales. Cajamarca, Perú. 120 p.
- FLORES, L., GUERRA, J., OLIVERA, P. 1996. Boletín técnico; Manejo de viveros y plantaciones forestales. Universidad nacional Agraria de la Selva; Facultad de Recursos Naturales Renovables. Tingo María, Perú. 54 p.
- GRAETZ, A. 1990. Suelos y fertilización. Suelos y agua. 2 ed. México, Trillas. 80 p.
- GUERRERO, A. 2000. El suelo, los abonos y la fertilización de los cultivos. Ed. Mundi Prensa México, S.A. de C.V. Bilbao, España. 206 p.
- HERRERA, Y. 2002. Estudio de la especie forestal de shaina *C. glandulosa* Perkins. Afiche en Revista Forestal Centroamericana Oct-Dic 1997, nº 21. CATIE, Turrialba, Costa Rica.

- INOUE, M.T. 1980. Photosynthesis and transpiration in *Cedrela fissilis* Vell. seedlings in relation to light intensity and temperature. Turrialba. 30(3): 280- 283.
- LAMPRECHT, H. 1990. Silvicultura en los trópicos; Los ecosistemas forestales en los bosques tropicales y sus especies arbóreas – posibilidades y métodos para un aprovechamiento sostenido. Trad. Por Antonio Carrillo. Ed. Deutsche Gesellschaft fur Technise Zusammenarbeit (GTZ) GmbH. Cooperación Técnica. Eschborn, República federal de Alemania. 335 p.
- LARREA, A. 2007. Determinación de las reservas de carbono en la biomasa aérea de combinaciones agroforestales de *Theobroma cacao* L. & determinación de la ecuación alométrica para el cacao. Tesis Ing. Ambiental. Lima, Perú. UNALM. 146 p.
- MALIMBWI, R.E. 1978. *Cedrela* species international provenance trial (CFI at Kwamsambia, Tanzania). En: Progress and problems of genetic improvement of tropical forest trees. Oxford, UK: Commonwealth Forestry Institute: 910.
- MÁS PORRAS, J., LUYANO, G.B. 1974. ¿Es posible mediante el sistema taungya aumentar la productividad de los bosques tropicales? Forestales Bol. Téc. 39. Ciudad de México, México: Secretaría de Agricultura y Ganadería. 47 p.

- MENDEZ, J. 2010. Efecto de la fertilización con NPK en el comportamiento silvicultural de *Calycophyllum spruceanum* Benth (capirona) y *Mauritia flexuosa* L.f. (aguaje) en Tulumayo – Aucayacu. Tesis Ing. en Recursos Naturales Renovables, Mención Forestales. Tingo María, Perú. Universidad Nacional Agraria de la Selva. 45 p.
- MILTHORPE, M.; MOORBY, R. 1982. Estudios realizados en porcentaje de germinación de *Colubrina glandulosa*. CATIE - 128 p.
- MONTERO, G., CISNEROS, O., CAÑELLAS, I. 2003. Manual de selvicultura para plantaciones de especies productoras de madera de calidad. INIA. Mundi-Prensa. Madrid, España. 284 p.
- MUNIVE, E. 2004. Los nutrientes esenciales secundarios muchas veces ignorados: calcio, magnesio y azufre. Serie de Fertilidad de Suelos. Huancayo, Perú. 16 p.
- MURILLO, O., CAMACHO, P. 1997. Metodología para la evaluación de la calidad de plantaciones forestales recién establecidas. Departamento de Ingeniería Forestal; Instituto Tecnológico de Costa Rica. Cartago, Costa Rica. *Agronomía Costarricense* 21(2): 189 – 206.
- OMOYIOLA, B.O. 1972. Initial observations on a *Cedrela* provenance trial in Nigeria. Res. Pap. 2 (Forest Series). Ibadan, Nigeria: Federal Department of Forest Research. 10 p.

- PADRON, E. 1996. Diseños experimentales con aplicación a la agricultura y la ganadería. Ed. Trillas. México. 215 p.
- PEREZ, I. 2001. Comportamiento fenológico por efecto de poda en diferentes fases lunares. Tesis Ing. Recursista. Mención Ciencias Forestales. Tingo María, Perú. Universidad Nacional Agraria de la Selva. 68 p.
- PROABONOS. 2008. Características de los abonos. [En línea]: Agrojunin, (<http://www.agrojunin.gob.pe/opds/proabonos/caracteristicas.php>., documentos, 19 Dic. 2012).
- QUEVEDO, A. 1991. Efecto del humus de lombriz en plantones de *Cedrela odorata*, atacados por *Hypsiphylia* sp. en plantación a campo abierto. Tesis Ing. Forestal. Iquitos, Perú. Universidad Nacional de la Amazonía Peruana.
- REUTER, S. 1991. Manual de Manejo Forestal, Proyectos de Bosques Latifoliados - Heliófitos de selva Baja. 124 p.
- REYNEL, C., PENNINGTON, T.D., PENNINGTON, R.T., FLORES, C., DAZA, A. 2003. Árboles útiles de la Amazonía peruana y sus usos. Manual de identificación ecológica y propagación de las especies. Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú. 509 p.
- RUBILAR, R., FOX, T., ALLEN, L., ALBAUGH, T., CARLSON, C. 2008. Manejo intensivo al establecimiento de plantaciones forestales de *Pinus*

sp. Y *Eucalyptus* sp. En Chile y Argentina. Informaciones agronómicas del cono sur # 40. Instituto internacional de nutrición de plantas (IPNI). Acassuso, Argentina. 6 p.

STYLES, B.T. 1972. The flower biology of the Meliaceae and its bearing on tree breeding. *Silvae Genetica*. 21: 175-183.

UGARTE, W. 1997. Manual sobre el establecimiento, manejo y aprovechamiento de plantaciones maderables para la amazonia peruana. Manual técnico. Perú. 56 p.

VELA, F. 2005. Efecto de dos tipos de abonos orgánicos en una plantación asociada de capirona (*Calycophyllum spruceanum* Benth) y aguaje (*Mauritia flexuosa* L.f.) en Tingo María. Tesis Ing. en Recursos Naturales Renovables, Mención Forestales. Tingo María, Perú. Universidad Nacional Agraria de la Selva. 61 p.

WADSWORTH, F. 2000. Producción forestal para América Tropical; Manual de agricultura. Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA); Centro Agronómico Tropical de Investigación y enseñanza (CATIE); Unión Internacional de Organizaciones de Investigación Forestal (IUFRO). Washington, DC., Estados Unidos. 563 p.

WHITMORE, J.L. 1971. Cedrela provenance trial in Puerto Rico and St. Croix; nursery phase assessment. *Turrialba*. 21(3): 343-349.

**ANEXO**

### Anexo 1. Análisis de varianza (ANOVA) de las variables evaluadas

Cuadro 14. ANOVA de la variable altura total a los 15 días después de la plantación.

FV	GL	SC	CM	F-valor	Significancia
Bloque	11	3458.23521	314.39	2.57	0.0057 *
Dosis	2	1818.51	909.25	7.44	0.0009 *
Especies	3	2105.36	701.79	5.75	0.001 *
Dosis*Especies	6	1339.99	223.33	1.83	0.099 ns
Error	121	14777.84	122.13		
Total	143	23499.94	2270.89		

CV: 36.6 %.

\*: Significancia estadística ( $p < 0.05$ ), ns: no existe significancia estadística ( $p > 0.05$ ).

Cuadro 15. Prueba Tukey respecto al efecto principal del factor especies en la variable altura total durante los 15 días después de la plantación.

OM	Especies	Promedio	Significancia
3	<i>C. glandulosa</i>	25.6	b
1	<i>C. odorata</i>	34.2	a
2	<i>C. spruceanum</i>	30.8	a

Letras diferentes muestran diferencias estadísticas.

Cuadro 16. Prueba Tukey respecto al efecto principal del factor dosis en la variable altura total durante los 15 días después de la plantación.

OM	Dosis (g)	Promedio	Significancia
4	0	26.7	b
1	40	36.6	a
2	80	28.9	b
3	120	28.5	b

Letras diferentes muestran diferencias estadísticas.

Cuadro 17. ANOVA de la variable altura total a los 105 días después de la plantación.

FV	GL	SC	CM	F-valor	Significancia
Bloque	11	6593.20188	599.38	1.33	0.2139 ns
Dosis	2	6593.20	3296.60	7.34	<0.0001 **
Especies	3	17481.62	5827.21	12.97	<0.0001 **
Dosis*Especies	6	22789.26	3798.21	8.45	<0.0001 **
Error	121	54365.82	449.30		
Total	143	107823.10	13970.70		

CV: 20.2%

\*\* : Alta significancia estadística ( $p < 0.01$ ) y ns: no existe significancia estadística ( $p > 0.05$ ).

Cuadro 18. Prueba Tukey respecto al efecto principal del factor especies en la variable altura total durante los 105 días después de la plantación.

OM	Especies	Promedio	Significancia
3	<i>C. glandulosa</i>	87.2	b
1	<i>C. odorata</i>	117.4	a
2	<i>C. spruceanum</i>	110.5	a

Cuadro 19. Prueba Tukey respecto al efecto principal del factor dosis en la variable altura total durante los 105 días después de la plantación.

OM	Dosis (g)	Promedio	Significancia
3	0	100.2	cb
4	40	93.0	c
2	80	104.1	b
1	120	122.8	a

Cuadro 20. ANOVA de la variable altura total a los 195 días después de la plantación.

FV	GL	SC	CM	F-valor	Significancia
Bloque	11	33621.8422	3056.53	1.87	0.0503 ns
Dosis	2	14074.93	7037.47	4.30	0.0157 *
Especies	3	69385.85	23128.62	14.12	<0.0001 **
Dosis*Especies	6	47533.14	7922.19	4.84	0.0002 *
Error	121	198175.13	1637.81		
Total	143	362790.90	42782.62		

CV: 24.9%. \*\*: Alta significancia estadística ( $p < 0.01$ ), \*: Significancia estadística ( $p < 0.05$ ), ns: no existe significancia estadística ( $p > 0.05$ ).

Cuadro 21. Prueba Tukey respecto al efecto principal del factor especies en la variable altura total durante los 195 días después de la plantación.

OM	Especies	Promedio	Significancia
1	<i>C. glandulosa</i>	176.6	a
3	<i>C. odorata</i>	154.8	b
2	<i>C. spruceanum</i>	156.4	b

Cuadro 22. Prueba Tukey respecto al efecto principal del factor dosis en la variable altura total durante los 195 días después de la plantación.

OM	Dosis (g)	Promedio	Significancia
3	0	159.1	b
4	40	131.4	c
2	80	166.9	b
1	120	193.0	a

Cuadro 23. ANOVA de la variable diámetro basal del fuste a los 15 días después de la plantación.

FV	GL	SC	CM	F-valor	Significancia
Bloque	11	0.0325	0.00	1.10	0.3649 ns
Dosis	2	0.19	0.10	36.00	<0.0001 **
Especies	3	0.02	0.01	2.52	0.0609 ns
Dosis*Especies	6	0.03	0.00	1.72	0.1221 ns
Error	121	0.32	0.00		
Total	143	0.60	0.11		

CV: 13.96%.

\*\* : Alta significancia estadística ( $p < 0.01$ ) y ns: no existe significancia estadística ( $p > 0.05$ ).

Cuadro 24. Prueba Tukey del efecto principal del factor especies en la variable diámetro basal del fuste durante los 15 días de la plantación.

OM	Especies	Promedio	Significancia
3	<i>C. glandulosa</i>	0.33	c
2	<i>C. odorata</i>	0.37	b
1	<i>C. spruceanum</i>	0.41	a

Cuadro 25. Prueba Tukey del efecto principal del factor dosis en la variable diámetro basal del fuste durante los 15 días de la plantación.

OM	Dosis (g)	Promedio	Significancia
4	0	0.36	b
1	40	0.39	a
2	80	0.38	ab
3	120	0.36	ab

Cuadro 26. ANOVA de la variable diámetro basal del fuste a los 105 días después de la plantación.

FV	GL	SC	CM	F-valor	Significancia
Bloque	11	1.796875	0.16	0.84	0.6000 ns
Dosis	2	154.85	77.43	398.46	<0.0001 **
Especies	3	1.27	0.42	2.19	0.0932 ns
Dosis*Especies	6	5.13	0.85	4.40	0.0005 *
Error	121	23.51	0.19		
Total	143	186.56	79.06		

CV: 19.68%. \*\*: Alta significancia estadística ( $p < 0.01$ ), \*: Significancia estadística ( $p < 0.05$ ), ns: no existe significancia estadística ( $p > 0.05$ ).

Cuadro 27. Prueba Tukey del efecto principal del factor especies en la variable diámetro basal del fuste durante los 105 días de la plantación.

OM	Especies	Promedio	Significancia
3	<i>C. glandulosa</i>	1.25	c
1	<i>C. odorata</i>	3.67	a
2	<i>C. spruceanum</i>	1.79	b

Cuadro 28. Prueba Tukey del efecto principal del factor dosis en la variable diámetro basal del fuste durante los 105 días de la plantación.

OM	Dosis (g)	Promedio	Significancia
4	0	2.09	b
2	40	2.27	ab
3	80	2.26	ab
1	120	2.34	a

Cuadro 29. ANOVA de la variable diámetro basal del fuste a los 195 días después de la plantación.

FV	GL	SC	CM	F-valor	Significancia
Bloque	11	1.6085417	0.15	0.60	0.8272 ns
Dosis	2	206.18	103.09	421.79	<0.0001 **
Especies	3	3.33	1.11	4.54	0.0047 *
Dosis*Especies	6	7.13	1.19	4.87	0.0002 *
Error	121	29.57	0.24		
Total	143	247.83	105.78		

CV: 14.9%. \*\*: Alta significancia estadística ( $p < 0.01$ ), \*: Significancia estadística ( $p < 0.05$ ), ns: no existe significancia estadística ( $p > 0.05$ ).

Cuadro 30. Prueba Tukey del efecto principal del factor especies en la variable diámetro basal del fuste durante los 195 días de la plantación.

OM	Especies	Promedio	Significancia
2	<i>C. glandulosa</i>	2.49	b
1	<i>C. odorata</i>	4.99	a
3	<i>C. spruceanum</i>	2.41	b

Cuadro 31. Prueba Tukey del efecto principal del factor dosis en la variable diámetro basal del fuste durante los 195 días de la plantación.

OM	Dosis (g)	Promedio	Significancia
4	0	3.18	b
3	40	3.22	b
2	80	3.24	b
1	120	3.56	a

Cuadro 32. ANOVA de la variable diámetro de copa a los 15 días después de la plantación.

FV	GL	SC	CM	F-valor	Significancia
Bloque	11	528.50	48.05	1.79	0.0626 ns
Dosis	2	34455.12	17227.56	642.24	<0.0001 **
Especies	3	551.46	183.82	6.85	0.0003 *
Dosis*Especies	6	681.63	113.60	4.24	0.0007 *
Error	121	3245.70	26.82		
Total	143	39462.40	17599.85		

CV: 16.47%. \*\*: Alta significancia estadística ( $p < 0.01$ ), \*: Significancia estadística ( $p < 0.05$ ) y ns: no existe significancia estadística ( $p > 0.05$ ).

Cuadro 33. Prueba Tukey del efecto principal del factor especies en la variable diámetro de copa durante los 15 días después de la plantación.

OM	Especies	Promedio	Significancia
3	<i>C. glandulosa</i>	19.27	c
1	<i>C. odorata</i>	53.27	a
2	<i>C. spruceanum</i>	21.79	b

Cuadro 34. Prueba Tukey del efecto principal del factor dosis en la variable diámetro de copa durante los 15 días después de la plantación.

OM	Dosis (g)	Promedio	Significancia
4	0	28.61	c
1	40	34.09	a
3	80	31.18	b
2	120	31.89	ab

Cuadro 35. ANOVA de la variable diámetro de copa a los 105 días después de la plantación.

FV	GL	SC	CM	F-valor	Significancia
Bloque	11	2198.59	199.87	0.43	0.9405 ns
Dosis	2	1061254.29	530627.14	1139.06	<0.0001 **
Especies	3	10811.44	3603.81	7.74	<0.0001 **
Dosis*Especies	6	22873.82	3812.30	8.18	<0.0001 **
Error	121	56367.40	465.85		
Total	143	1153505.53	538708.98		

CV: 17.40%.

\*\* : Alta significancia estadística ( $p < 0.01$ ) y ns: no existe significancia estadística ( $p > 0.05$ ).

Cuadro 36. Prueba Tukey del efecto principal del factor especies en la variable diámetro de copa durante los 105 días después de la plantación.

OM	Especies	Promedio	Significancia
3	<i>C. glandulosa</i>	54.55	c
1	<i>C. odorata</i>	245.03	a
2	<i>C. spruceanum</i>	72.65	b

Cuadro 37. Prueba Tukey del efecto principal del factor dosis en la variable diámetro de copa durante los 105 días después de la plantación.

OM	Dosis (g)	Promedio	Significancia
4	0	114.40	b
3	40	117.37	b
2	80	128.56	a
1	120	135.98	a

Cuadro 38. ANOVA de la variable diámetro de copa a los 195 días después de la plantación.

FV	GL	SC	CM	F-valor	Significancia
Bloque	11	830.062	75.46	0.13	0.9996 ns
Dosis	2	1098151.57	549075.78	973.25	<0.0001 **
Especies	3	18863.47	6287.82	11.15	<0.0001 **
Dosis*Especies	6	23241.85	3873.64	6.87	<0.0001 **
Error	121	68264.00	564.17		
Total	143	1209350.94	559876.87		

CV: 12.94%. \*\*: Alta significancia estadística ( $p < 0.01$ ) y ns: no existe significancia estadística ( $p > 0.05$ ).

Cuadro 39. Prueba Tukey respecto al efecto principal del factor especies en la variable diámetro de copa durante los 195 días después de la plantación.

OM	Especies	Promedio	Significancia
2	<i>C. glandulosa</i>	123.00	b
1	<i>C. odorata</i>	307.04	a
3	<i>C. spruceanum</i>	120.60	b

Cuadro 40. Prueba Tukey respecto al efecto principal del factor dosis en la variable diámetro de copa durante los 195 días después de la plantación.

OM	Dosis (g)	Promedio	Significancia
4	0	173.17	b
3	40	174.70	b
2	80	184.41	b
1	120	201.91	a

## Anexo 2. Panel fotográfico



Figura 11. Plantones de *C. odorata* utilizados para la investigación.



Figura 12. Plantón de *C. glandulosa* establecido en campo definitivo.



Figura 13. Primera evaluación de la *C. glandulosa*.



Figura 14. Control de maleza en la parcela experimental.



Figura 15. Aplicación de los tratamientos (fertilizante Molimax).



Figura 16. Planta de *C. glandulosa* y *C. odorata* al final de la investigación.

Figura 17. Ubicación de la parcela experimental.

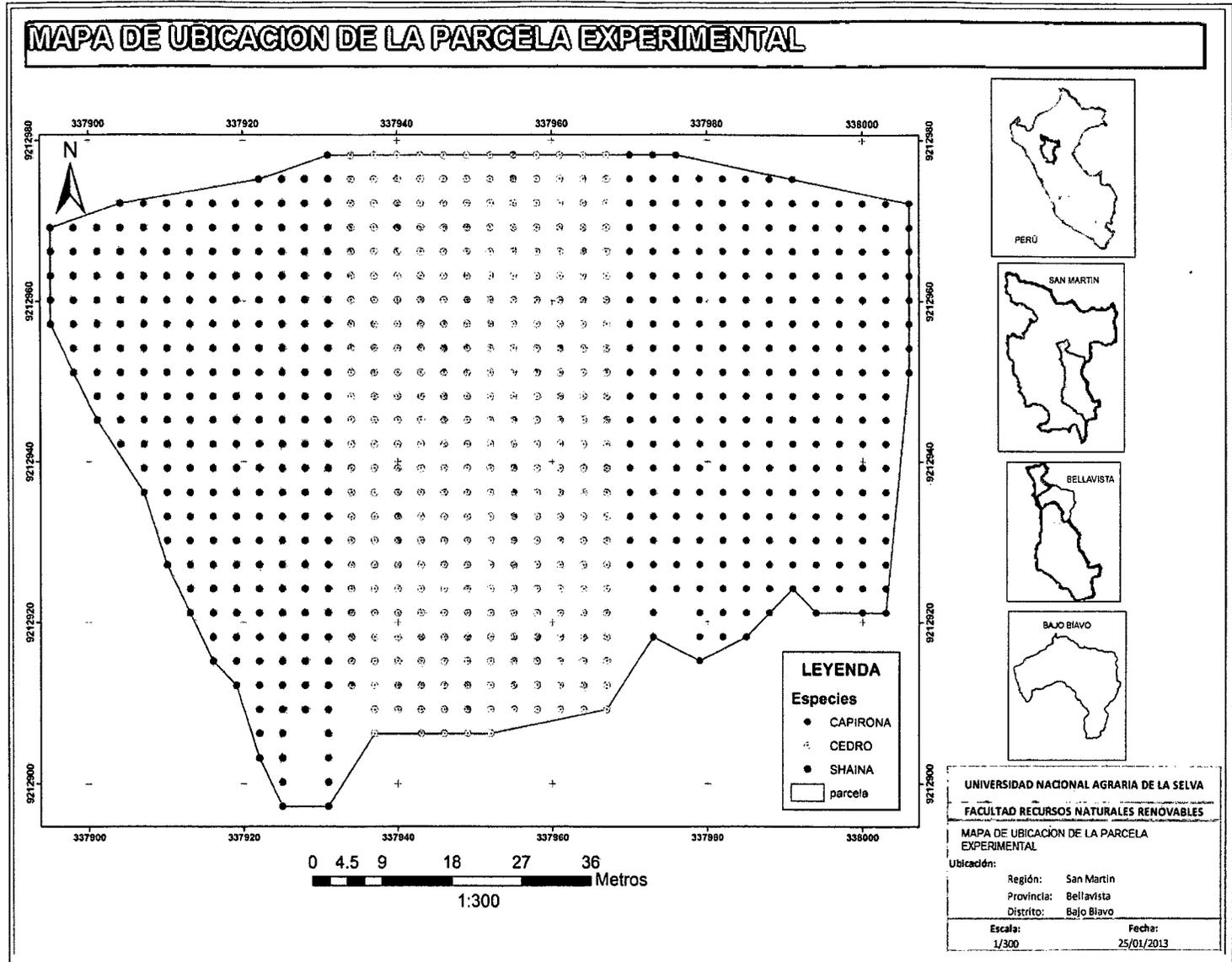


Figura 18. Análisis de la muestra del suelo.



**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA**

TINGO MARIA

Facultad de Agronomía - Laboratorio de Análisis de Suelos

[analisisdesuelosunas@hotmail.com](mailto:analisisdesuelosunas@hotmail.com)



**ANALISIS DE SUELOS**

PROPIETARIO:

CHUNG SALDAÑA DEINY

PROCEDENCIA:

BELLAVISTA

ANALISIS MECANICO			pH	M.O.	N	P	K <sub>2</sub> O	CIC	CAMBIABLES Cmol(+)/kg						CICe	%	%	%	
Arena	Arcilla	Limo							Ca	Mg	K	Na	Al	H					Bas.Camb
%	%	%	Textura	1:1	%	%	ppm	kg/ha											
49.54	26.61	23.86	Franco Arcillo Arenoso	8.00	1.07	0.05	1.81	115.69	9.08	7.06	1.45	0.52	0.05	0.00	0.00	—	100.00	0.00	0.00

Fecha: 28 de Febrero 2012

Recibo N°: 289320

Muestreado por: El solicitante

