

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

FACULTAD DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES



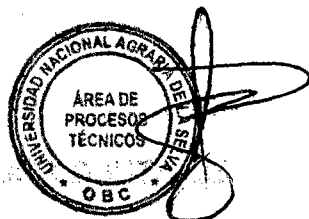
**"EFECTO DE UN FERTILIZANTE FOLIAR EN TRES
ESPECIES FORESTALES PRODUCIDAS CON SUSTRATO
ESPUMA AGRÍCOLA EN VIVERO"**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO EN
RECURSOS NATURALES RENOVABLES MENCIÓN FORESTALES**

PRESENTADO POR:

ROCÍO DEL CARMEN MUÑOZ SISNIEGAS

2014



**T
FOR**

Muñoz Sisniegas, Rocío Del Carmen

"Efecto de un Fertilizante Foliar en Tres Especies Forestales Producidas con Sustrato Espuma Agrícola en Vivero" - Tingo María 2014

82 páginas; 24 cuadros; 14 figuras.; 66 ref.; 30 cm.

Tesis (Ing. en Recursos Naturales Renovables Mención: Forestales) Universidad Nacional Agraria de la Selva, Tingo María (Perú). Facultad de Recursos Naturales Renovables

- 1. SUSTRATO 2. ESPUMA AGRÍCOLA 3. FERT. FOLIAR**
4. C. SPRUCEANUM BENTH. 5. G. CRINITA C. MART.



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 09 de setiembre del 2013, a horas 7:00 p.m. en la Sala de Grados del Paraninfo de la UNAS, para calificar la Tesis titulada:

“EFECTO DE UN FERTILIZANTE FOLIAR EN TRES ESPECIES FORESTALES PRODUCIDOS CON SUSTRATO ESPUMA AGRÍCOLA EN VIVERO”

Presentado por la Bachiller: **ROCÍO DEL CARMEN MUÑOZ SISNIEGAS**, después de haber escuchado la sustentación y las respuestas a las interrogantes formuladas por el Jurado, se declara aprobado con el calificativo de **“MUY 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, 12 de setiembre del 2014.


Ing. RAUL ARAUJO TORRES
PRESIDENTE




Ing. JUAN PABLO RENGIFO TRIGOZO
VOCAL


Ing. M.Sc. RONALD HUGO PUERTA TUESTA
VOCAL


Ing. EDILBERTO DÍAZ QUINTANA
ASESOR

DEDICATORIA

*A Dios por darme la vida, por su amor
incomparable y servir de fuente de
inspiración absoluta.*

*A mi abuelita Azucena Sisniegas y a mi
mamá María Cabellos; por el amor y
cariño de siempre, mi eterno
agradecimiento por su apoyo moral y su
abnegado sacrificio, que hicieron posible
mi formación profesional.*

*A mi hermano, tíos, y demás
familiares; con cariño y gratitud.
Pensar en ellos representó estímulo
indeclinable de superación.*

*A mi novio Wildo Cárdenas; por el
apoyo moral, incondicional y sublime
comprensión en cada momento de mi
vida.*

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Nacional Agraria de la Selva (UNAS), Alma Mater que me brindó la oportunidad de formarme como profesional.

A los docentes de la Facultad de Recursos Naturales Renovables en especial a los docentes de la especialidad de Ciencias forestales, quienes entregaron todos sus conocimientos y experiencias en bien de formar buenos profesionales

Al Ing. Edilberto Diaz Quintana, quien me ofreció su invaluable asesoramiento en la presente investigación. Gracias por su paciencia, empeño y confianza.

A los miembros del jurado calificador, ingenieros Raúl Araujo Torres, Ronald Hugo Puerta Tuesta y Juan Pablo Rengifo Trigozo; un agradecimiento especial por su motivación, apoyo y crítica, necesarios para la realización de la investigación.

A mis grandes amigos Ingrid Rada LLochla, Ingry Llochla Espinoza y familia, Deyvis Castillo Pérez, Indira Valera Cuya y Carlos Andrés Castillo Coral; quienes compartieron conmigo invaluables momentos durante mi etapa universitaria.

ÍNDICE

	Página
I. INTRODUCCIÓN	1
II. REVISIÓN DE LITERATURA	3
2.1. Aspectos generales de la especie (<i>Calycophyllum spruceanum</i> Benth.) capirona	3
2.1.1. Taxonomía.....	3
2.1.2. Distribución geográfica	4
2.1.3. Descripción botánica	4
2.1.4. Manejo y cultivo de la especie	5
2.1.5. Manejo en vivero	5
2.1.6. Importancia	6
2.2. Aspectos generales de la especie (<i>Guazuma crinita</i> C. Mart.) bolaina blanca	7
2.2.1. Taxonomía.....	7
2.2.2. Distribución ecológica.....	8
2.2.3. Descripción botánica	8
2.2.4. Fenología.....	9
2.2.5. Manejo y cultivo de la especie	10
2.2.6. Manejo en vivero	10

2.3. Aspectos generales de la especie (<i>Colubrina glandulosa</i> Perkins) shaina.....	11
2.3.1. Taxonomía.....	11
2.3.2. Distribución geográfica.....	11
2.3.3. Descripción botánica.....	12
2.3.4. Ecología de la especie.....	12
2.3.5. Manejo en vivero.....	13
2.4. Ensayo de germinación de semillas.....	14
2.4.1. Ensayos de viabilidad.....	14
2.4.2. Poder germinativo.....	14
2.4.3. Energía de germinación.....	16
2.5. Crecimiento de plantas en vivero.....	17
2.5.1. Factores ambientales que intervienen en el crecimiento.....	17
2.5.2. Aspectos sobre prendimiento y mortalidad de plántulas.....	18
2.6. Sustrato.....	20
2.6.1. Funciones de los sustratos.....	20
2.6.2. Sustrato Espuma agrícola ULTRAFOAM®.....	21
2.7. Fertilización foliar.....	26

2.7.1.	Factores que influyen en la fertilización foliar	27
2.7.2.	Mecanismos de absorción a través de las hojas	28
2.8.	Los nutrimentos y su relación con las funciones fisiológicas.....	29
2.8.1.	Nitrógeno	29
2.8.2.	Fósforo.....	30
2.8.3.	Potasio.....	30
2.8.4.	Azufre	31
2.8.5.	Magnesio	31
2.8.6.	Calcio.....	31
2.9.	Fertilizante foliar Powergizer® 45	32
2.10.	Referencias de temas similares	32
2.11.	Raíces	37
III.	MATERIALES Y MÉTODOS	39
3.1.	Ubicación de la investigación.....	39
3.1.1.	Lugar de ejecución	39
3.1.2.	Ecología.....	39
3.1.3.	Clima y Altitud.....	39
3.2.	Materiales y equipos	40
3.2.1.	Materiales	40

3.2.2. Equipos.....	41
3.3. Características técnicas de la espuma agrícola ULTRAFOAM®.....	41
3.4. Composición del fertilizante foliar Powergizer®45	42
3.5. Diseño experimental.....	42
3.5.1. Componentes en estudio	43
3.5.2. Modelo aditivo lineal.....	47
3.6. Metodología.....	48
3.6.1. Procedencia de las semillas.....	48
3.6.2. Actividades de Laboratorio.....	48
3.6.3. Actividades en vivero.....	49
3.6.4. Datos registrados	49
3.7. Análisis de datos	53
IV. RESULTADOS.....	55
4.1. Influencia de la dosis del fertilizante foliar Powergizer®45 en el crecimiento de altura y diámetro en plántones de <i>C.</i> <i>spruceanum</i> Benth., <i>G. crinita</i> C. Mart., <i>C. glandulosa</i> Perkins.....	55
4.1.1. Influencia en el crecimiento en altura total.....	55
4.1.2. Influencia en el crecimiento en diámetro del tallo.....	59

4.2. Efecto de la dosis del fertilizante foliar Powergizer®45 en la materia seca y volumen radicular en plantones de <i>C. spruceanum</i> Benth., <i>G. crinita</i> C. Mart., <i>C. glandulosa</i> Perkins.....	63
4.2.1. Efecto en la materia seca.....	63
4.2.2. Efecto en el volumen radicular.....	67
4.3. Porcentaje de prendimiento en plantones de <i>C. spruceanum</i> Benth., <i>G. crinita</i> C. Mart., <i>C. glandulosa</i> Perkins.	70
4.3.1. Porcentaje de prendimiento en las especies forestales.....	70
V. DISCUSIÓN.....	72
5.1. Influencia de la dosis del fertilizante foliar Powergizer®45 sobre la altura total y diámetro del tallo.....	72
5.2. Efecto de la dosis del fertilizante foliar Powergizer®45 sobre la materia seca y volumen radicular.....	74
5.2.1. Influencia en el peso de la materia seca.....	74
5.2.2. Influencia en el volumen radicular.....	75
5.3. Porcentaje de prendimiento.	76
VI. CONCLUSIONES.....	78
VII. RECOMENDACIONES.....	80
VIII. ABSTRACT.....	81

IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	83
ANEXO.....	91

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro	Página
1. Descripción de las combinaciones formuladas en la investigación.....	43
2. Dosis total aplicada durante los cuatro meses de investigación.....	44
3. Esquema del análisis de varianza.	47
4. Análisis de varianza del crecimiento en altura total de los plantones.	55
5. Prueba Duncan del efecto principal para el factor especie forestal en crecimiento de altura.	56
6. Prueba Duncan del efecto principal para el factor dosis de fertilizante foliar Powergizer®45 en crecimiento de altura.....	57
7. Comparación de medias de tratamientos en crecimiento de altura.	58
8. Análisis de varianza del crecimiento en diámetro de los plantones..	59
9. Prueba Duncan del efecto principal para el factor especie forestal en crecimiento de diámetro del tallo.....	60
10. Prueba Duncan del efecto principal para el factor dosis del fertilizante foliar Powergizer®45 respecto al diámetro del tallo.	61
11. Comparación de medias de tratamientos del diámetro del tallo.	62
12. Análisis de varianza para la materia seca de los plantones.	63

13. Prueba Duncan del efecto principal para el factor especie forestal y su materia seca en los cuatro meses de evaluación.....	64
14. Prueba Duncan del efecto principal para el factor dosis del fertilizante Powergizer®45 sobre la materia seca de los plantones.	65
15. Comparación de medias respecto a la materia seca.	66
16. Análisis de varianza del volumen radicular de los plantones.....	67
17. Prueba Duncan del efecto principal para el factor especie forestal sobre el volumen radicular de los plantones.....	68
18. Prueba Duncan del efecto principal para el factor dosis del fertilizante foliar Powergizer®45, respecto al volumen radicular.	68
19. Comparación de medias de los tratamientos respecto al volumen radicular de los plantones.....	69
20. Porcentaje de prendimiento de los plantones..	71
21. Ensayos de germinación de las semillas de <i>Guazuma crinita</i> C. Mart.....	92
22. Ensayos de germinación de las semillas de <i>Calycophyllum spruceanum</i> Benth.....	93
23. Ensayos de germinación de las semillas de <i>Colubrina glandulosa</i> Perkins.....	94
24. Datos promedios registrados para las variables: altura, diámetro, materia seca, volumen radicular.....	96

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura	Página
1. Disposición de los tratamientos.....	46
2. Crecimiento de altura de plántones de <i>C. spruceanum</i> Benth., <i>G. crinita</i> C. Mart., <i>C. glandulosa</i> Perkins., a los 4 meses del repique.....	58
3. Crecimiento de diámetro del tallo de <i>C. spruceanum</i> Benth., <i>G. crinita</i> C. Mart., <i>C. glandulosa</i> Perkins., a los 4 meses del repique.....	62
4. Peso de materia seca de plántones de <i>C. spruceanum</i> Benth., <i>G. crinita</i> C. Mart., <i>C. glandulosa</i> Perkins., a los 4 meses del repique.....	66
5. Volumen radicular de plántones de <i>C. spruceanum</i> Benth., <i>G. crinita</i> C. Mart., <i>C. glandulosa</i> Perkins., a los 4 meses del repique.....	70
6. Porcentaje de prendimiento en plántones de <i>C. spruceanum</i> Benth., <i>G. crinita</i> C. Mart., <i>C. glandulosa</i> Perkins., a los 4 meses del repique.....	71
7. Ensayo de germinación de semillas.....	98
8. Germinación de semillas.....	98
9. Repique de plántulas.....	99
10. Aplicación del fertilizante foliar Powergizer®45.....	99

11. Medición de las variables altura y diámetro.....	100
12. Mortalidad de los plantones.....	100
13. Secado de muestras vegetativas para la obtención de materia seca.....	101
14. Cálculo del volumen radicular de los plantones.....	102

RESUMEN

La alta tasa de deforestación y la demanda insatisfecha del mercado de madera, hace que se apliquen métodos que reduzcan el tiempo de producción de plantas forestales y que estas tengan buena calidad. En tal sentido, la investigación plantea los siguientes objetivos: determinar la influencia del fertilizante foliar Powergizer®45 en el crecimiento de altura y diámetro; volumen radicular y peso de materia seca; y calcular el porcentaje de prendimiento en plantas de *Calycophyllum spruceanum* Benth., *Guazuma crinita* C. Mart., *Colubrina glandulosa* Perkins., producidas bajo la aplicación de diferentes dosis del fertilizante foliar Powergizer®45. Se desarrolló en el Laboratorio de Certificación de Semillas Forestales, en el Vivero Forestal y en el Laboratorio de Fitoquímica, todos pertenecientes a la Facultad de Recursos Naturales Renovables de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, políticamente ubicados en el distrito Rupa Rupa, provincia Leoncio Prado, región Huánuco-Perú. Como material genético se empleó plántulas de *C. spruceanum* Benth., *G. crinita* C. Mart., *C. glandulosa* Perkins., y como insumos el fertilizante foliar Powergizer®45 y el sustrato espuma agrícola. El diseño experimental corresponde a un Diseño en Bloque Completo al Azar con arreglo factorial distribuido en tres bloques, de la forma 3A x 4B, generándose 12 tratamientos incluidos el tratamiento testigo. Se evaluaron y analizaron las variables a los cuatro meses mediante el análisis de varianza y la prueba Duncan ($p < 0.05$). Los factores en estudio fueron: factor A especie forestal ($a_1 = C. spruceanum$ Benth, $a_2 = G. crinita$ C. Mart., $a_3 = C. glandulosa$ Perkins.) y el factor B dosis del fertilizante foliar ($b_1 = 0$ mL, $b_2 = 4$ mL, $b_3 = 5$ mL y $b_4 = 6$ mL/L de agua). Los resultados a los cuatro meses de evaluación muestran que

no hubo interacción entre los factores; a excepción de los efectos principales del factor A y B que resultaron significativos, indicando que el tratamiento T₁₂ (*C. glandulosa* Perkins., con 6 mL del fertilizante foliar Powergizer®45) tuvo mejor comportamiento en la mayoría de criterios morfológicos con un promedio en altura de 14.19 cm y 2.4 mm en diámetro del tallo, con 1.16 g en peso de materia seca, con respecto al volumen radicular 0.62 cm³, mientras que los tratamientos testigos alcanzaron valores inferiores.

I. INTRODUCCIÓN

Durante los últimos años, la destrucción masiva de los bosques naturales en las zonas tropicales y subtropicales de la Amazonía Peruana, ha acrecentado la escasez de productos forestales para satisfacer una demanda creciente. Esto ha despertado el interés por proteger los bosques remanentes y aumentar la producción forestal.

Una alternativa para satisfacer las demandas del mercado y contribuir con la reducción de la tasa de deforestación es el establecimiento de plantaciones; siendo los viveros forestales y agroforestales de nuestra zona, el punto de partida sobre el cambio necesario para revertir en gran medida la degradación de los recursos naturales y mejorar la calidad de vida de la población.

Para la producción de plantones con bolsas de polietileno, se necesitan grandes extensiones de tierras fértiles para el llenado de bolsas, actividad de gran impacto ecológico; motivo por el cual en la actualidad diversas empresas buscan alternativas a esta problemática. Las características físicas y químicas, hacen de la espuma agrícola un sustrato ideal para la propagación de especies vegetales, respetando y preservando el medio ambiente, ya que suministra el agua y aire óptimos para el crecimiento de las

especies. Además la producción está influenciada por una serie de factores, entre ellos la fertilización foliar, por lo que el manejo de este factor es clave desde el punto de vista morfológico y fisiológico de la planta.

En tal sentido, la presente investigación trata de aportar al logro de plantaciones exitosas, con la producción de plántones de *Calycophyllum spruceanum* Benth., *Guazuma crinita* C. Mart., *Colubrina glandulosa* Perkins., con aplicación de un fertilizante foliar, usando como sustrato espuma agrícola. Para la consecución de los resultados se plantea la hipótesis: “la aplicación de diferentes dosis de un fertilizante a especies forestales distintas permite producir plántones de buena calidad”.

Se plantearon los siguientes objetivos:

- Determinar la influencia de la dosis del fertilizante foliar Powergizer®45, en crecimiento de altura y diámetro en plántones de *C. spruceanum* Benth., *G. crinita* C. Mart., *C. glandulosa* Perkins.
- Determinar el efecto de la dosis del fertilizante foliar Powergizer®45, en la materia seca y volumen radicular en plántones de *C. spruceanum* Benth., *G. crinita* C. Mart., *C. glandulosa* Perkins.
- Calcular el porcentaje de prendimiento en plántones de *C. spruceanum* Benth., *G. crinita* C. Mart., *C. glandulosa* Perkins.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Aspectos generales de la especie (*Calycophyllum spruceanum* Benth.) capirona

2.1.1. Taxonomía

Cronquist (1981), citado por MUÑOZ (2005), clasifica a la especie de la siguiente manera:

Reino	: Plantae
División	: Angiospermae
Clase	: Dicotiledónea
Sub – clase	: Asteridae
Orden	: Gentianales
Familia	: RUBIACEAE
Género	: <i>Calycophyllum</i>
Especie	: <i>spruceanum</i>
Nombre científico	: <i>Calycophyllum spruceanum</i> Benth.
Nombre vulgar	: Capirona

2.1.2. Distribución geográfica

C. spruceanum se encuentra en la Amazonía del Perú y Brasil. En el Perú se encuentra en las regiones: Amazonas, San Martín, Huánuco, Loreto, Madre de Dios y Ucayali. Se encuentran en los bosques primarios y secundarios en terrenos periódicamente inundados en las formaciones ecológicas de bosques secos tropicales, en bosque húmedo tropical o bosque muy húmedo tropicales. A veces crece en comunidades – manchales, llamadas capironales.

El clima preferido por esta especie es el tropical húmedo con una temperatura media anual de 22 °C a 26 °C y precipitación pluvial entre 1,100 a 3,400 mm anuales. Además se desarrolla muy bien, en suelos arenosos y arcillosos que presentan un contenido medio o alto de materia orgánica. Prefiere suelos con pH de 7 y saturación de aluminio menor de 30%. No prospera en suelos extremadamente ácidos, con pH de 4 a 4.5 (Kember, 2001; citado por FLORES, 2002).

2.1.3. Descripción botánica

Spichiger (1989), citado por FLORES (2002), hace referencia que *C. spruceanum* alcanza 30 m de altura, presenta un tronco liso y brillante, rojizo, verduzco o grisáceo. Estipulas de 1.5 a 3 cm, estrechamente ovals persistentes únicamente las que están entre las dos hojas terminales, caducas las otras dejando cicatrices circulares alrededor de la ramitas, hojas compuestas.

Inflorescencias tirosos, umbeliformes de 5 – 15 cm de terminales. Brácteas foliares en las bifurcaciones de las simulas. Cápsulas de 0.8 – 1.3 cm de largo, estrechamente elíptica oblongas, pubescentes comprimidas lateralmente, reunidas en infrutescencia tirsoide. Semillas pilosas.

2.1.4. Manejo y cultivo de la especie

Kember (2001), citado por FLORES (2002), menciona que en zonas de tierras firme debe plantarse preferentemente al inicio de la temporada de lluvias. En plantaciones la densidad programada para un aprovechamiento escalonado de los fustales, se recomienda un distanciamiento de 2 m x 1.5 m este espaciamento permitirá un alargamiento del tallo y aprovechamiento de madera redonda. Para plantaciones mixtas es adecuado un espaciamento de 7 a 10 m.

La especie *Callycophyllum spruceanum* es la especie típica de los ecosistemas inundables cuya madera es apreciada como leña por los pobladores rurales y como madera para la industria de muebles por los madereros ciudadanos, por su calidad ha estado sometido a extracción permanente motivo por el cual se han iniciado algunos programas pendientes al manejo de esta especie con fines comerciales presentándose como una alternativa más para los pobladores ribereños de la cuenca del Amazonas.

2.1.5. Manejo en vivero

La propagación de esta especie se realiza por semillas sexuales, en forma natural las semillas se dispersan profusamente en los suelos

inundables. La especie es muy sensible al trasplante mostrando aspectos de marchitez, tan pronto se le extrae del suelo, por lo que debe eliminarse parcialmente las hojas y evitar el rompimiento de las raíces al momento de la colección de plántulas. Por este motivo se recomienda trasplantar a viveros de adaptación plántulas de 5 a 15 cm de altura.

Las plántulas en vivero deben establecerse a un distanciamiento de 10 x 7 cm protegiéndolas de la luz directa, para luego ir adaptándolas gradualmente hasta el endurecimiento completo de los plantones. En estas condiciones, los plantones podrán trasplantarse con cepellón (pan de tierra) a campo definitivo cuando presentan una altura mínima de 40 cm (Kember, 2001; citado por FLORES, 2002).

Esta especie prefiere suelos arenosos y arcillosos para su desarrollo, y que presenten un contenido medio o alto de materia orgánica. Prefiere suelos con pH de 7 y saturación de aluminio menor de 30%. No prospera en suelos extremadamente ácidos, con pH de 4 a 4.5 (MOSTACERO, 1993).

2.1.6. Importancia

La especie *C. spruceanum* es típica de los ecosistemas inundables, cuya madera es apreciada como leña por los pobladores rurales y como madera para la industria de los muebles (PEZO, 2006).

La madera de *C. spruceanum* puede utilizarse en estructuras, vigas, columnas, en pisos machihembrado, postes, mangos de herramienta,

ebanistería, artículos de deporte, escultura, arcos, entre otros. Además, la capirona tiene múltiples propiedades medicinales: su corteza, en infusión es útil para infecciones oculares, la diabetes y males ováricos, en emplastos es muy buen cicatrizante y antimicótico.

La savia de este árbol tiene propiedades cosméticas, borra las manchas y cicatrices en la piel y previene las arrugas. Su potencial medicinal le otorga muchas posibilidades de desarrollo en la industria médica y farmacéutica (Kember, 2001; citado por FLORES, 2002).

2.2. Aspectos generales de la especie (*Guazuma crinita* C. Mart.) bolaina blanca

2.2.1. Taxonomía

Cronquist (1981), citado por MOSTACERO *et al.* (2002), clasifica a la especie de la siguiente manera:

Clase	: Magnoliopsida
Subclase	: Dilenidas
Orden	: Malvales
Familia	: STERCULIACEAE
Género	: <i>Guazuma</i>
Especie	: <i>Guazuma crinita</i> C. Mart.
Nombre común	: Bolaina blanca

2.2.2. Distribución ecológica

Es una especie heliófita, pionera de rápido crecimiento se encuentra en purmas y bosques secundarios, siendo un indicador de esto. Se desarrolla con *Cecropia* sp. "cético" y otras especies de bosques secundarios (*Cecreponia* sp.; *Ochroma pyramidale*; *Croton* sp.), también forman rodales puros o mánchales en las orillas de los ríos.

Se ubica dentro de las zonas ecológicas bosque húmedo pre montano tropical, bosque tropical seco y bosque sub tropical muy húmedo; principalmente en zonas planas, a planas onduladas con pendientes suaves.

En su rango ecológico soporta precipitaciones de 1800 a 2500 mm y temperatura aproximadamente de 25 °C; además, *G. crinita* se encuentra distribuida preferentemente en suelos arcillosos y mal drenados con las características generales de suelos gleysols y también en suelos cambisol con características de buen drenaje y aparentes para la agricultura (BALDOCEDA y PINEDO, 1991).

2.2.3. Descripción botánica

Es una especie de gran tamaño, en promedio alcanza 35 m de altura y 50 cm de diámetro; tronco circular, sin aletones o éstos extendidos y ramificados. Copa plana o aparasolada, sobre el tercio superior. La corteza superficial del tronco es grisácea, negruzca, agrietada a fisurada. Corteza viva con muchas laminillas; es posible obtener de ella tiras largas; en árboles de cierto grosor se observan dos capas; una externa fibroso-compacta y otra

interna fibrosa - laminar, ambas de color crema, oxidando a marrón oscuro después de unos segundos de ser expuestas al aire: exudan un mucílago incoloro, escaso y dulceíno (FAO, 1976).

Sus flores son pequeñas de color rosado en panícula, cáliz vistoso, corola ausente, ovario supero y pétalos libres (BALDOCEDA y PINEDO, 1991). Hojas alternas, simples; láminas de 3 a 13 cm de largo por 1.5 a 6.5 cm de ancho, ovadas o lanceoladas, con el margen aserrado; verde oscuras y rasposas en el haz y verde grisáceas amarillentas y sedosas en el envés (ACUÑA, 1987).

Las semillas son diminutas, de forma cónica, superficie provista de pequeñas protuberancias, de 2 mm de longitud por 1 mm de espesor, de color marrón oscuro, encontrándose de 16 a 20 por fruto, distribuido en 4 valvas o compartimientos. El número de semillas por kg es aproximadamente de 860.000 unidades (BALDOCEDA y PINEDO, 1991).

Semillas pequeñas cuyas dimensiones son 1 mm de alto y 1mm de diámetro, el número se semillas varía entre 10 a 20 semillas por fruto. El número de semillas aproximadamente es de 860.000 por kg con un rango de 700.000 y 900.000 semillas (FLORES, 2002).

2.2.4. Fenología

La floración de la bolaina dura aproximadamente 2 meses, la maduración de los frutos dura de 2 a 3 meses y la diseminación de semillas

alcanza su máxima intensidad en los meses de septiembre y octubre (final de la época seca) (FLORES, 2002).

El tiempo de las épocas de cosecha de las semillas se dan en los meses de octubre, noviembre y diciembre son las épocas de diseminación, la cosecha se da en el mes de octubre y la siembra se realiza en los meses de junio y julio del año siguiente (BALDOCEDA y PINEDO, 1991).

2.2.5. Manejo y cultivo de la especie

ACUÑA (1987) menciona que, la especie *G. crinita* Mart., alcanza una altura promedio de 30 cm aproximadamente a los 4 ó 6 meses de permanencia en etapa de vivero.

G. crinita Mart es una especie que crece rápido en plantaciones a un ritmo de 3.5 m de altura y 4.4 cm de grosor alcanzando al octavo y noveno año dimensiones aprovechables (BACKER *et al.*, 1985).

2.2.6. Manejo en vivero

No se requiere ninguno tratamiento pregerminativo.

Su germinación se inicia entre 7 y 15 días después del almacigado. Con semillas recién cosechadas se obtiene entre 30 y 60% de germinación.

Respecto a la densidad de siembra y momento oportuno de repique: la densidad de siembra recomendable es de 10 g de semillas por

metro cuadrado. Las plántulas se repican a los 35 - 40 días, cuando tengan 7 - 9 hojitas (IIAP, 2009).

2.3. Aspectos generales de la especie (*Colubrina glandulosa* Perkins.) *shaina*

2.3.1. Taxonomía

CRONQUIST (1981) lo clasifica como sigue:

División	: Magnoliophyta
Clase	: Magnoliopsida (Dicotiledóneas)
Subclase	: Rosidae
Orden	: Rhamnales
Familia	: RHAMNACEAE
Género	: <i>Colubrina</i>
Especie	: <i>Colubrina glandulosa</i> Perkins.
Nombre común	: <i>Shaina</i>

2.3.2. Distribución geográfica

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.

2.3.3. Descripción botánica

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 (Windsor, 1997; citado por DUNNE, 2002).

2.3.4. Ecología de la especie

Según la ecología de especies, las plantas se pueden agrupar en dos gremios ecológicos: las heliófitas y las esciófitas (DESCO, 2005).

REUTER (1991), la especie *C. glandulosa* Perkins., 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 especie *C. glandulosa* Perkins., es usada con frecuencia en la generación de sombra al cultivo del cacao, también encontramos a *Inga edulis*, *Calycophyllum spruceanum*, *Sikinga wiliamsi*, etc., estas especies brindan múltiples beneficios como: productos de autoconsumo, barreras vivas en zonas de viento, fertilización del suelo (fijación de nitrógeno), incorporación de hojarasca, con ello el reciclaje de nutrientes y supresión de malezas, evitan la erosión del suelo causada por las lluvias, algunas de ellas tienen usos medicinales, también sirven como combustibles fósiles (leña) o forraje (LARREA, 2007).

2.3.5. Manejo en vivero

2.3.5.1. Propagación

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).

Asimismo, 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. Cada kg contiene 400,000 - 750,000 semillas.

2.3.5.2. Germinación

La capacidad de germinación es la cantidad total de semillas en la muestra que ha germinado en un ensayo, más la cantidad de semillas que queda por germinar, pero que son aún sanas al final de la prueba, expresadas en porcentajes. Del punto de vista práctico manifiesta que esta estadística se parece al valor del porcentaje de semilla plena o completa obtenida en un ensayo de viabilidad (PERETTI, 1997).

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 semilla es pequeña, por lo que se debe sembrar inicialmente en camas de germinación con arena fina colada, lavada y desinfectada, o también directo en bolsa con sustrato incorporado. Se siembran, aproximadamente unas 40 000 semillas (50 g) por m² a una profundidad de 0.5 – 1.5 cm. 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).

2.4. Ensayo de germinación de semillas

El análisis de germinación tiene como objetivo fundamental conocer la capacidad germinativa de la semilla, sirviendo además para comparar este valor, en porcentaje, de diferentes lotes en una misma especie. En este análisis se controlan algunas o todas las condiciones externas, tratando de obtener una germinación regular y completa.

Dado que la semilla es un objeto de transacción comercial, los procedimientos en cada uno de los análisis deben tener normas comunes. Así, los resultados de una muestra deberían ser repetidos, en otros ensayos similares, con tolerancias aceptables.

Por tales motivos, los análisis de las semillas forestales en la mayoría de los países del mundo se efectúan de acuerdo a normas internacionales para semillas (MUÑOZ, 1995).

2.4.1. Ensayo de viabilidad

Se puede determinar a través del método directo de germinación o a través de los métodos indirectos como la prueba de corte, sal de tetrazolio y flotación en agua. Estos métodos sirven para determinar rápidamente la viabilidad de las muestras de semillas de especies que germinan con la lentitud o que presentan latencia (ISTA, 2002). VARGAS (1988) define la viabilidad como la capacidad que tiene la semilla de manifestarse como organismo viviente, en otras palabras que la semilla o embrión este vivo.

2.4.2. Poder germinativo

La germinación se expresa como el porcentaje de semillas puras que produce plántulas normales o como el número de semillas que germinan por unidad de peso de la muestra. Es el porcentaje del número de semillas sembradas de una muestra determinada (FAO, 1991). Al respecto, BISCHOFF (2008) sostiene que la pérdida del poder germinativo se debe a oxidaciones internas en las semillas; los factores que influyen sobre el son:

- Estado de la semilla en el momento de la cosecha.
- Cuidados u conservación (humedad).
- Temperatura durante la conservación.
- Naturaleza del terreno donde crece la planta madre.
- Edad de esta última.
- No todas las semillas envejecen o pierden su poder germinativo en un lapso igual.

2.4.3. Energía de germinación

Hay más de una forma de definir la energía de germinación. El porcentaje, en número de semillas de una muestra determinada que germinan dentro de un período determinado (que se denomina el período de energía). El porcentaje, en número de semillas de una muestra determinada que germinan hasta llegar al momento de germinación máxima, que generalmente significa el número máximo de germinaciones en 24 horas. La semilla debe germinar en el menor tiempo posible (FAO, 1991).

La energía germinativa es una medida de velocidad de la germinación, y por ello se supone que también lo es del vigor de la semilla. El interés por la energía germinativa se basa en la teoría de que probablemente solo las semillas que germinan con rapidez y vigor en las condiciones favorables del laboratorio serán capaces de producir plántulas vigorosas en las condiciones que existen sobre el terreno, donde una germinación débil o retrasada suele tener consecuencias fatales (FUNDEAGRO, 1989).

MOREIRA (2002) considera que la energía germinativa está relacionada con el porcentaje de sobrevivencia. Las semillas que germinan durante este intervalo de tiempo producirán plántulas lo bastante vigorosas para sobrevivir en campo abierto.

2.5. Crecimiento de plantas en vivero

2.5.1. Factores ambientales que intervienen en el crecimiento

GARCÍA (s.d.) menciona que son tres los factores ambientales importantes: la humedad, la temperatura y el oxígeno.

2.5.1.1. La humedad

- Absorción de agua desde el exterior.
- Un exceso de agua es desfavorable, ya que impide el acceso del O₂.
- La entrada es siempre a favor de un gradiente de potencial hídrico.

2.5.1.2. La temperatura

- Factor decisivo, ya que actúa sobre las enzimas y, por lo tanto, sobre el metabolismo de la plántula.
- La temperatura varía mucho de unas especies a otras.
- Límites estrechos en especies adaptadas a hábitats muy concretos.
- Límites más amplios en especies de gran distribución ecológica.

- Las semillas de especies tropicales germinan bien a temperaturas superiores a 25 °C; las de especies originarias de zonas frías, lo hacen a temperaturas bajas, 5 – 15 °C; las especies de zonas templadas, lo hacen a temperaturas entre 15 y 20 °C.

2.5.1.3. El oxígeno

- Fundamental para la viabilidad celular: obtención de energía metabólica.
- La presencia de compuestos químicos o de estructuras total o parcialmente impermeables al O₂ dificultan el crecimiento.
- La disponibilidad de O₂ se ve afectada por la cantidad de agua presente y por la temperatura.

2.5.2. Aspectos sobre prendimiento y mortalidad de plántulas

La plántula es capaz de, si las condiciones ambientales se vuelven favorables, reprimir las respuestas de crecimiento (incluso después de haberse iniciado el periodo de desarrollo) y desencadenar mecanismos de protección y defensa que abortan el desarrollo y aseguran la supervivencia del individuo bajo condiciones ambientales adversas (MONTELIU, 2010).

FLORES (1996) indica que para garantizar el prendimiento de las plantas, se debe realizar el repique cuando existan los factores favorables de humedad y temperatura.

El momento de regar es también importante, en lo que respecta al medio ambiente, y horas de riego. Siempre se debe evitar hacerlo en horas de mucha radiación solar a altas temperaturas. El agua se calentará y provocará efectos nocivos a las plantas, ejemplo quemaduras de raíces, hojas que pueden provocar la muerte (DEA, 2009).

Por otra parte, HAWLEY y SMITH (1972) añaden que la energía germinativa está relacionada con el porcentaje de sobrevivencia, las semillas que germinan durante este intervalo de tiempo producirá plántulas lo bastante vigorosas para sobrevivir en campo abierto.

KENNARD *et al.* (2002) consideran que la supervivencia de las plántulas está estrechamente relacionada con la capacidad de poseer un amplio sistema radical que les proporcione una superficie mayor para la obtención de agua y nutrientes, así como una mayor profundidad en el suelo, especialmente en bosques secos donde el agua es estacionalmente limitada.

ALZUGARAY *et al.* (2004) argumentan que la estimación del volumen radicular es un buen predictor del comportamiento de las plantas en terreno definitivo. Aquellas plantas con el mayor volumen radicular al momento de la plantación, presentan las más altas tasas de supervivencia y crecimiento en altura y diámetro. Esto se explica por el hecho de que dependen de las características de sus raíces para la absorción de agua y nutrientes del suelo. Y así son capaces de tolerar mejor el shock de trasplante, debido a una mayor conductividad hidráulica de las raíces y está positivamente correlacionado con la longitud y diámetro del tallo, y la biomasa total de las plantas.

2.5.2.1. Mortalidad

Tasa de muertes producidas en una población durante un tiempo dado, en general o por una causa determinada (DRAE, 2001).

2.6. Sustrato

Es todo material sólido distinto del suelo natural, de síntesis o residual mineral u orgánico, que colocado en un contenido en forma pura o mezclada permite el anclaje del sistema radicular de la planta, desempeñando, por lo tanto un papel de soporte para la planta. El sustrato puede intervenir o no en el complejo mineral de la planta (AZONBIETO y TALON, 2000).

2.6.1. Funciones de los sustratos

El sustrato tiene la función de aportar por sí mismo o a través de él, ciertos requerimientos funcionales a las plantas para su desarrollo (RUANO, 2003):

- Debe tener alta capacidad de absorción y retención hídrica, para aportar el agua que necesita la planta, entre un riego y el siguiente.
- Es el medio temporal del cual la planta absorbe los nutrientes minerales que requiere para crecer y cumplir sus procesos fisiológicos. Con excepción hecha del carbono, hidrógeno y oxígeno, las plantas deben obtener los 13 nutrientes minerales esenciales de las soluciones del sustrato.

- Debe ser suficientemente poroso como para proporcionar unos cambios eficientes de oxígeno y dióxido de carbono necesarios para la respiración aerobia de la planta.
- Proporciona una reserva de nutrientes minerales entre dos fertilizantes a través de una provisión de nutrientes absorbidos, el cual es medido por la CIC.
- Es el ancla de la planta en el envase y, por tanto, el soporte físico para mantenerla en posición vertical, en esta función es necesario tener en cuenta la densidad y rigidez del sustrato.

2.6.2. Sustrato espuma agrícola ULTRAFOAM®

La espuma agrícola es un sustrato para enraizamiento de esquejes y germinación de semillas que ofrece múltiples ventajas al viverista. Presenta ciertas características físicas que la hacen el sustrato ideal para la propagación de especies vegetales, debido que presenta una buena alternativa que respeta al medio ambiente, suministra agua y aire óptimos para el crecimiento de especies ornamentales, hortícolas, medicinales, frutales y forestales, garantizando un buen desarrollo radicular, que se ve reflejado en un alto prendimiento en campo.

Por ser un sustrato inerte y listo para usar, evita la desinfección y los movimientos de tierras fértiles para el llenado de bolsas, actividad de gran impacto ecológico. En etapa de vivero se evita el control de hierbas no deseables, además de aumentar las densidades de siembra, siendo más eficiente en la utilización del espacio y el agua.

Su presentación viene en láminas o cubos sueltos de diferentes dimensiones (según la especie a propagar) donde son ubicados los esquejes o depositadas las semillas para luego ser sometidos a un riego inicial prolongado, procurando saturar completamente el sustrato (FENOCOL, s.d.).

2.6.2.1. Recomendaciones de manejo de la espuma

En el transcurso de la permanencia de las plántulas sobre la espuma agrícola se debe garantizar su humedad con riegos frecuentes en el día. Su intensidad y frecuencia dependerán de las condiciones climáticas. La fertilización debe suministrarse con nutrimentos solubles adecuados para cada especie en su etapa de vivero.

MONTOYA (s.d.) refiere que para obtener mejores resultados en calidad de los plantones, estos deben ser fertilizados durante toda la etapa en vivero, y que por medio de diferentes ensayos para el uso de la espuma agrícola se ha determinado que los fertilizantes deben ser de alta solubilidad para evitar taponamientos en la espuma, recomendando usar fertilizantes completos con una formulación de (20-30-10) un gramo por litro de agua y Nitrato de Potasio 2 gramos por litro de agua mezclados en el mismo recipiente. Aplicándose el fertilizante los primeros meses una vez por semana, después del segundo mes se aumenta la frecuencia de las fertilizaciones, haciéndolo tres veces por semana.

De la misma forma por ser un producto que no se contrae ni se expande, las plántulas propagadas permiten una completa protección de la raíz

en el empaque y transporte incurriendo en ahorros significativos en mano de obra y fletes. Para el caso de las especies de ciclo corto se debe procurar que los sitios definitivos tengan buena humedad los primeros días después del trasplante. Para las especies perennes y semiperennes (FENOCOL, s.d.).

Respecto a los controles fitosanitarios, estos se hacen de la misma manera al sistema tradicional, teniendo en cuenta que al ser la espuma un sustrato inerte, está libre de patógenos y plagas, pudiendo ser objeto de contaminación a través de plántulas enfermas, agua contaminada y agentes externos. Para el efecto se procede al control de las plagas y enfermedades, con los productos recomendados por el agrónomo de insecticidas y fungicidas de uso común.

2.6.2.2. Ventajas del uso de la espuma agrícola

MONTOYA (s.d.) menciona las siguientes características sobre el uso de la espuma agrícola:

- No necesita una bandeja o contenedor para tomar forma ahorrando costos en el llenado y preparado de la cama de enraizamiento, además de proporcionar al esqueje y las semillas un sostén más elevado que cualquier otro sustrato.
- No necesita ser desinfectado porque es totalmente aséptico al momento del empaque.
- Brinda una elevada protección a las raíces garantizando un correcto y óptimo prendimiento en el campo.

- Por no contraerse o expandirse permite a la plántula ser transportada fácilmente de un lugar a otro sin causar daños severos a las raíces.
- Posee una elevada capacidad de retención de agua y a la vez una excelente aireación por su bajo contenido de sólidos (2%).
- En etapa de vivero se evita el control de hierbas no deseables, además de aumentar las densidades de siembra, siendo más eficiente en la utilización del espacio y el agua.
- Su estructura interna es en forma de células reduciendo el stress del esqueje en el momento de la siembra, por lo tanto aumenta la formación de callo, el enraizamiento, la calidad de las raíces y aumenta la germinación de las especies propagadas por semilla.

2.6.2.3. Propiedades físico-químicas de la espuma agrícola

Las características de un sustrato son las más importantes debido a que no se pueden modificar una vez que están colocados en el lugar de enraizamiento. Un buen medio de cultivo debe tener un contenido de sólidos menor del 15%, una aireación mayor del 10%, un contenido de agua mayor del 20% y un porcentaje de agua de reserva menor del 10%. La densidad aparente debe ser menor del 0.4%. Asimismo, MONTOYA (s.d.), presenta las propiedades físico-químicas de la espuma agrícola:

Densidad aparente (gr/cm ³).....	0.013
Espacio poroso total (%Vol).....	98
Capacidad de aireación (%Vol).....	25

Agua fácilmente disponible (%Vol).....	33
Agua de reserva (%Vol).....	10
Agua total disponible (%Vol).....	43
Agua difícilmente disponible (%Vol).....	30
Capacidad de retención de agua (%Vol).....	73
pH (suspensión acuosa 1:6).....	5.5 - 6.5
Conductividad eléctrica (ds/m a 20°C).....	0.2
Capacidad de intercambio catiónico (meg/100g).....	7.8

La espuma termo expandible ha sido empleada en la propagación sexual y asexual de especies ornamentales, como clavel, rosa, crisantemos, gypsophilas, anturios, poinsethias y otros, en varios 9 países del mundo (Alemania, EE.UU., Holanda e Israel), es un medio sintético, biodegradable, completamente inerte, hecho con resinas fenólicas expandidas con cal dolomítica y arena, que conforman en su estructura interna, un sistema capilar tridimensional con celdas hexagonales en forma de panal.

Cuenta con una densidad aparente de 0.013 g/cc, una capacidad de retención de agua del 64-72%, un contenido de sólidos del 2% y una porosidad del 28-32%; Es totalmente uniforme y a diferencia de otros sustratos no necesita ser mezclado ni requiere el uso de contenedores, además, por ser producto de fábrica, se garantiza su disponibilidad, calidad, homogeneidad de su estructura física y de sus propiedades químicas. Su fabricación es un proceso industrial en el que se requieren temperaturas de 200 °C, las cajas de espuma agrícola ULTRAFOAM para especies forestales vienen en

presentación de cubos sueltos de 4x4x10 y 4x4x15 cm con ésta última cuando se desea tener más tiempo en vivero.

2.7. Fertilización foliar

La fertilización foliar se ha convertido en una práctica común e importante para los productores, porque corrige las deficiencias nutrimentales de las plantas, favorece el buen desarrollo de los cultivos y mejora el rendimiento y la calidad del producto. La fertilización foliar no reemplaza en absoluto la nutrición convencional por fertilización al suelo y asimilación de nutrientes por las raíces, ya que las cantidades normalmente absorbidas por las raíces son muy superiores a las que podrían absorberse por las hojas (TRINIDAD y AGUILAR, 1999). ALEXANDER Y SCHROEDER (1987) la tasa de absorción es mucho más lenta a través del tejido foliar.

El abastecimiento nutrimental vía fertilización edáfica depende de muchos factores tanto del suelo como del medio que rodea al cultivo. De aquí, que la fertilización foliar para ciertos nutrimentos y cultivos, bajo ciertas etapas del desarrollo de la planta y del medio, sea ventajosa y a veces más eficiente en la corrección de deficiencias que la fertilización edáfica. Se puede recalcar, que la fertilización foliar es una realidad en la nutrición de los cultivos y que esta práctica, utilizada convenientemente, optimiza la capacidad productiva de las cosechas tanto de gramíneas, leguminosas, hortalizas, plántulas de vivero, frutales y especies forestales. La fertilización foliar, entonces, es realmente un apoyo o respaldo a la fertilización edáfica para sobrepasar los rendimientos subóptimos (TRINIDAD y AGUILAR, 1999).

La hoja tiene una función específica de ser la fábrica de los carbohidratos, pero por sus características anatómicas presenta condiciones ventajosas para una incorporación inmediata de los nutrimentos a los fotosintatos y la translocación de éstos a los lugares de la planta de mayor demanda. El abastecimiento de los nutrimentos a través del suelo está afectado por muchos factores de diferentes tipos: origen del suelo, características físicas, químicas y biológicas, humedad, plagas y enfermedades (BEAR, 1965; PLANCARTE, 1971; TRINIDAD *et al.*, 1971).

La hoja es el órgano de la planta más importante para el aprovechamiento de los nutrimentos aplicados por aspersion (TISDALE *et al.*, 1985); sin embargo, parece ser, que un nutrimento también puede penetrar a través del tallo, si éste no presenta una suberización o lignificación muy fuerte; tal es el caso de las ramas jóvenes o el tallo de las plantas en las primeras etapas de desarrollo.

2.7.1. Factores que influyen en la fertilización foliar

Para el buen éxito de la fertilización foliar es necesario tomar en cuenta tres factores, los de la planta, ambiente y formulación foliar. En relación a la formulación foliar, la concentración de la sal portadora del nutrimento, el pH de la solución, la adición de coadyuvantes y el tamaño de la gota del fertilizante líquido, del nutrimento por asperjar se cita su valencia y el ion acompañante, la velocidad de penetración y la translocabilidad del nutrimento dentro de la planta. Del ambiente se debe de considerar la temperatura del aire, el viento, la luz, humedad relativa y la hora de aplicación. De la planta se ha de tomar en

cuenta la especie del cultivo, estado nutricional, etapa de desarrollo de la planta y edad de las hojas (KOVACS, 1986).

ROSHLER Y WRIGHT (1984) otro aspecto importante es el tipo de fertilizante que puede afectar el pH y los niveles de sales solubles del medio de crecimiento, lo cual puede afectar seriamente el crecimiento de la planta. Ciertas especies son sensibles al pH, y los niveles elevados de sales solubles pueden originar la denominada "quemadura por fertilizantes", la cual es particularmente seria con las semillas en germinación y con las plántulas pequeñas.

2.7.2. Mecanismos de absorción a través de las hojas

GARCÍA y PEÑA (1995) indican que las hojas no son órganos especializados para la absorción de los nutrimentos como son las raíces; sin embargo, los estudios han demostrado que los nutrimentos en solución si son absorbidos aunque no en toda la cutícula foliar, pero sí, en áreas puntiformes las cuales coinciden con la posición de los ectotesmos que se proyectan radialmente en la pared celular.

Franke (1986), citado por BASANTES (2009) menciona que estas áreas puntiformes sirven para excretar soluciones acuosas de la hoja, por lo tanto, también son apropiadas para el proceso inverso, esto es, penetración de soluciones acuosas con nutrimentos hacia la hoja.

GARCÍA y PEÑA (1995) señalan que el proceso de absorción de nutrimentos comienza con la aspersion de gotas muy finas sobre la superficie

de la hoja de una solución acuosa que lleva un nutrimento o nutrimentos en cantidades convenientes. La hoja está cubierta por una capa de cutina que forma una película discontinua llamada cutícula, aparentemente impermeable y repelente al agua por su naturaleza lipofílica, la pared externa de las células epidermales, debajo de la cutícula, consiste de una mezcla de pectina, hemicelulosa y cera, y tiene una estructura formada por fibras entrelazadas; dependiendo de la textura de éstas es el tamaño de espacios que quedan entre ellas, llamados espacios interfibriles, caracterizados por ser permeables al agua y a sustancias disueltas en ella.

2.8. Los nutrimentos y su relación con las funciones fisiológicas

FAO (2002) indica que dieciséis elementos son esenciales para el crecimiento de una gran mayoría de plantas y éstos provienen del aire y del suelo circundante. Otros elementos químicos son tomados en cuenta. Estos pueden ser nutrientes beneficiosos para algunas plantas, pero no esenciales para el crecimiento de todas. Dentro del grupo de los macronutrientes, necesarios para el crecimiento de las plantas en grandes cantidades están el nitrógeno, fósforo y potasio y los secundarios magnesio, azufre y calcio. Los micronutrientes o microelementos son el hierro (Fe), el manganeso (Mn), el zinc (Zn), el cobre (Cu), el molibdeno (Mo), el cloro (Cl) y el boro (B). Ellos son parte de sustancias claves en el crecimiento de la planta.

2.8.1. Nitrógeno

SORIA (2008) señala que es requerido para mantener el crecimiento de la planta y sus órganos, entendiéndose por crecimiento el

incremento de tamaño, producto de dos procesos definidos como división celular y luego paralela a ella, la elongación celular, que en conjunto hace el crecimiento. El N es requerido en grandes cantidades para la formación de sustancias nitrogenadas, que se mueven con el agua y se almacenan en los tejidos (tallo y raíz), en la mayoría de las especies, la fase juvenil necesita de N para formar materia verde en el proceso de crecimiento.

2.8.2. Fósforo

DINAH (2004) señala que el fósforo estimula el crecimiento pero en menor medida que el nitrógeno, estando implicado básicamente en el crecimiento de la raíz mejorando por ende la captura del nitrógeno por las plantas. El fósforo le da la fuerza necesaria a la planta para que se mantenga rígida y pueda así sostener todas sus partes. También promueve el buen desarrollo de las raíces y fortalece el ciclo de cada planta. La falta de fósforo se reconoce porque las hojas se oscurecen más de lo normal. La planta deja de florecer o florece muy poco y las raíces dejan de crecer.

2.8.3. Potasio

DINAH (2004) califica al potasio como un elemento esencial para las plantas y es requerido en grandes cantidades para el crecimiento y la reproducción de las plantas. Se considera segundo luego del nitrógeno, cuando se trata de nutrientes que necesitan las plantas y es generalmente considerado como el "nutriente de calidad". El potasio afecta la forma, tamaño, color y sabor de la planta y a otras medidas atribuidas a la calidad del producto.

SORIA (2008) lo considera estimulador de la formación de azúcares, esto se debe a la capacidad que tiene para activar determinadas proteínas en el metabolismo asimilador. Favorece la síntesis de proteínas y aumenta la actividad de enzimas, los carbohidratos deben ser aprovechados en el proceso de formación de las flores.

2.8.4. Azufre

FAO (2002) indica que el Azufre (S) es un constituyente esencial de proteínas y también está involucrado en la formación de la clorofila. En la mayoría de las plantas suple del 0.2 al 0.3 (0.05 a 0.5) por ciento del extracto seco. Por ello, es tan importante en el crecimiento de la planta como el fósforo y el magnesio; pero su función es a menudo subestimada.

2.8.5. Magnesio

FAO (2002) menciona que el Magnesio (Mg) es el constituyente central de la clorofila, el pigmento verde de las hojas que funciona como un aceptador de la energía provista por el sol; por ello, del 15 al 20 por ciento del magnesio contenido en la planta se encuentra en las partes verdes.

2.8.6. Calcio

FAO (2002) señala que el Calcio (Ca) es esencial para el crecimiento de las raíces y como un constituyente del tejido celular de las membranas.

2.9. Fertilizante foliar Powergizer® 45

Es un nutriente foliar, científicamente balanceado que incorpora en su formulación el ácido húmico, lo que hace que sus componentes de nitrógeno, fósforo, potasio más fierro y zinc sean tomados por la planta en forma inmediata y traslocados a través de sus hojas y tallos.

Por su alto contenido de fósforo disponible en su formulación, hace que la planta retienen el fosforo la cantidad necesaria y en el momento adecuado, siendo esto fundamental ya que las plantas requieren lo máximo de fosforo en la parte inicial de su crecimiento. (FARMEX, s.d.)

- Nitrógeno..... (N).....8.00%
- Ácido fosfórico..... (P₂O₅)..... 32.00%
- Potasio soluble..... (K₂O)..... 5.00%
- Cloruro..... 1.00%
- Fierro..... 0.10%
- Zinc..... 0.05%

2.10. Referencias de temas similares

ACUÑA (1987) menciona que, la especie *Guazuma crinita* Mart. alcanza una altura promedio de 30 cm aproximadamente a los 4 ó 6 meses de permanencia en etapa de vivero. SIGALA (2009) evaluó la calidad de planta producida en los viveros forestales del estado de Durango, la cual se destina a la restauración de ecosistemas forestales. En diez viveros se obtuvo una

muestra de 2,634 plantas, mediante muestreo sistemático, considerando como poblaciones en cada vivero, las especies y el envase utilizado. En las plantas se evaluó altura, diámetro, biomasa seca total; además, se determinó Índice de Robustez (IR), Índice de Lignificación (IL) e Índice de Calidad de Dickson (ICD), así como concentración de nutrimentos (nitrógeno, fósforo, potasio) y contenido de carbono y lignina. Los resultados en vivero, mostraron que las plantas tuvieron alturas medias de 5.4 a 15.1 cm, con deficiencias en diámetro ya que en pocos casos se superaron los 5.0 mm, lo que repercutió negativamente en la robustez y calidad de la planta, encontrándose valores promedios de ICD de 0.05 a 0.63; los mejores valores de ICD se obtuvieron en *Pinus engelmannii* en la mayoría de los viveros; asimismo, en el envase de 170 cm³ se produjo la planta de mejor calidad.

SÁNCHEZ (1995) investigó la fertilización y abonamiento en la Universidad Nacional de Ucayali - Pucallpa (Perú) en Facultad de Ciencias Agropecuarias, se evaluó la respuesta a la fertilización química y orgánica al establecimiento de *Guazuma crinita* Mart. "bolaina blanca" en pasturas degradadas. Cinco tratamientos fueron estudiados, el primero de ellos fue el control absoluto: los tratamientos 2 y 3 recibieron dosis de fertilización orgánica (2 y 4 kg de humus de lombriz/planta); mientras que los tratamientos 4 y 5 recibieron fertilización química a dos niveles: 150 – 50 – 50 kg / ha y 225 – 75 – 75 kg / ha de N, P₂O₅, K₂O respectivamente.

Por tanto para el establecimiento de "bolaina blanca" en suelos degradados como el utilizado en el ensayo, se debe contemplar la aplicación de abono inorgánico al suelo. La dosis óptima recomendada es de 150-50-50

kg / ha de N, P₂O₅ y K₂O; por presentar incrementos de igual magnitud, en el crecimiento de las plantas, a la dosis más alta de fertilizante aplicado.

REÁTEGUI (2010) evaluó el efecto de diferentes tipos de sustratos con abonos orgánicos (bokashi, gallinaza y guano de islas) en el comportamiento de la especie *C. glandulosa* Perkins., a nivel de vivero. Para ello se evaluó las características como crecimiento en altura, diámetro e incremento en materia seca parte aérea (tallos y hojas), parte terrestre (raíces) y prendimiento, y comprende un diseño completamente al azar. Se realizó cuatro tratamientos incluyendo un tratamiento testigo (T0, T1, T2, T3). El tratamiento testigo comprende el sustrato de mezcla 3:2:1 (suelo agrícola, arena, aserrín) y en esta proporción se incrementó los abonos orgánicos (bokashi, gallinaza y guano de islas), definiendo así a los demás tratamientos, tratamiento 1 sustrato 3:2:1 más 1 carretilla al ras de bokashi, tratamiento 2 sustrato 3:2:1 más 1 carretilla al ras de gallinaza y tratamiento 3 sustrato 3:2:1 más 1/4 de carretilla de guano de islas.

Los resultados indicaron que el tratamiento con bokashi aportó mayor efecto en las diferentes características evaluadas, altura 16.89 cm, diámetro 0.31 cm, materia seca parte aérea 3.245 g, materia seca de raíz 1.543 g y prendimiento de 94.0%. Diferente a todo lo mencionado, las semillas de *C. glandulosa* Perkins., presentó un poder germinativo de 92.50% y energía germinativa de 17.12%.

VARGAS (2011) evaluó el efecto de los diferentes sustratos en la producción de plantones de *Calycophyllum spruceanum* Benth. Los

tratamientos fueron: 100% de tierra agrícola (T0), 90% de tierra agrícola y 10% de gallinaza (T1), 80% de tierra agrícola y 20% de gallinaza (T2), 70% de tierra agrícola y 30% de gallinaza (T3), 90% de tierra agrícola y 10% de humus de lombriz (T4), 80% de tierra agrícola y 20% de humus de lombriz (T5) y 70% de tierra agrícola y 30% de humus de lombriz (T6).

Se evaluó el incremento de la altura total de la planta, diámetro del tallo y biomasa acumulada. Se aplicó mediante el Diseño Completamente al Azar, con 7 tratamientos y 24 repeticiones. La aplicación del humus de lombriz en dosis de sustrato del 10%, 20% y 30% alcanzó mayor incremento en la altura total de la planta, con promedios de 40.15 cm, 39.23 cm y 35.09 cm respectivamente; el mayor incremento del diámetro, alcanzó el sustrato con 30% de gallinaza, con 0.22 cm a los 45 días después del repique y la biomasa de 9.85 g (T5), 9.75 g (T6) y 5.15 g (T4), representando estadísticamente una alta significancia en los tres variables evaluados.

FLORES (2002) determinó que la germinación de *Calycophyllum spruceanum* ocurre entre 15 – 40 días después del almacigado; la tasa de germinación es baja (aproximadamente 30 – 50%), pero es compensado por el gran número de semillas por unidad de masa.

Asimismo menciona que el repique se debe realizar a los 40 – 50 días, cuando las plántulas tienen aproximadamente 2 ó 3 cm de altura y posean de 6 a 8 hojas, destaca que las plántulas no se desarrollan uniformemente, por lo que se debe repicar primero las plantas más grandes y dejar las más pequeñas hasta que completen su desarrollo.

CASTAÑO y MURGUEITIO (s.d.), con el fin de generar un método alternativo de propagación que facilite el transporte de plantas a lugares de difícil acceso, se llevó a cabo un ensayo de producción de plántulas forrajeras en una agroespuma comercial y se comparó con el método tradicional de bolsa de vivero. Se utilizaron *Crescentia cujete* (Bignoniaceae), *Leucaena leucocephala* (Mimosaceae), *Cratylia argentea* (Desvaux) O. Kunzte. (Fabaceae), *Acacia mangium* (Fabaceae), *Xanthosoma sagittifolium* (Araceae), donde la evaluación se extendió por 60 días. Los autores reportan que la respuesta de las especies vegetales de estudio al método de propagación con agroespuma resultó positiva, presentando siempre un mayor porcentaje de germinación de las semillas y un buen desarrollo de las hojas y de la raíz, incluso mejor que con el sustrato con tierra compostada, en algunas de las especies vegetales evaluadas. La altura alcanzada por las plantas fue mayor en el sustrato con tierra que en la agroespuma. Esto puede deberse a la ausencia de nutrientes en el sustrato inerte. Para obtener un mejor resultado se recomienda empezar a fertilizar con anterioridad las plantas que son sembradas en la espuma agrícola. Puede ser a partir de los doce días.

En la propagación por esquejes se evidenció un mayor rebrote de hojas en las plantas sembradas en el sustrato con tierra compostada. Con la siembra en espuma se evita el llenado de la bolsa, el residuo sólido, el impacto ambiental generado por la extracción de suelo, la contaminación de las semillas por organismos presentes en la tierra, y exceso de trabajo arduo, sin generar más gastos. Las primeras etapas del crecimiento son similares a los que se observan en tierra compostada, sin embargo, el menor volumen y peso de la

plántula cuando es sembrada en agroespuma facilitan considerablemente su traslado al sitio de siembra.

VALENCIA (2000) manifiesta que con el objetivo de determinar el efecto de la fertilización foliar sobre el desarrollo de almácigos de café, se condujeron experimentos que probaron aspersiones foliares de los fertilizantes Coljap, Powergizer, urea, Nutrimins. A los seis meses de edad se hicieron registros de altura, peso seco y peso fresco de la parte aérea y de las raíces, aspecto y vigor de las plantas del almácigo y no se encontró ninguna diferencia significativa atribuible a efecto de los tratamientos, no recomendando la fertilización foliar en cafetales, pues su efecto, por las bajas concentraciones de nutrientes utilizadas, es de corta duración, insuficiente, innecesaria y muchas veces antieconómica.

2.11. Raíces

Duvdevani (1964), citado por KRAMER (1989) manifiesta que los sistemas de raíces tienen cuatro funciones importantes: la absorción, la fijación, el almacenamiento y la síntesis de varios compuestos orgánicos. Prácticamente, todos los minerales y el agua absorbidos por las plantas terrestres penetran por sus raíces. Es cierto que las hojas pueden absorber agua y solutos, pero la absorción foliar del agua es insignificante si se compara con la absorción por las raíces.

SMITH (1981) afirma que la distribución del peso de la materia seca entre las raíces y la parte aérea de las plantas puede ser descrita por un

equilibrio funcional entre la actividad del sistema radical (absorción de agua y nutrientes) y la actividad de la parte aérea (fotosíntesis); es decir, la relación entre la masa de raíces y la masa de la parte aérea es proporcional a la relación entre la actividad específica de la parte aérea y la de las raíces.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Ubicación de la investigación

3.1.1. Lugar de ejecución

La investigación se realizó en el Laboratorio de Certificación de Semillas Forestales, en el Vivero Forestal, y en el Laboratorio de Fitoquímica, todos pertenecientes a la Facultad de Recursos Naturales Renovables de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, políticamente ubicados en el distrito Rupa Rupa, provincia Leoncio Prado y región Huánuco.

3.1.2. Ecología

Ecológicamente, de acuerdo a la clasificación de zonas de vida y de formaciones vegetales del mundo de HOLDRIDGE (1987), Tingo María se encuentra ubicado en la formación vegetal de bosque muy húmedo Premontano Tropical (bmh-PT).

3.1.3. Clima y Altitud

Presenta una temperatura máxima de 29.4 °C, mínima de 19.2 °C, y media de 24.3 °C, precipitación promedio anual 3,300 mm, humedad relativa 87%, una altitud de 660 msnm (SENAMHI, 2009; citado por REÁTEGUI, 2010).

3.2. Materiales y equipos

3.2.1. Materiales

3.2.1.1. Material genético

- Plántulas de bolaina blanca (*Guazuma crinita* C. Mart.).
- Plántulas de shaina (*Colubrina glandulosa* Perkins.).
- Plántulas de capirona (*Calycophyllum spruceanum* Benth.).

3.2.1.2. Insumos

- Espuma agrícola ULTRAFOAM® (cubos sueltos de 4 cm x 4 cm x 15 cm).
- Fertilizante foliar Powergizer®45.

3.2.1.3. Material y herramientas

- Balde con capacidad de 4 litros, para realizar la saturación de la espuma agrícola.
- Aspersores.
- Regla graduada para medir la altura.
- Vernier mecánico para medir el diámetro.
- Formato de evaluación, para registrar toda la información en cuanto a la investigación.

3.2.1.4. Materiales y equipos de laboratorio

- Balanza analítica con precisión de 0.01 g.
- Estufa.
- Probeta de 10 mL.
- Desecadora.
- Papel kraft.

3.2.2. Equipos

- Computadora portátil.
- Cámara fotográfica.
- Sistema de Posicionamiento Global (GPS).

3.3. Características técnicas de la espuma agrícola ULTRAFOAM®

Entre las propiedades físico- químicas se encuentran:

Material sólido.....	2 %
Porosidad Total.....	98 %
Densidad Aparente.....	0.016 g/cm ³
Capacidad de aireación.....	18 %
Agua disponible.....	55 %
Agua de reserva.....	10 %
Agua no disponible.....	15 %
pH.....	5.5 – 6.5
CIC.....	7.86 meq/100gr

3.4. Composición del fertilizante foliar Powergizer®45

Nitrógeno amoniacal.....	8.0 %
Fósforo.....	32.0 %
Potasio.....	5.0 %
Hierro.....	0.1 %
Zinc.....	0.05 %
Cloro.....	1.0 %

3.5. Diseño experimental

Se aplicó el Diseño en Bloque Completo al Azar (DBCA) con arreglo factorial de la forma 3A x 4B, considerando que el factor A corresponde a las especies forestales utilizadas y el factor B corresponde a la dosis del fertilizante foliar aplicado.

Factor A: Especies forestales

- a1 = *Calycophyllum spruceanum* Benth. (capirona)
- a2 = *Guazuma crinita* C. Mart. (bolaina blanca)
- a3 = *Colubrina glandulosa* Perkins. (shaina)

Factor B = Dosis del Fertilizante foliar Powergizer®45

- b1 = 0 mL/L de H₂O (testigo)
- b2 = 4 mL/L de H₂O
- b3 = 5 mL/L de H₂O
- b4 = 6 mL/L de H₂O

3.5.1. Componentes en estudio

3.5.1.1. Tratamientos aplicados

El presente trabajo de investigación estuvo distribuido en tres bloques, 36 unidades experimentales, 18 sub unidades, haciendo un total de 648 individuos en todo el experimento. (Plántulas *C. spruceanum* Benth., *G. crinita* C. Mart., *C. glandulosa* Perkins.) (Cuadro 1).

Cuadro 1. Descripción de las combinaciones formuladas en la investigación.

BLOQUE	Tratamientos	Factor A	Factor B	Combinación	Nº total de SU
I,II,III	T1	a1	b1	a1b1	54
	T2	a1	b2	a2b2	54
	T3	a1	b3	a3b3	54
	T4	a1	b4	a4b4	54
	T5	a2	b1	a2b1	54
	T6	a2	b2	a2b2	54
	T7	a2	b3	a2b3	54
	T8	a2	b4	a2b4	54
	T9	a3	b1	a3b1	54
	T10	a3	b2	a3b2	54
	T11	a3	b3	a3b3	54
	T12	a3	b4	a3b4	54

SU: Sub unidades

Factor A: especie forestal: a1= *C. spruceanum* Benth, a2= *G. crinita* C. Mart., a3= *C. glandulosa* Perkins.

Factor B: dosis del fertilizante foliar Powergizer®45; b1= 0mL/L, b2= 4mL/L, b3= 5mL/L, b4= 6mL/L.

Se presenta la distribución de los tratamientos y la cantidad de plántulas por especie utilizadas en el experimento. La dosis que se utilizó para el trabajo de investigación fue 0, 4, 5 y 6 mL del fertilizante foliar Powergizer®45 aplicados semanalmente, y durante los 4 meses de evaluación se realizaron 16 aplicaciones del producto, utilizando 0, 64, 80 y 96 mL de fertilizante foliar POWERGIZER®45 en 16 L de agua por cada tratamiento, siendo éste el gasto total del producto aplicado (Cuadro 2).

Cuadro 2. Dosis total aplicada durante los cuatro meses de investigación.

Especie	Tratamiento	dosis (mL/L)	Número de aplicaciones	Dosis total (mL)	Plántulas
<i>Calycophyllum spruceanum</i> Benth.	T ₁	0.0	0	0	54
	T ₂	4.0	16	64	54
	T ₃	5.0	16	80	54
	T ₄	6.0	16	96	54
<i>Guazuma crinita</i> C. Mart.	T ₅	0.0	0	0	54
	T ₆	4.0	16	64	54
	T ₇	5.0	16	80	54
	T ₈	6.0	16	96	54
<i>Colubrina glandulosa</i> Perkins.	T ₉	0.0	0	0	54
	T ₁₀	4.0	16	64	54
	T ₁₁	5.0	16	80	54
	T ₁₂	6.0	16	96	54
Total				720	648

720 mL de fertilizante foliar POWERGIZER®45 aplicada en un periodo de cuatro meses.

3.5.1.2. Características del diseño

El diseño estuvo conformado de la siguiente manera:

Tratamientos	:	12
Bloques	:	3
Cantidad de especies utilizadas	:	3
Unidades experimentales	:	36
Total de subunidades	:	648

3.5.1.3. Croquis del campo experimental

La distribución de los tratamientos fue aleatoriamente (Figura 1).

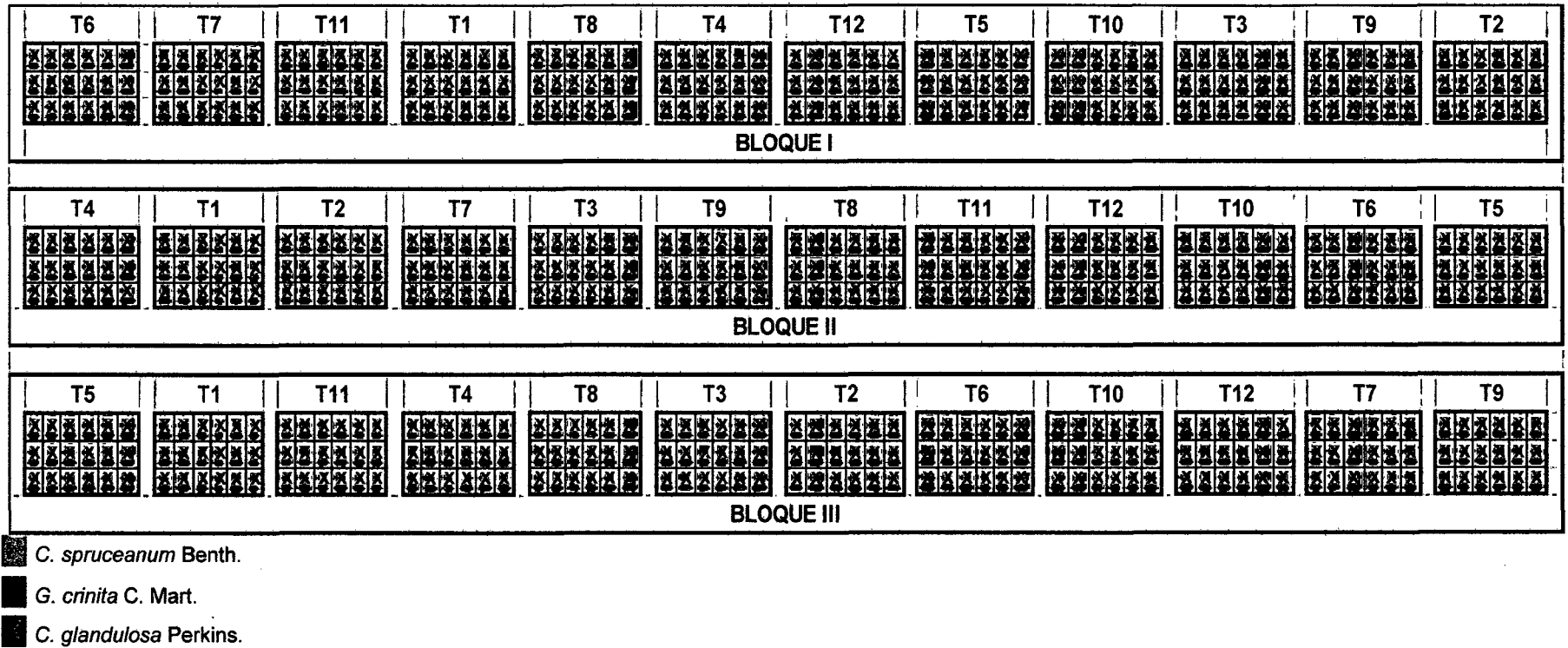


Figura 1. Disposición de los tratamientos

3.5.1.4. Esquema del análisis de varianza

Para la investigación se utilizó el siguiente modelo de ANVA.

Cuadro 3. Esquema del análisis de varianza.

FV	GL	SC	CM	Fc
Bloque	$r - 1$	$(\sum Y_{i..}^2 / ab) - FC$	$SM_{\text{bloque}} / r - 1$	$CM_{\text{bloque}} / CM_{\text{error}}$
Factor A	$a - 1$	$(\sum Y_{.j.}^2 / rb) - FC$	$SC_A / a - 1$	CM_A / CM_{error}
Factor B	$b - 1$	$(\sum Y_{..k}^2 / ra) - FC$	$SC_B / b - 1$	CM_B / CM_{error}
Interacción	$(a-1)(b-1)$	$(\sum \sum Y_{ijk}^2 / r) - SC_A - SC_B - FC$	$SC_{AxB} / (a-1)(b-1)$	$CM_{AxB} / CM_{\text{error}}$
Error	$(t-1)(r-1)$	DIFERENCIA	$SC_{\text{error}} / ab(r-1)$	
Total	$abr - 1$	$\sum \sum \sum Y_{ijk}^2 - FC$		

FC = F calculado

r = número de bloques;

a = niveles del factor A;

b = niveles del factor B;

t = número de tratamientos

3.5.2. Modelo aditivo lineal

De acuerdo al diseño empleado, el modelo matemático estuvo constituido por la ecuación de la forma:

$$Y_{ijk} = \mu + \beta_i + \alpha_j + \tau_k + \alpha\tau_{jk} + \epsilon_{ijk}$$

Donde:

Y_{ijk} = variable respuesta;

- μ = media general;
- β_i = efecto del i-ésimo bloque;
- α_j = efecto del j-ésimo nivel del factor A;
- T_k = efecto del k-esimo nivel del factor B;
- αT_{jk} = interacción del j-esimo nivel del factor A con el k-esimo nivel del factor B.
- ε_{ijk} = error aleatorio.

3.6. Metodología

3.6.1. Procedencia de las semillas

Las semillas fueron adquiridas de la empresa GEMULA E.I.R.L, con las siguientes procedencias: *G. crinita* C. Mart., de la zona de Puerto Inca, *C. spruceanum* Benth., de la zona de Pueblo Nuevo y las semillas de *C. glandulosa* Perkins., de la zona de Río Oro.

3.6.2. Actividades de Laboratorio

Una vez obtenida las semillas se llevó al Laboratorio de Certificación de Semillas Forestales de la Facultad de Recursos Naturales Renovables, para realizar los ensayos de germinación.

3.6.2.1. Ensayos de germinación

Se determinó el poder germinativo y la energía germinativa en un ensayo con 4 muestras de 100 semillas de *Guazuma crinita* C., *Colubrina*

glandulosa Perkins., *Calycophyllum spruceanum* Benth. Para determinar la germinación puestas a prueba, se revisó todas las mañanas a horas 10:30 am cada una de las semillas, si presentaban el crecimiento inicial de la radícula fueron registradas como germinada ISTA (2002). Anexo 1 (Cuadro 23, 24, 25)

- Poder germinativo de las semillas (PG)

Se utilizó la siguiente fórmula:

$$PG = \frac{\text{N}^\circ \text{ de semillas germinadas}}{\text{N}^\circ \text{ de semillas sembradas}} \times 100 \dots (1)$$

- Energía germinativa (EG)

Se utilizó la fórmula siguiente:

$$EG = \frac{\text{Total del máximo porcentaje de germinación diaria media}}{\text{N}^\circ \text{ de semillas germinadas}} \times 100 \dots (2)$$

3.6.3. Actividades en vivero

3.6.3.1. Cama germinadora

Se construyó tres camas germinadoras con arena desinfectada, se sembró las semillas de cada especie al boleó, verificando que se encuentren totalmente esparcidas sobre todo el área del cajón, luego se procedió a regarlas con agua, hasta lograr una altura deseada para trasplantar las plántulas.

3.6.3.2. Instalación del experimento

Se construyó tres bases de soporte de estructura sencilla a base de madera, a 50 cm de altura del suelo, 1.20 m de ancho y 7 metros de largo.

3.6.3.3. Selección de las plántulas

Después de haber realizado la germinación de las semillas de *C. spruceanum* Benth., *G. crinita* C. Mart., *C. glandulosa* Perkins., por un mes y medio en una cama germinadora, se procedió a la selección de las plántulas, teniendo en consideración los dos pares de hojas verdaderas característicos de una plántula apta para repique y demostraran tener mejor calidad (mayor diámetro del tallo a nivel del cuello, altura total y sanidad) siendo de tamaños uniformes y contando con raíces fuertes y rectas.

La extracción de las plántulas se realizó en horas de la tarde (4:00 pm); donde se tuvo que sostener a las plántulas de la parte superior, luego se colocaron en una bandeja para ser desinfectadas con el fungicida Fuji One, finalmente se procedió al repique de las plántulas al nuevo sustrato espuma agrícola.

3.6.3.4. Repique de plántulas

Para realizar el repique de las plántulas de *Calycophyllum spruceanum* Benth., *Guazuma crinita* C. Mart., *Colubrina glandulosa* Perkins., al sustrato espuma agrícola, en primer lugar se procedió a dividir las espumas; ya que la presentación de éstas vienen en láminas que contienen 72 cubos, cada uno con dimensiones de 4x4x15 cm según la especie a propagar, obteniendo de tal manera 4 láminas con 18 cubos cada una. Luego se procedió a sumergir las espumas en agua con la finalidad de saturarlas. Posteriormente se ubicaron las láminas en la base de soporte, una vez realizado la aleatorización respectiva.

Antes de proceder al repique de las plántulas se realizó un hoyo en la parte superior de cada cubo de las espumas, con dimensiones entre 3 o 4 cm de profundidad aproximadamente de acuerdo al tamaño de la raíz que presentaba la plántula, seguidamente se colocó la plántula en el cubo de espuma en posición vertical hasta el nivel del cuello y se cubrió el hoyo con arena desinfectada y partículas pequeñas de espuma, con la finalidad de brindar a la plántula mayor soporte y estabilidad.

3.6.3.5. Riego

Para el normal crecimiento de las plántulas, el riego fue periódico en horas muy tempranas o en horas de la tarde, para mantener la humedad del sustrato y la vitalidad de los plantones, esta actividad se realizó diariamente de acuerdo al requerimiento y en mayor importancia a las condiciones climáticas.

3.6.3.6. Aplicación del fertilizante foliar POWERGIZER®45 a los tratamientos

Las aplicación del fertilizante foliar POWERGIZER®45 se realizó de acuerdo a las dosis establecida en el Cuadro 1. Estas aplicaciones se realizaron de forma manual empleando un aspersor con capacidad de un litro; se aplicó el fertilizante foliarmente por las tardes (entre las 4:00 y 6:00 pm), asegurándose que los plantones queden bien mojados.

Para evaluar el efecto de las dosis del fertilizante foliar se realizaron las aplicaciones semanalmente, haciendo un total de 16 aplicaciones durante los cuatro meses de evaluación.

3.6.4. Datos registrados

3.6.4.1. Variables evaluadas

a. Medición de altura y diámetro

Se realizó cinco evaluaciones, la inicial, al mes, segundo, tercer y cuarto mes después de haber aplicado la dosis del fertilizante foliar POWERGIZER®45 a los tratamientos en estudio.

Para la medición de esta variable en los plántones, se procedió a utilizar una regla milimetrada, midiendo desde el nivel del sustrato hasta la yema apical. Para el caso del diámetro, se midió a 1 centímetro del nivel del sustrato utilizando un vernier mecánico.

b. Cálculo de materia seca

Para la evaluación de esta variable se procedió a sacrificar 6 plántones al azar por cada unidad experimental, representando un total de 216 plántones, los cuales fueron llevados al Laboratorio de Fitoquímica, donde fueron desprendidos cuidadosamente del sustrato espuma, luego se procedió a seccionar los plántones en parte aérea (tallos y hojas) y raíz.

Para determinar el peso de la materia seca se deshidrataron los plántones en estufa, debidamente empaquetadas en papel kraft a temperatura de $103\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$; al término de este periodo se colocaron los elementos en una desecadora para enfriarlas durante 30 minutos, y obtener el peso seco en una balanza analítica ($\pm 0,1\text{ mg}$).

c. Volumen radicular

El volumen radicular se determinó por el principio de Arquímedes, sumergiendo la raíz de los plantones sacrificados en un peso conocido de agua destilada, registrando el incremento de peso correspondiente, que representa el volumen desplazado por la raíz.

3.6.4.2. Porcentaje de prendimiento

Se procedió a cuantificar el número de plantas prendidas en cada tratamiento hasta los cuatro meses de evaluación, los datos fueron obtenidos mediante la fórmula porcentual (SPITLER, 1995):

$$\% \text{ de Prendimiento} = \frac{\# \text{ de plantas prendidas}}{\# \text{ de plantas establecidas}} \times 100$$

3.7. Análisis de datos

Los datos obtenidos de campo se procedieron a digitalizar en el programa Ms Excel 2010 formando cuadros con columnas denominados factor A, factor B, repetición y los datos de las respectivas variables evaluadas. Seguidamente mediante el programa SPSS v 19 se procedió a obtener el análisis de varianza (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.

Para determinar qué promedio difiere de las demás combinaciones o factores, se utilizó un tipo particular de contrastes denominados

comparaciones múltiples post hoc o comparaciones a posteriori (prueba Duncan) en el programa SPSS v 19.

Finalmente los promedios obtenidos en el programa SAS se utilizaron en el Excel para obtener las respectivas Figuras y Cuadros.

IV. RESULTADOS

4.1. Influencia de la dosis del fertilizante foliar Powergizer®45 en el crecimiento de altura y diámetro en plantones de *C. spruceanum* Benth., *G. crinita* C. Mart., *C. glandulosa* Perkins.

4.1.1. Influencia en el crecimiento en altura total

En el análisis de varianza, se puede observar que la interacción no es significativa, pero los efectos principales si lo son, por lo tanto comparamos las medias de los efectos principales (Cuadro 4).

El coeficiente de variación es 8.49%, aceptable dentro de los rangos establecidos para experimentos de campo.

Cuadro 4. Análisis de varianza del crecimiento en altura total de los plantones.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Bloque	0.66	2	0.33	0.53	0.594
Especie (A)	122.39	2	61.2	99.01	0.0001*
Dosis (B)	405.65	3	135.22	218.76	0.0001*
Especie*Dosis	3.81	6	0.63	1.03	0.434 NS
Error	13.6	22	0.62		
Total	546.1	35			

α : 0.05; NS: No significativo; *: significativo
CV= 8.49%

4.1.1.1. Efecto principal

Las especies y las dosis del fertilizante han resultado ser significativas, por lo que deben compararse las medias independientemente, para esto se realizó la prueba de Duncan ($\alpha = 0.05$)

El análisis de la prueba de Duncan del efecto principal para el factor A, se muestra que las tres especies forestales utilizadas en la investigación se comportaron de manera diferente, siendo los plántones de *C. glandulosa* Perkins., las que presentaron mayor promedio de altura con 11.66 cm, seguido los plántones de *C. spruceanum* Benth., con un promedio de altura de 8.96 cm y en menor promedio con 7.18 cm de altura los plántones de *G. crinita* C. Mart., datos obtenidos durante los cuatro meses de evaluación (Cuadro 5).

Cuadro 5. Prueba Duncan del efecto principal para el factor especie forestal en crecimiento de altura.

Espece	Promedio (cm)	Duncan ($\alpha = 0,05$)
<i>Colubrina glandulosa</i>	11.66	a
<i>Calycophyllun spruceanum</i>	8.96	b
<i>Guazuma crinita</i>	7.18	c

Promedios con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$).

En la comparación de medias del efecto principal para el factor B, se observa que las dosis influyeron significativamente en las alturas de los plántones en los cuatro meses de evaluación, siendo la dosis con 6 mL de

fertilizante foliar Powergizer®45/L de agua la que presentó mayor promedio en altura con 12.41 cm, seguido de las dosis 5 y 4 mL fertilizante foliar Powergizer®45/L de agua con 10.98 cm y 10.03 cm de promedio en altura. El menor promedio lo presentó la dosis de 0 mL fertilizante foliar Powergizer®45/L de agua, que fue la dosis testigo con 3.64 cm de altura (Cuadro 6).

Cuadro 6. Prueba Duncan del efecto principal para el factor dosis de fertilizante foliar Powergizer®45 en crecimiento de altura.

Dosis (mL)	Promedio (cm)	Duncan ($\alpha = 0,05$)
6	12.41	a
5	10.98	b
4	10.03	c
0	3.64	d

Promedios con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$).

Al realizar la comparación de medias de los tratamientos, se observó diferencias entre cada uno de los tratamientos establecidos en la investigación, siendo el tratamiento T₁₂ (*C. glandulosa* Perkins., con 6 mL de fertilizante foliar Powergizer®45/L de agua) que obtuvo mayor promedio de crecimiento en altura con 14.19 cm.

Los tratamientos T₁₀ y T₁₁ (*C. glandulosa* Perkins., con 4 y 5 mL de fertilizante foliar Powergizer®45/L de agua) resultaron ser iguales estadísticamente con promedios de 12.59 cm y 12.99 cm respectivamente, los promedios más bajos lo presentaron los tratamientos testigos T₁, T₅, T₉ (*C. spruceanum* Benth., *G. crinita* C. Mart., *C. glandulosa* Perkins., con 0 mL de fertilizante foliar Powergizer®45/L de agua) (Cuadro 7).

Cuadro 7. Comparación de medias de tratamientos en crecimiento de altura.

Tratamiento	Especie	Dosis (mL)	Promedio (cm)	Duncan ($\alpha = 0,05$)
T12	3	6	14.19	a
T11	3	5	13.19	a b
T10	3	4	12.99	a b
T4	1	6	12.59	b
T3	1	5	10.77	c
T8	2	6	10.45	c d
T2	1	4	9.36	d e
T7	2	5	8.97	e f
T6	2	4	7.75	f
T9	3	0	6.27	g
T1	1	0	3.11	h
T5	2	0	1.53	i

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$).

Especie: 1= *C. spruceanum* Benth, 2= *G. crinita* C. Mart., 3= *C. glandulosa* Perkins.

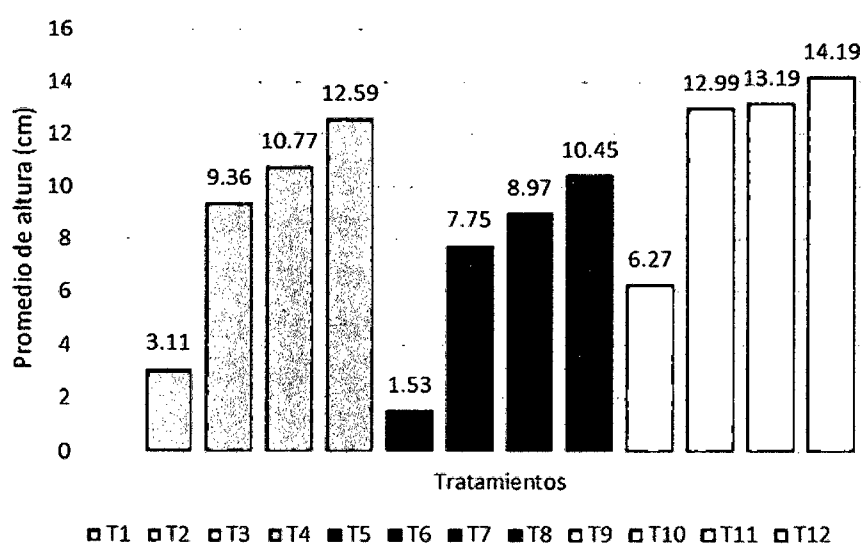


Figura 2. Crecimiento de altura de plañtones de *C. spruceanum* Benth., *G. crinita* C. Mart., *C. glandulosa* Perkins., a los 4 meses del repique.

4.1.2. Influencia en el crecimiento en diámetro

El presente análisis de varianza muestra que la interacción no resultó significativa, pero los efectos principales sí lo son, por lo tanto deben compararse las medias de los efectos principales.

El coeficiente de variación es 5.51%, aceptable dentro de los rangos establecidos para experimentos de campo (Cuadro 8).

Cuadro 8. Análisis de varianza del crecimiento en diámetro de los plantones.

F.V.	SC	GI	CM	F	p-valor
Bloque	0.01	2	0.01	0.62	0.5458
Especie (A)	0.34	2	0.17	15.45	0.0001*
Dosis (B)	5.28	3	1.76	161.84	0.0001*
Especie*Dosis	0.07	6	0.01	1.09	0.3986 ^{NS}
Error	0.24	22	0.01		
Total	5.94	35			

α : 0.05; NS: No significativo; *: significativo
CV= 5.51 %

4.1.2.1. Efecto principal

El crecimiento en diámetro de los plantones de *C. spruceanum* Benth., *G. crinita* C. Mart., *C. glandulosa* Perkins., por efecto de las dosis aplicadas del fertilizante foliar Powergizer®45, fue variado. Ello implica que deben compararse las medias de los efectos principales del factor A (especie forestal) y B (dosis del fertilizante foliar) independientemente, para esto se realizó la prueba Duncan ($\alpha = 0,05$).

Al realizar el análisis de la prueba Duncan del efecto principal para el factor A, se observa que las tres especies presentaron distintos promedios en diámetro, siendo los plantones de *C. spruceanum* Benth., los que registraron mayor promedio en diámetro con 2.02 mm en los cuatro meses de evaluación, la especie *C. glandulosa* Perkins., presentó un promedio de 1.88 mm de diámetro y el menor promedio lo presentaron los plantones de *G. crinita* C. Mart., con 1.78 mm en diámetro (Cuadro 9).

Cuadro 9. Prueba Duncan del efecto principal para el factor especie forestal en crecimiento de diámetro.

Especie	Promedio (mm)	Duncan ($\alpha = 0,05$)
<i>Calycophyllum spruceanum</i>	2.02	a
<i>Colubrina spruceanum</i>	1.88	b
<i>Guazuma crinita</i>	1.78	c

Promedios con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$).

Al realizar la comparación de medias del efecto principal para el factor B, se observó que difiere una dosis de la otra, siendo la dosis de 6 mL del fertilizante foliar Powergizer®45/L de agua la que presentó mayor promedio en diámetro del tallo con 2.36 mm. Las dosis de 4 y 5 mL del fertilizante foliar Powergizer®45/L de agua resultaron ser iguales estadísticamente con promedios de 1.91 mm y 2.01 mm respectivamente, y la dosis testigo 0 mL de fertilizante fue la que presentó menor diámetro promedio con 1.29 mm.

El fertilizante foliar Powergizer®45 a mayores dosis influye en gran medida en el crecimiento del diámetro de las tres especies. (Cuadro 10).

Cuadro 10. Prueba Duncan del efecto principal para el factor dosis del fertilizante foliar Powergizer®45 respecto al diámetro del tallo.

Dosis (mL)	Promedio (mm)	Duncan ($\alpha = 0,05$)
6	2.36	a
5	2.01	b
4	1.91	b
0	1.29	c

Promedios con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$).

Al realizar la comparación de medias de los tratamientos, se observa que el tratamiento T₁₂ (*C. glandulosa* Perkins., con 6 mL de fertilizante foliar Powergizer®45/L de agua) el que obtuvo mayor promedio en crecimiento del diámetro de tallo, los tratamientos T₇ y T₁₀ demostraron ser estadísticamente iguales con 1.9 mm de promedio del diámetro de tallo.

Los promedios más bajos lo obtuvieron los tratamientos T₁, T₅ y T₉ (*C. spruceanum* Benth., *G. crinita* C. Mart., *C. glandulosa* Perkins., tratamientos testigos en el experimento) (Cuadro 11).

Cuadro 11. Comparación de medias de tratamientos del diámetro del tallo.

Tratamiento	Especie	Dosis (mL)	Promedio (mm)	Duncan ($\alpha = 0,05$)
T12	3	6	2.4	a
T4	1	6	2.38	a
T8	2	6	2.28	a b
T3	1	5	2.15	b c
T2	1	4	2.06	c d
T11	3	5	1.97	c d e
T7	2	5	1.9	d e
T10	3	4	1.9	d e
T6	2	4	1.78	e
T1	1	0	1.48	f
T9	3	0	1.23	g
T5	2	0	1.17	g

Promedios con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$).

Especie: 1= *C. spruceanum* Benth, 2= *G. crinita* C. Mart., 3= *C. glandulosa* Perkins.

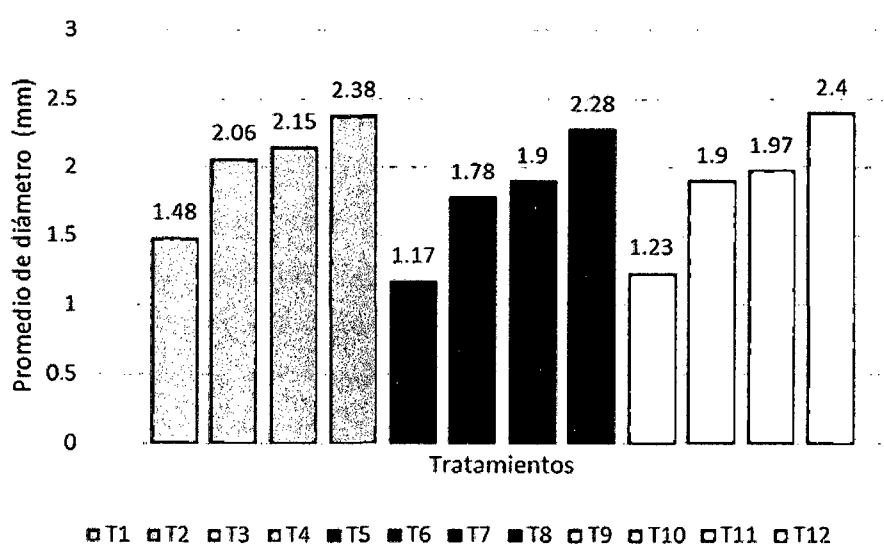


Figura 3. Crecimiento de diámetro del tallo de *C. spruceanum* Benth., *G. crinita* C. Mart., *C. glandulosa* Perkins., a los 4 meses del repique.

4.2. Efecto de la dosis del fertilizante foliar Powergizer®45 en la materia seca y volumen radicular en plantones de *C. spruceanum* Benth., *G. crinita* C. Mart., *C. glandulosa* Perkins.

4.2.1. Efecto en la materia seca

Existen ciertos casos en los cuales desde un principio se puede afirmar que los datos disponibles no cuentan con una distribución normal, por lo que se deben llevar a cabo transformaciones para acercar dichos datos a una distribución normal. Para verificar se somete a una prueba de $\sqrt{X + 1}$.

Con los datos transformados, se realizó el análisis de varianza en donde no se encontró diferencias estadísticas significativas en la interacción. Lo contrario se observó en los factores principales, por lo tanto deben compararse las medias de los efectos principales. El coeficiente de variación es 3.4%, aceptable dentro de los rangos establecidos para experimentos de campo (Cuadro 12).

Cuadro 12. Análisis de varianza para la materia seca de los plantones.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Bloque	0.00067	2	0.00034	0.24	0.7908
Especie	0.01	2	0.01	5.22	0.014*
Dosis	0.09	3	0.03	20.89	0.0001*
Especie*Dosis	0.01	6	0.0017	1.23	0.3278Ns
Error	0.03	22	0.0014		
Total	0.15	35			

α : 0.05; *: significativo, NS: No significativo.

CV= 3.4 %

4.2.1.1. Efecto principal

Las especies y las dosis del fertilizante han resultado ser significativas, por lo que deben compararse las medias independientemente. Para ello se realizó la prueba de Duncan ($\alpha = 0.05$).

El análisis de la prueba Duncan para el factor A (especies forestales), presentó distintos promedios en el peso de materia seca, siendo los plantones de *C. spruceanum* Benth., *C. glandulosa* Perkins., estadísticamente iguales con 1.12 y 1.13 g de materia seca respectivamente, promedios mayores a las que presentaron los plantones de *G. crinita* C. Mart., con 1.08 g en los cuatro meses de evaluación (Cuadro 13).

Cuadro 13. Prueba Duncan del efecto principal para el factor especie forestal y su materia seca en los cuatro meses de evaluación.

Especie	Promedio(g)	$\sqrt{x+1}$ (g)	Duncan ($\alpha = 0,05$)
<i>Colubrina glandulosa</i>	0.28	1.13	a
<i>Calycophyllum spruceanum</i>	0.25	1.12	a
<i>Guazuma crinita</i>	0.17	1.08	b

Promedios con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$).

En la comparación de medias del efecto principal para el factor B, se observa que las dosis influyeron significativamente en el peso de la materia seca de los plantones en los cuatro meses de evaluación, siendo las dosis de 6 y 5 mL del fertilizante foliar Powergizer®45/L de agua estadísticamente iguales presentando promedios en peso de materia seca de 1.17 y 1.14 g

respectivamente, en comparación con la dosis de 4 mL del fertilizante foliar Powergizer®45/L de agua y el tratamiento testigo (0 mL del fertilizante foliar Powergizer®45/L de agua), registrando promedios mínimos de peso con 1.08 y 1.04 g de materia seca (Cuadro 14).

Cuadro 14. Prueba Duncan del efecto principal para el factor dosis del fertilizante Powergizer®45 sobre la materia seca de los plantones.

Dosis (mL)	Promedio (g)	$\sqrt{x+1}$ (g)	Duncan ($\alpha = 0,05$)
6	0.37	1.17	a
5	0.3	1.14	a
4	0.17	1.08	b
0	0.09	1.04	c

Promedios con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$).

Al realizar la comparación de medias de los tratamientos se observa diferencias entre estos, siendo el tratamiento T₄ (*C. spruceanum* Benth., con 6 mL de fertilizante foliar Powergizer®45/L de agua), el que obtuvo mayor peso de materia seca con 1.22 g, y los más bajos promedios con 1.04 y 1.03 g los tratamientos testigos T₁ y T₅ (*C. spruceanum* Benth., *G. crinita* C. Mart.) con 0 mL del fertilizante foliar Powergizer®45. Los tratamientos T₂ (*C. spruceanum* Benth., con 4mL de fertilizante foliar Powergizer®45/L de agua) y el tratamiento testigo T₉ (*C. glandulosa* Perkins., con 0 mL de fertilizante foliar Powergizer®45/L de agua) son estadísticamente iguales, registrando promedios casi similares con 1.07 y 1.06 g de materia seca, esto quiero decir que la dosis con 4 mL de fertilizante foliar Powergizer®45/L de agua no influyó en el peso de los plantones de *C. spruceanum* Benth. (Cuadro 15).

Cuadro 15. Comparación de medias respecto a la materia seca.

Tratamiento	Especie	Dosis	Promedio (g)	$\sqrt{x+1}$ (g)	Duncan ($\alpha = 0,05$)		
T4	1	6	0.48	1.22	a		
T12	3	6	0.36	1.16	a	b	
T11	3	5	0.36	1.16	a	b	
T3	1	5	0.3	1.14	b		
T8	2	6	0.28	1.13	b	c	
T10	3	4	0.26	1.12	b	c	
T7	2	5	0.24	1.11	b	c	d
T2	1	4	0.14	1.07	c d e		
T9	3	0	0.13	1.06	c d e		
T6	2	4	0.11	1.05	d e		
T1	1	0	0.08	1.04	e		
T5	2	0	0.05	1.03	e		

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$).

Especie: 1= *C. spruceanum* Benth, 2= *G. crinita* C. Mart., 3= *C. glandulosa* Perkins.

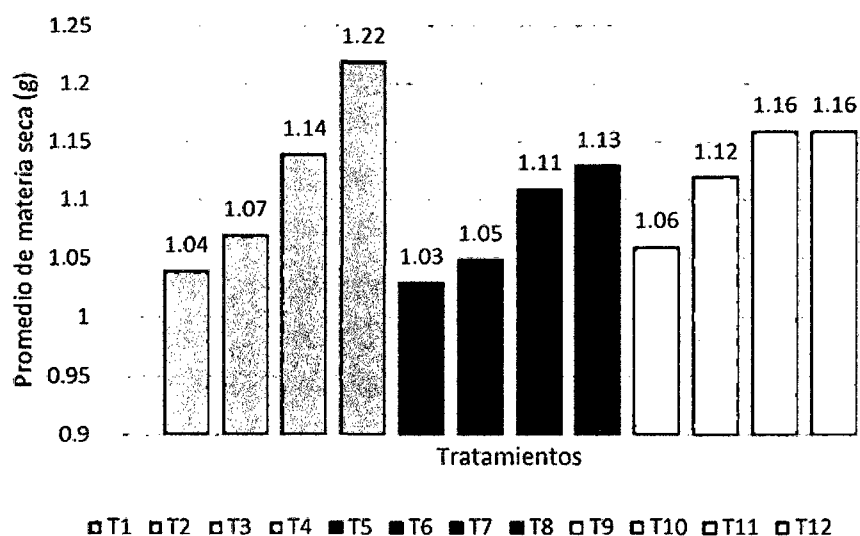


Figura 4. Peso de materia seca de plántonos de *C. spruceanum* Benth., *G. crinita* C. Mart., *C. glandulosa* Perkins., a los 4 meses del repique.

4.2.2. Efecto en el volumen radicular

En el siguiente análisis de varianzas muestra que no hubo diferencias estadísticas significativas en la interacción A x B, pero sí se encontró en los factores principales A y B; por lo tanto deben compararse las medias de los efectos principales (Cuadro 16).

El coeficiente de variación es 13.69 %, aceptable dentro de los rangos establecidos para experimentos de campo.

Cuadro 16. Análisis de varianza del volumen radicular de los plantones.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Bloque	0.01	2	0.0029	0.99	0.3862
Especie (A)	0.2	2	0.1	35.43	0.0001*
Dosis (B)	0.61	3	0.2	70.5	0.0001*
Especie*Dosis	0.03	6	0.01	2	0.1094 ^{NS}
Error	0.06	22	0.0029		
Total	0.92	35			

NS: No significativo; *: Significancia estadística (α : 0.05).

CV= 13.69 %

4.2.2.1. Efecto principal

Al realizar el análisis de medias del factor especie forestal, se observa que los plantones presentaron diferentes promedios en volumen radicular, siendo los plantones de *C. glandulosa* Perkins., los que mostraron mayor promedio con 0.5 cm³, los plantones de *C. spruceanum* Benth., *G. crinita* C. Mart., demostraron ser estadísticamente iguales con un promedio de 0.32 y 0.35 cm³ en volumen radicular (Cuadro 17).

Cuadro 17. Prueba Duncan del efecto principal para el factor especie forestal sobre el volumen radicular de los plantones.

Especie	Promedio (cm ³)	Duncan ($\alpha = 0,05$)
<i>Colubrina glandulosa</i>	0.5	a
<i>Guazuma crinita</i>	0.35	b
<i>Calycophyllum spruceanum</i>	0.32	b

Promedios con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$).

Al realizar la comparación de medias para el factor dosis del fertilizante foliar Powergizer®45, se observó que la aplicación de las dosis presentó diferentes promedios de volumen radicular en cada una de las especies, siendo la dosis de 6 mL del fertilizante foliar Powergizer®45/L de agua la que presentó mayor promedio en volumen radicular con 0.54 cm³ en comparación con las demás dosis que resultaron ser menores. El fertilizante influye mejor en el desarrollo de raíces a mayor dosis (Cuadro 18).

Cuadro 18. Prueba Duncan del efecto principal para el factor dosis del fertilizante foliar Powergizer®45, respecto al volumen radicular.

Dosis (mL)	Promedio (cm ³)	Duncan ($\alpha = 0,05$)
6	0.54	a
5	0.47	b
4	0.37	c
0	0.19	d

Promedios con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$).

Al realizar la comparación de medias de los tratamientos se encontró diferencias entre estos, siendo el tratamiento T₁₂ (*C. glandulosa*

Perkins., con 6 mL del fertilizante foliar Powergizer®45/L de agua), el que obtuvo mayor promedio en volumen radicular y los promedios de volúmenes más bajos lo registraron los tratamientos testigos T₁, T₅ y T₉ (*C. spruceanum* Benth., *G. crinita* C. Mart., *C. glandulosa* Perkins., con 0 mL de fertilizante foliar Powergizer®45/L de agua). Se observa también que los tratamientos T₃, T₄, T₆ y T₇ y de la misma forma los tratamientos T₈, T₁₀ y T₁₁ demostraron ser iguales estadísticamente (Cuadro 19).

Cuadro 19. Comparación de medias de los tratamientos respecto al volumen radicular de los plantones.

Tratamiento	Especie	Dosis (mL)	Promedios (cm ³)	Duncan ($\alpha = 0,05$)	
T12	3	6	0.62	a	
T11	3	5	0.59	a	b
T8	2	6	0.54		b
T10	3	4	0.53		b
T4	1	6	0.45		c
T7	2	5	0.44		c
T6	2	4	0.41		c
T3	1	5	0.4		c
T2	1	4	0.28		d
T9	3	0	0.15		e
T5	2	0	0.14		e
T1	1	0	0.11		e

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$).

Especie: 1= *C. spruceanum* Benth, 2= *G. crinita* C. Mart., 3= *C. glandulosa* Perkins.

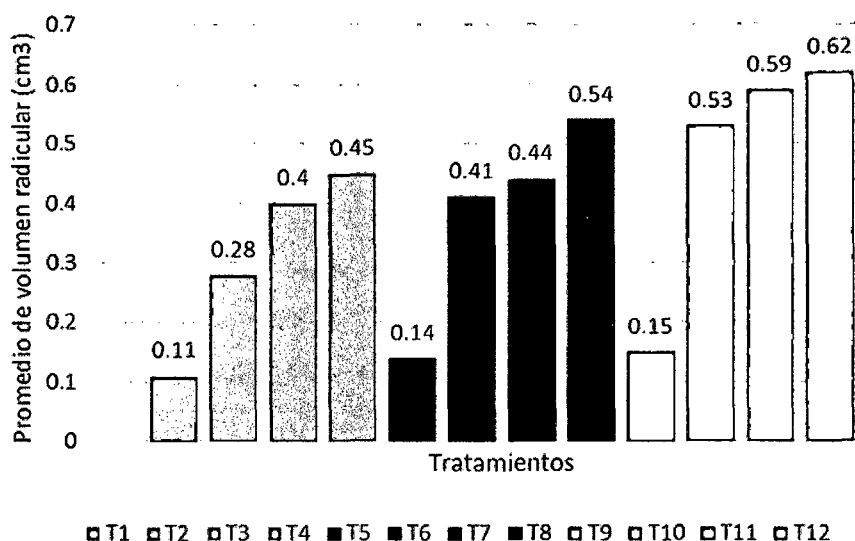


Figura 5. Volumen radicular de plántones de *C. spruceanum* Benth., *G. crinita* C. Mart., *C. glandulosa* Perkins., a los 4 meses del repique.

4.3. Porcentaje de prendimiento en plántones de *C. spruceanum* Benth., *G. crinita* C. Mart., *C. glandulosa* Perkins.

4.3.1. Porcentaje de prendimiento en las especies forestales

En la investigación se utilizaron en total 648 plántones, de los cuales 525 sobrevivieron para ser evaluadas. El mayor porcentaje de prendimiento lo presentó la especie *C. glandulosa* Perkins., con un total de 186 plántones vivos, representado por el 28.7% del total, específicamente en el tratamiento T₁₁ donde se evaluaron 53 plántones (Cuadro 20).

Cuadro 20. Porcentaje de prendimiento de los plantones

Especie	Dosis(mL)	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	%
<i>Calycophyllum spruceanum</i> Benth.	0	39												6.02
	4		43											6.64
	5			44										6.79
	6				46									7.10
	Total													26.5
<i>Guazuma crinita</i> C. Mart.	0					32								4.94
	4						43							6.64
	5							46						7.10
	6								46					7.10
	Total													25.7
<i>Colubrina glandulosa</i> Perkins.	0									39				6.02
	4										49			7.56
	5											53		8.18
	6												45	6.94
	Total													28.7
Total general		39	43	44	46	32	43	46	46	39	49	53	45	81.0

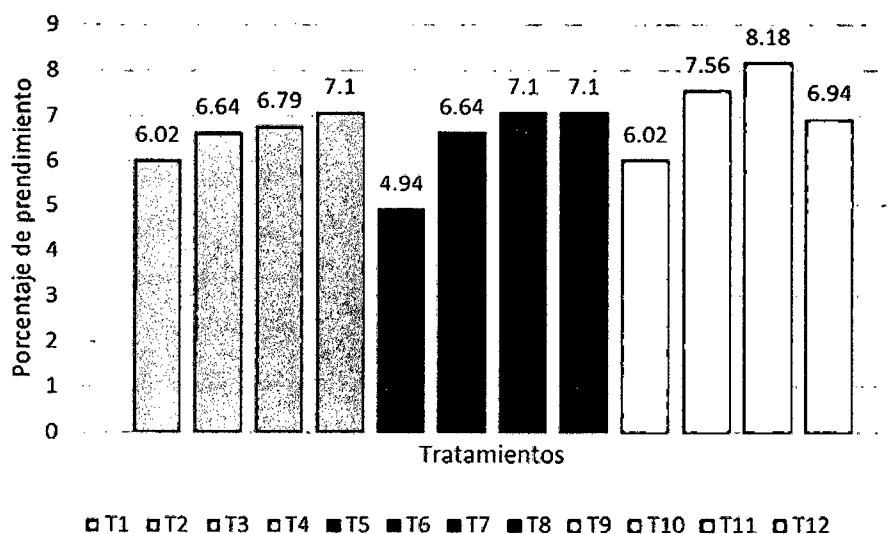


Figura 6. Porcentaje de prendimiento en plantones de *C. spruceanum* Benth., *G. crinita* C. Mart., *C. glandulosa* Perkins., a los 4 meses del repique.

V. DISCUSIÓN

5.1. Influencia de la dosis del fertilizante foliar Powergizer®45 sobre la altura total y diámetro del tallo

Respecto al crecimiento de altura total y diámetro del tallo en las especies forestales producidas en el sustrato espuma agrícola, con aplicación del fertilizante foliar Powergizer®45 (8-32-5), no se obtuvieron resultados deseables en los tratamientos; esto puede haber ocurrido por la formulación del fertilizante y la cantidad de aplicaciones a los plántones no haya cubierto los requerimientos nutricionales de cada especie, aspecto corroborado por MONTROYA (s.d.) quien refiere que para obtener mejores resultados en calidad de plántones, estos deben ser fertilizados durante toda la etapa en vivero, y por medio de diferentes ensayos para el uso de la espuma agrícola se recomienda usar fertilizantes completos con una formulación de (20-30-10) un gramo por litro de agua y Nitrato de Potasio 2 gramos por litro de agua mezclados en el mismo recipiente. Aplicándose con más frecuencia conforme avanzan los meses.

El crecimiento en altura de los plántones de *Guazuma crinita* Mart en la investigación fue mínimo durante los cuatro meses de evaluación presentando 7.18 cm, resultados diferentes fueron obtenidos por ACUÑA

(1987), registrando que la especie *G. crinita* Mart., alcanza una altura promedio de 30 cm aproximadamente a los 4 meses de permanencia en etapa de vivero. Otro aspecto que pudo limitar el crecimiento de altura y diámetro son las propiedades físico-químicas de la espuma agrícola con respecto a las especies. Kember (2001), citado por FLORES (2002), refiere que la especie *Calycophyllum. spruceanum* Benth., prefiere suelos con pH de 7 y saturación de aluminio menor de 30% y no prospera en suelos extremadamente ácidos, con pH de 4 a 4.5, concuerda con lo mencionado por BURÉS (1997), quien añade que entre las características químicas importantes de los sustratos se encuentra el contenido de macro y micronutrientes, el pH y la capacidad de intercambio catiónico. Un equilibrio de estos tres factores permite tener un sustrato adecuado para el crecimiento del cultivo, y también pueden ser modificadas con la adición de fertilizantes y enmiendas.

Otro aspecto de la importancia de la fertilización sobre el desarrollo de los plantones se puede corroborar con SÁNCHEZ (1995) que investigó la fertilización y abonamiento en la Universidad Nacional de Ucayali - Pucallpa (Perú) en Facultad de Ciencias Agropecuarias, evaluó la respuesta a la fertilización química y orgánica al establecimiento de *Guazuma crinita* Mart., "bolaina blanca" en pasturas degradadas. Cinco tratamientos fueron estudiados, el primero de ellos fue el control absoluto: los tratamientos 2 y 3 recibieron dosis de fertilización orgánica (2 y 4 kg de humus de lombriz/planta); mientras que los tratamientos 4 y 5 recibieron fertilización química a dos niveles: 150 – 50 – 50 kg / ha y 225 – 75 – 75 kg / ha de N, P₂O₅, K₂O respectivamente.

Por tanto para el establecimiento de *G. crinita* Mart., en suelos degradados como el utilizado en el ensayo, se debe contemplar la aplicación de abono inorgánico al suelo. La dosis óptima recomendada es de 150-50-50 kg/ha de N, P₂O₅ y K₂O; por presentar incrementos de igual magnitud, en el crecimiento de las plantas, a la dosis más alta de fertilizante aplicado.

5.2. Efecto de la dosis del fertilizante foliar Powergizer®45 sobre la materia seca y volumen radicular

5.2.1. Influencia en el peso de la materia seca

El cálculo de materia seca entre las especies forestales evaluadas registró un promedio mayor pero no ideal en el tratamiento T₄ (1.22 g), plantones de *C. spruceanum* Benth., con 6 mL de fertilizante foliar Powergizer®45/L de agua, esta cantidad de materia seca presentada en los plantones se debió que la absorción del fertilizante foliar no fue efectiva en el crecimiento y desarrollo de los plantones, aspecto corroborado por TRINIDAD y AGUILAR, (1999) quienes indican que la fertilización foliar no reemplaza a la nutrición convencional por fertilización al suelo (sustrato) y asimilación de nutrientes por las raíces, debido que las cantidades normalmente absorbidas por las raíces son muy superiores a las que podrían absorberse por las hojas asimismo concuerda con ALEXANDER Y SCHROEDER (1987), quien reitera que la tasa de absorción es mucho más lenta a través del tejido foliar.

Ante lo mencionado, SMITH (1981) afirma que la distribución del peso de la materia seca entre las raíces y la parte aérea de las plantas puede

ser descrita por un equilibrio funcional entre la actividad del sistema radical (absorción de agua y nutrientes) y la actividad de la parte aérea (fotosíntesis); es decir, la relación entre la masa de raíces y la masa de la parte aérea es proporcional a la relación entre la actividad específica de la parte aérea y la de las raíces.

Asimismo refiere VALENCIA (2000) que con el objeto de determinar el efecto de la fertilización foliar sobre el desarrollo de almácigos de café, se condujeron experimentos que probaron aspersiones foliares de los fertilizantes Coljap, Powergizer, urea, Nutrimins. A los seis meses de edad se hicieron registros de altura, peso seco y peso fresco de la parte aérea y de las raíces, aspecto y vigor de las plantas del almácigo y no se encontró ninguna diferencia significativa atribuible a efecto de los tratamientos, no se recomienda la fertilización foliar en cafetales, pues su efecto, por las bajas concentraciones de nutrientes utilizadas, es de corta duración, insuficiente, innecesaria y muchas veces antieconómica.

5.2.2. Influencia en el volumen radicular

En la investigación se ha observado que el crecimiento en altura y diámetro de las especies forestales producidas en espuma agrícola, no se vio afectado positivamente por las dosis del fertilizante foliar Powergizer®45 aplicado, y por ende se obtuvo volúmenes de raíces mínimos con 0.54 cm^3 para los cuatro meses de evaluación, este hecho pudo deberse que como el sustrato es inerte y no tuvo aplicación de fertilizantes, las raíces no encontraron los nutrientes necesarios para su completo desarrollo.

Al respecto ALZUGARAY *et al.* (2004) afirma que la estimación del volumen radicular es un buen predictor del comportamiento de las plantas en terreno definitivo. Aquellas plantas con el mayor volumen radicular al momento de la plantación, presentan las más altas tasas de supervivencia y crecimiento en altura y diámetro. Esto se explica por el hecho de que dependen de las características de sus raíces para la absorción de agua y nutrientes del suelo. Las plantas con mayor volumen radicular son capaces de tolerar mejor el shock de trasplante, debido a una mayor conductividad hidráulica de las raíces. El volumen radicular de las plantas está positivamente correlacionado con la longitud y diámetro del tallo, y la biomasa total de las plantas.

Sobre el tema KRAMER (1989) indica que el pH del sustrato y la forma de concentración de nutrientes en el fertilizante tienen importantes efectos sobre el crecimiento de la raíz. Una abundancia de ciertos elementos esenciales, especialmente fósforo y nitrógeno, estimula el crecimiento de las raíces pero más aún el crecimiento del vástago.

5.3. Porcentaje de prendimiento

Se encontró que la mortalidad fue mayor en la especie *G. crinita* C. Mart., debido a la presencia de patógenos e insectos en las plantas del vivero, esto influyó negativamente para los plantones por lo que algunos fueron contagiados. Considerando lo propuesto por FENOCOL (s.d.), que en el transcurso de la permanencia de los plantones sobre la espuma agrícola se debe garantizar controles fitosanitarios, estos se hacen de la misma manera al sistema tradicional, teniendo en cuenta que al ser la espuma un sustrato inerte,

está libre de patógenos y plagas, pudiendo ser objeto de contaminación a través de plántulas enfermas, agua contaminada y agentes externos

Se encontró también otra causa de muerte después de la fertilización, algunos plantones mostraron daños como quemaduras, necrosis en la yema apical y con esto detuvieron la elongación de los plantones. Al respecto ROSHLER Y WRIGHT (1984) afirman que otro aspecto importante es el tipo de fertilizante que puede afectar el pH y los niveles de sales solubles del medio de crecimiento, lo cual puede afectar seriamente el crecimiento de la planta. Ciertas especies son sensibles al pH, y los niveles elevados de sales solubles pueden originar la denominada "quemadura por fertilizantes", la cual es particularmente seria con las semillas en germinación y con las plántulas pequeñas.

VI. CONCLUSIONES

1. El mayor crecimiento en altura y diámetro lo presentó la especie *Colubrina glandulosa* Perkins., con la dosis de 6 mL del fertilizante foliar Powergizer®45 (T₁₂), con un promedio en altura de 14.19 cm y 2.4 mm en diámetro del tallo.
2. El mayor peso en materia seca y volumen radicular lo registró la especie *C. glandulosa* Perkins, con 1.13 g, con respecto al volumen radicular 0.5 cm³.
3. El mayor porcentaje de prendimiento lo presentó la especie *C. glandulosa* Perkins, con un total de 186 plantones vivos, representando el 28.7% del total de plantones evaluados. En cuanto al porcentaje de mortalidad de plantones, la especie *Guazuma crinita* C. Mart. presentó 7.56% de plantones muertos.
4. La tendencia general en cuanto al fertilizante foliar aplicado es que a mayores niveles (dosis), los rendimientos en la especie *C. glandulosa* Perkins aumentan, produciendo plantones de mejor calidad.
5. La aplicación del fertilizante foliar Powergizer®45 no aportó al desarrollo de los plantones de *Guazuma crinita* C. Mart. y *Calycophyllum spruceanum* Benth., registrándose datos mínimos en las evaluaciones.

6. Las condiciones del vivero para la producción de los plantones con el sustrato espuma agrícola influenciaron negativamente debido a que las condiciones climáticas y el control de plagas no fueron controladas en su totalidad, afectando al desarrollo de los plantones.

VII. RECOMENDACIONES

1. Emplear la dosis 6 mL de Powergizer®45 para la producción de *Colubrina glandulosa* Perkins., donde se emplea el sustrato espuma agrícola.
2. Instalar para la producción de plantones en espuma agrícola un ambiente en donde las condiciones climáticas y el control de insectos y enfermedades sean controladas en su totalidad, para que esto no afecte al desarrollo de los plantones y así obtenerlas en condiciones óptimas.
3. Aplicar fertilizantes al sustrato antes de realizar el repique de las plántulas y luego de forma periódica, usando un fertilizante completo, de manera que esto complemente a la fertilización foliar, cuando se utilice la espuma por ser un sustrato inerte.
4. Aumentar la frecuencia de fertilización foliar a los plantones producidos en espuma agrícola.

EFFECT OF A FERTILIZER TO FOLIATE IN THREE FOREST SPECIES PRODUCED WITH SUBSTRATUM AGRICULTURAL FOAM IN NURSERY

VIII. ABSTRACT

The high rate of deforestation and the unsatisfied demand of the market of wood, does that there are applied methods that reduce the time of production of forest plants and that these have good quality. In this regard, research has the following objectives: to determine the influence of foliar fertilizer on growth Powergizer®45 height and diameter; root volume and dry matter; and calculate the percentage of surviving plants of *Calycophyllum spruceanum* Benth., *Guazuma crinita* C. Mart., *Colubrina glandulosa* Perkins., produced under the application of different doses of foliar fertilizer Powergizer®45. It was developed in the Laboratory of Certification of Forest Seeds, in the Nursery and in the Laboratory of Phytochemistry, all belonging to the College of Natural Resources of the Universidad Nacional Agraria de la Selva, politically located in the Rupa Rupa district, Leoncio Prado province, region Huánuco-Peru. As seedlings of genetic material was used *C. spruceanum* Benth., *G. crinita* C. Mart., *C. glandulosa* Perkins., And as a foliar fertilizer inputs and agricultural Powergizer®45 foam substrate. The experimental design was a Complete Block Design Randomized factorial divided into three blocks, of the form 3A x 4B, generating 12 treatments including the control treatment. The results to four months of evaluation show

that there was no interaction between the factors; with the exception of the principal effects of the factor A and B that turned out to be significant, indicating that the treatment T₁₂ (*C. glandulosa* Perkins., with 6 mL of the fertilizer Powergizer®45 foliated) it had better behavior in the majority of morphologic criteria with an average in height of 14.19 cm and 2.4 mm in diameter of the stem, with 1.16 g in weight of dry matter, with regard to the volume radicular 0.62 cm³, whereas the treatments witnesses reached low values.

IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ACUÑA, P. 1987. *Guazuma crinita* C. Mart. [En línea]: CONABIO (<http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/especies/árboles/doctos/66stec1m.pdf>, documento, 05 Dic. 2013).
- ALEXANDER, A.; SCHROEDER, M. 1987. Modern trends in foliar fertilization. *Journal of Plant Nutrition* 10(9-16):1391-1399.
- ALZUGARAY, P., HAASE D., ROSE, R. 2004. Efecto del volumen radicular y la tasa de fertilización sobre el comportamiento en terreno de plantas de pino oregón (*Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco) producidas con el método 1+1. Instituto Forestal Sed Bio-Bio. 17 p.
- AZONBIETO, J., TALON, M. 2000. Fundamentos de fisiología vegetal. Ed. McGraw – Hill. Interamericana. Barcelona, España. 522 p.
- BACKER, M., GUERRA P., SEQUEIRAS, B. 1985. Mejoramiento forestal y conservación de recursos genéticos forestales. Manual Técnico N° 14/CATIE. Turrialba, Costa Rica. 174 p.
- BALDOCEDA, A., PINEDO, V. 1991. Temas forestales (Silvicultura de la bolaina blanca). Pucallpa, Perú. 38 p.

- BASANTES, E. 2009. Elaboración y aplicación de dos tipos de biol en el cultivo de brócoli (*Brassica oleraceae* Var. Legacy). Tesis Ing. Agrónomo. Riobamba, Ecuador. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. 123 p.
- BEAR, F. 1965. Chemistry of soil. Second Edition. Reinhold Publishing Corporation. New York, N.Y. USA. p. 75-113.
- BISCHOFF, N. 2008. Viveros y semillas [En línea]: (<http://www.sagpya.mecon.gov.ar/new/0/forestacion/viveros/consideraciones.htm>, documentos, 25 de Nov. del 2013).
- BURÉS, S. 1997. Sustratos. Ediciones Agrotécnicas S. L. Madrid, España. 342 p.
- CASTAÑO, K., MURGUEITIO, E. s.d. Evaluación de un nuevo sustrato agrícola en el desarrollo inicial de cinco plantas forrajeras. CIPAV. 49 p.
- CATIE. 2000. Manejo Silvicultural de la especie de *Shaina Colubrina glandulosa* Perkins., en la amazonía peruana. Pucallpa, Perú. 63 p.
- CRONQUIST, A. 1981. Lista de las clases, subclases, órdenes y familias de las angiospermas. Columbia University Press. New York. 53 p.
- DEA (DIRECCIÓN DE EDUCACIÓN AGRARIA). 2009. Manual de vivero. 2º año ciclo básico agrario. Buenos aires, Argentina. 174 p.
- DESCO 2005. Programa Selva Central. Villa Rica, Perú. Manual Técnico. 44 p.

- DINAH, M. 2004. Manejo de plantas con abonos orgánicos e inorgánicos. [En línea]: Plantasyhogar, (<http://www.plantasyhogar.com>, documentos, 30 Set. 2011).
- DRAE. 2001. Diccionario de la Real Academia Española. p. 638-639.
- DUARTE, O. 1981. Propagación sexual de las plantas, Lima – Nets. 60 p.
- DUNNE, K. 2002. Árboles útiles de la amazonia peruana; Ecología y propagación de especies. Madre de Dios, Perú. 125 p.
- FARMEX, s.d. http://www.farmex.com.pe/docs/hojas_tecnicas/Powergizer.swf
- FAO. 1976. Guía para la manipulación de semillas forestales con especial referencia a los trópicos. Edit. FAO. Roma, Italia. 50 p.
- FAO. 1991. Guía para la manipulación de semillas forestales con especial referencia a los trópicos. Compilado por R.L Filian Roma. Roma, Italia. 502 p.
- FAO. 2002. Los fertilizantes y su uso. Roma, Italia. 84 p.
- FENOCOL. s.d. Un principio de cultivo limpio para la propagación de plantas. Afiche informativo. Fábrica Cali. Valle, Colombia. 3 p.
- FLORES, B.Y. 2002. Semilla de especies forestales de importancia económica en la región Ucayali. Instituto Nacional de Investigación Agraria. Pucallpa, Perú. 81 p.
- FLORES, S. 1996. Cultivos de frutales nativos amazónicos; guaba. Tratado de Cooperación Amazónica (TCA). Iquitos, Perú. 337 p.

FUNDEAGRO. 1989. Control de calidad en semillas. Lima, Perú.

FUNDEAGRO. 231 p.

GARCÍA, F.J. s.d. Maduración y germinación de las semillas. Biología y

Botánica. Unidad Docente de Biología Vegetal. ETSMRE, UPV. 32 p.

GARCÍA, H., PEÑA, V. 1995. La pared celular, componente fundamental de

las células vegetales. UACH. México. 24 p.

HAWLEY, H., SMITH, S. 1972. Silvicultura práctica. Edición, Omega S.A.

Barcelona, España. 544 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. 134 p.

HOLDRIDGE, L. 1987. Ecología basada en zonas de vida. San José, Costa

Rica, IICA. 216 p.

IIAP (INSTITUTO DE INVESTIGACIONES DE LA AMAZONÍA PERUANA).

2009. Manejo de bosques con fines maderables. Probosques. 2 p.

ISTA (INTERNATIONAL SEED TESTING ASSOCIATION). 2002. Reglas

Internacionales para ensayos de semillas. Madrid, España. 280 p.

KENNARD, D., GUOLD, K., PUTZ, F., FREDERICKSEN, T., MORALES, F.

2002. Effect of disturbance intensity on regeneration mechanisms in a tropical dry forest. *Forest Ecol. Manag.* 162: 197-208.

- KOVACS, G. 1986. The importance of environmental, plant and spray characteristics for any foliar nutrition programme to be successful. pp. 26-43. In: A. Alexander (ed.). Foliar fertilization. Proceedings of the First International Symposium of Foliar Fertilization by Schering Agrochemical Division. Berlin. p. 26-43.
- KRAMER, P. 1989. Relaciones hídricas de suelos y plantas. Una síntesis moderna. Industria editorial Mexicana, Reg. N° 723. México. 533 p.
- LARREA, A. 2007. Determinación de las reservas de carbono en la biomasa aérea de combinaciones agroforestales de *Theobroma cacao* L. y determinación de la ecuación alométrica para el cacao. Tesis Ing. Ambiental. Lima, Perú. UNALM. 146 p.
- MILTHORPE, M., MOORBY, R. 1982. Estudios realizados en porcentaje de germinación de *Colubrina glandulosa*. CATIE. 128 p.
- MONTELIU, A. 2010. Respuestas fisiológicas de los cítricos sometidos a condiciones de estrés biótico y abiótico. Aspectos comunes y específicos. Tesis doctoral para optar el grado de Doctora ingeniera agrónoma. Universitat Jaume I. Castellón de la Plana, España. 213 p.
- MONTOYA, D. s.d. Propagación de especies forestales en espuma agrícola Ultrafoam®. Fenocol – Corpoica. Colombia. 10 p.
- MOREIRA, N. 2002. Semillas, ciencia, tecnología y producción. Montevideo, Uruguay. Impresos C.A. 398 p.
- MOSTACERO, J., MEJIA, C., GAMARRA, T. 2002. Taxonomía de las fanerógamas útiles del Perú. Vol I. 667 p.

- MOSTACERO, L. 1993. Taxonomía de las fanerógamas útiles del Perú. CONCYTEC. Volumen 1. Lima, Perú. 602 p.
- MUÑOZ, A. 1995. Almacenamiento y contenido de humedad de las semillas. [En línea]: CESAF, (<http://www.cesaf.uchile.cl/cesaf/n2/3.htm>, documentos, 15 Nov. 2013).
- MUÑOZ, C. 2005. Almacenamiento y contenido de humedad de las semillas. [En línea]: CESAF, (<http://www.cesaf.uchile.cl/cesaf/n2/3.htm>; documentos, 27 Abr. 2012).
- PLANCARTE, I. 1971. Fertilización fosfatada al suelo y follaje de maíz en dos suelos de Ando bajo condiciones de invernadero. Tesis Profesional. ENA. Chapingo, México. 351 p.
- PERETTI, A. 1997. Manual para análisis de semillas. Editorial Hemisferio Sur. Buenos Aires, Argentina. 262 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.
- PEZO, R. 2006. Conservación de la biodiversidad en ecosistemas inundables. Atlantic International University, Honolulu. Hawai, EE.UU. 95 p.
- REÁTEGUI, M.E. 2010. Evaluación del efecto de tres abonos orgánicos para el crecimiento de *Colubrina glandulosa* Perkins., (shaina), en fase de vivero en Tingo María – Huánuco. Tesis Ing. Recursos Naturales Renovables, mención forestal. Tingo María, Perú, Universidad Agraria de la Selva. 65 p.

- REUTER, S. 1991. Manual de Manejo Forestal. Proyectos de Bosques Latifoliados – heliófitos de selva baja. 124 p.
- ROHSLER, H.M.; WRIGHT, R.D. 1984. What nurserymen should know about soluble salts. *American Nurseryman* 160(2):73-77.
- RUANO, R. 2003. Viveros forestales. Manual de cultivo y proyectos. Madrid, España, Mundi – Prensa. 281 p.
- SÁNCHEZ, G. 1995. Fertilización química y orgánica al establecimiento de *Guazuma crinita* Mart. “bolaina blanca” en pasturas degradadas, Universidad Nacional de Ucayali, Facultad de Ciencias Agropecuarias – Pucallpa, Perú. 43 p.
- SIGALA, J.A. 2009. Calidad de planta en diez viveros forestales del Estado de Durango. Tesis Ing. en Restauración Forestal. División de Ciencias Forestales. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, Texcoco, México. 136 p.
- SMITH, H. 1981. Adaptation to shade. In: Johnson, C.B. *Physiological processes limiting plant productivity*. Londres: Butterworths. p. 159-173.
- SORIA, N. 2008. XI Congreso ecuatoriano de la ciencia del suelo. Nutrición foliar y defensa natural. [En línea]: secsuelo, (<http://www.secsuelo.org/PDFs%20Articulos/Nutricion/Magistrales/5.%20Ing.%20Norman%20Soria.%20Nutricion%20foliar.pdf>, documentos, 4 Ag. 2011).
- TISDALE, S., NELSON, W., BEATON, J. 1985. *Soil fertility and fertilizers*. MacMillan Publishing Co. New York, NY. USA. 197 p.

- TRINIDAD S., NÚÑEZ, R., BALDOVINOS, F. 1971. Aplicaciones foliares de Fe, Mn, Zn y Cu en los árboles de durazno. Memorias del V Congreso Nacional de la Ciencia del Suelo, Guadalajara, México. 32 p.
- TRINIDAD, A., AGUILAR, D. 1999. Fertilización foliar, un respaldo importante en el rendimiento de los cultivos. Tierra, México. 17(3):247-255.
- UGARTE, W. 1997. Manual sobre el establecimiento, manejo y aprovechamiento de plantaciones maderables para la amazonia peruana. Manual técnico. Perú. 56 p.
- VALENCIA, G. 2000. Fisiología, nutrición y fertilización del Cafeto. International Plant Nutrition Institute. Colombia. 10 p
- VARGAS, C. 1988. Influencia de los factores de la temperatura y humedad en el almacenamiento de las semillas. Tingo María, Perú. 86 p.
- VARGAS, D. 2011. Efecto de diferentes tipos de sustrato en el crecimiento de plántones de capirona (*Calycophyllum spruceanum* (Bentham) Hooker f. ex Schumann) en fase de vivero. Tesis Ing. Recursos Naturales renovables, mención Forestales. Universidad Nacional Agraria de la Selva. Tingo María, Perú. 88 p.
- WADSWORTH, F. 2000. Producción forestal para América tropical. Manual de agricultura. El Departamento de Agricultura de los EE.UU. (USDA), Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), Unión Internacional de Organizaciones de Investigación Forestal (IUFRO). Washington DC, Estados Unidos. 583 p.

ANEXO

Anexo 1. Datos del ensayo de germinación de las especies utilizadas

Cuadro 21. Ensayos de germinación de las semillas de *Guazuma crinita* C. Mart.

Fecha	Días desde la siembra	Submuestras (4 × 100 semillas)				Total diario	Total acumulado	Total acumulado como % del total de semillas	Porcentaje de germinación diaria media	Total diario como % de semillas germinables	Total acumulado como % de semillas germinables
		A	B	C	D						
06/08/2013	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
07/08/2013	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
08/08/2013	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
09/08/2013	4	17	10	11	21	59	59	14.8	3.7	20.6	
10/08/2013	5	27	33	25	16	101	160	40.0	8.0	55.9	
11/08/2013	6	18	20	24	2	64	224	56.0	9.3	78.3	
12/08/2013	7	5	6	10	3	24	248	62.0	8.9	86.7	
13/08/2013	8	4	1	4	10	19	267	66.8	8.3	93.4	
14/08/2013	9	-	-	1	12	13	280	70.0	7.8	97.9	
15/08/2013	10	-	-	-	6	6	286	71.5	7.2	100.0	
16/08/2013	11	-	-	-	-	-	286	71.5	6.5	100.0	
17/08/2013	12	-	-	-	-	-	286	71.5	6.0	100.0	
18/08/2013	13	-	-	-	-	-	286	71.5	5.5	100.0	
19/08/2013	14	-	-	-	-	-	286	71.5	5.1	100.0	
20/08/2013	15	-	-	-	-	-	286	71.5	4.8	100.0	
TOTALES		71	70	75	70	286				100.0	

Cuadro 22. Ensayos de germinación de las semillas de *Calycophyllum spruceanum* Benth.

Fecha	Días desde la siembra	Submuestras (4 × 100 semillas)				Total diario	Total acumulado	Total acumulado como % del total de semillas	Porcentaje de germinación diaria media	Total diario como % de semillas germinables	Total acumulado como % de semillas germinables
		A	B	C	D						
08/08/2013	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
09/08/2013	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
10/08/2013	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
11/08/2013	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
12/08/2013	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
13/08/2013	6	7	5	-	-	12	12	3.0	0.5	4.8	
14/08/2013	7	8	12	-	-	20	32	8.0	1.1	8.0	
15/08/2013	8	10	11	-	-	21	53	13.3	1.7	8.4	
16/08/2013	9	14	18	6	-	38	91	22.8	2.5	15.2	
17/08/2013	10	15	4	14	-	33	124	31.0	3.1	13.2	
18/08/2013	11	12	8	21	8	49	173	43.3	3.9	19.6	
19/08/2013	12	1	-	7	14	22	195	48.8	4.1	8.8	
20/08/2013	13	-	3	5	21	29	224	56.0	4.3	11.6	
21/08/2013	14	-	1	1	6	8	232	58.0	4.1	3.2	
22/08/2013	15	1	2	-	7	10	242	60.5	4.0	4.0	
23/08/2013	16	-	-	-	1	1	243	60.8	3.8	0.4	
24/08/2013	17	-	1	1	2	4	247	61.8	3.6	1.6	
25/08/2013	18	-	-	1	2	3	250	62.5	3.5	1.2	
26/08/2013	19	-	-	-	-	-	250	62.5	3.3	-	
27/08/2013	20	-	-	-	-	-	250	62.5	3.1	-	
TOTALES		68	65	56	61	250				100.0	

Cuadro 23. Ensayos de germinación de las semillas de *Colubrina glandulosa* Perkins.

Fecha	Días desde la siembra	Submuestras (4 × 100 semillas)				Total diario	Total acumulado	Total acumulado como % del total de semillas	Porcentaje de germinación diaria media	Total diario como % de semillas germinables	Total acumulado como % de semillas germinables
		A	B	C	D						
05/08/2013	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
06/08/2013	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
07/08/2013	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
08/08/2013	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
09/08/2013	5	-	1	-	1	2	2	0.5	0.1	1.0	
10/08/2013	6	3	2	1	3	9	11	2.8	0.5	4.6	
11/08/2013	7	3	3	4	4	14	25	6.3	0.9	7.1	
12/08/2013	8	7	6	4	7	24	49	12.3	1.5	12.2	
13/08/2013	9	7	8	8	7	30	79	19.8	2.2	15.2	
14/08/2013	10	5	3	8	4	20	99	24.8	2.5	10.2	
15/08/2013	11	2	3	7	8	20	119	29.8	2.7	10.2	
16/08/2013	12	5	1	5	5	16	135	33.8	2.8	8.1	
17/08/2013	13	6	4	1	2	13	148	37.0	2.8	6.6	
18/08/2013	14	4	5	3	5	17	165	41.3	2.9	8.6	
19/08/2013	15	2	2	1	3	8	173	43.3	2.9	4.1	
20/08/2013	16	1	1	1	2	5	178	44.5	2.8	2.5	
21/08/2013	17	1	1	1	2	5	183	45.8	2.7	2.5	
22/08/2013	18	1	1	-	1	3	186	46.5	2.6	1.5	
23/08/2013	19	-	-	1	1	2	188	47.0	2.5	1.0	
24/08/2013	20	1	1	1	-	3	191	47.8	2.4	1.5	
25/08/2013	21	1	1	-	1	3	194	48.5	2.3	1.5	
26/08/2013	22	1	-	1	1	3	197	49.3	2.2	1.5	
27/08/2013	23	-	-	-	-	-	197	49.3	2.1	-	
28/08/2013	24	-	-	-	-	-	197	49.3	2.1	-	
TOTALES		50	43	47	57	197				100.0	

Anexo 2. Datos registrados de las variables evaluadas

Cuadro 24. Datos promedios registrados para las variables: altura, diámetro, materia seca, volumen radicular.

Bloque	Especie	Dosis (ml)	Diámetro 1° mes (mm)	Altura 1° mes (cm)	Diámetro 2° mes (mm)	Altura 2° mes (cm)	Diámetro 3° mes (mm)	Altura 3° mes (cm)	Diámetro 4° mes (mm)	Altura 4° mes (cm)	Peso seco (g)	Volumen radicular cm ³
I	1	0	1.39	2.81	1.39	2.96	1.42	3.05	1.51	3.15	0.07	0.11
I	1	4	1.47	3.14	1.57	4.05	2.11	8.31	2.64	10.4	0.13	0.31
I	1	5	1.47	2.91	1.59	3.89	1.95	10.51	2.31	12.55	0.18	0.41
I	1	6	1.5	3.35	1.61	4.48	2.03	11.99	2.51	13.83	0.49	0.45
I	2	0	1.02	1.18	1.05	1.29	1.08	1.45	1.15	1.56	0.08	0.14
I	2	4	1.11	1.57	1.19	2.13	1.49	5.34	1.7	7.15	0.12	0.3
I	2	5	1.08	1.44	1.25	1.94	1.51	6.3	1.8	8.28	0.25	0.38
I	2	6	1.19	1.59	1.32	2.19	1.71	7.9	2.26	9.45	0.15	0.5
I	3	0	1.1	5.6	1.11	6.27	1.13	6.38	1.19	6.37	0.15	0.3
I	3	4	1.12	6.34	1.27	7.39	1.57	11.04	1.82	12.53	0.29	0.57
I	3	5	1.23	6.23	1.3	6.69	1.53	11.23	1.79	12.7	0.46	0.65
I	3	6	1.11	6.24	1.32	6.53	1.87	12.72	2.27	14.37	0.27	0.65
II	1	0	1.51	2.92	1.51	3.06	1.53	3.17	1.56	3.3	0.11	0.12
II	1	4	1.56	2.68	1.64	3.01	1.79	7.78	2.06	8.97	0.17	0.24
II	1	5	1.58	2.58	1.65	3.04	1.85	8.85	2.08	9.95	0.42	0.38
II	1	6	1.46	3.05	1.63	3.91	1.91	10.53	2.29	11.97	0.51	0.42
II	2	0	0.92	1.13	0.92	1.23	0.95	1.35	1.05	1.46	0.03	0.22
II	2	4	1.03	1.42	1.26	2.3	1.57	6.73	1.81	7.54	0.14	0.3

II	2	5	1.09	1.29	1.27	1.61	1.65	7.58	1.95	8.99	0.12	0.41
II	2	6	1.13	1.69	1.31	2.65	1.89	8.23	2.27	10.49	0.23	0.53
II	3	0	1.14	5.75	1.15	6.24	1.15	6.34	1.22	6.42	0.09	0.13
II	3	4	1.04	6.29	1.27	7.42	1.58	11.91	1.86	13.03	0.29	0.53
II	3	5	1.17	5.98	1.44	6.94	1.82	11.84	2.09	12.98	0.36	0.61
II	3	6	1.24	5.92	1.52	7.12	1.98	12.67	2.48	13.78	0.37	0.6
III	1	0	1.27	2.53	1.31	2.76	1.34	2.78	1.36	2.89	0.07	0.26
III	1	4	1.41	2.49	1.53	2.91	1.73	7.34	2.01	8.7	0.13	0.28
III	1	5	1.43	2.47	1.55	2.87	1.74	7.96	2.07	9.81	0.31	0.42
III	1	6	1.44	2.5	1.59	3.33	2.03	10.19	2.34	11.97	0.44	0.49
III	2	0	1.06	1.13	1.21	1.29	1.21	1.47	1.31	1.57	0.05	0.13
III	2	4	1.01	1.26	1.34	1.65	1.56	6.82	1.83	8.56	0.06	0.31
III	2	5	1.09	1.64	1.37	2.17	1.66	7.67	1.95	9.65	0.36	0.43
III	2	6	1.05	1.49	1.37	2.24	1.87	8.84	2.32	11.41	0.47	0.6
III	3	0	1.18	5.85	1.24	5.87	1.24	5.97	1.28	6.03	0.14	0.32
III	3	4	1.22	5.74	1.46	6.92	1.71	11.55	2.02	13.4	0.21	0.48
III	3	5	1.29	6.19	1.51	7.43	1.71	11.89	2.03	13.89	0.25	0.51
III	3	6	1.29	6.13	1.31	7.55	1.9	12.63	2.46	14.43	0.43	0.61

Especie: 1= *C. spruceanum* Benth, 2= *G. crinita* C. Mart., 3= *C. glandulosa* Perkins.

Anexo 2. Panel Fotográfico

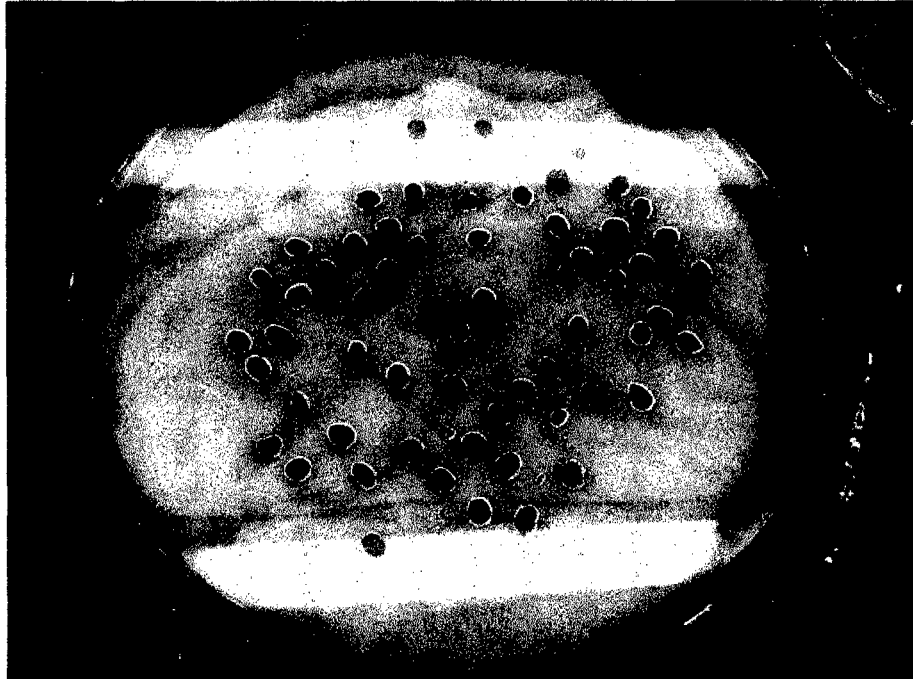


Figura 7. Ensayo de germinación de semillas.

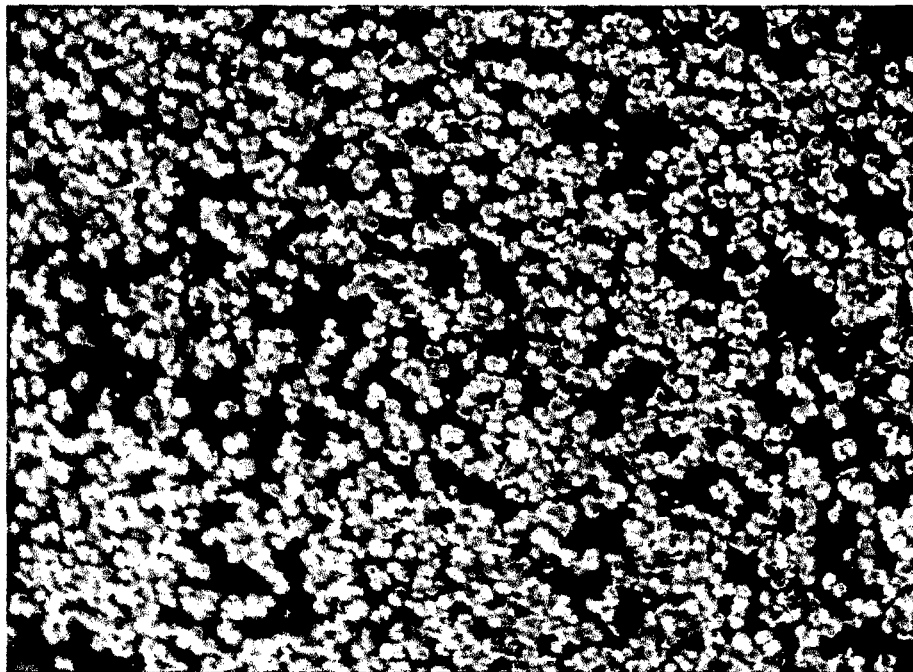


Figura 8. Germinación de semillas.

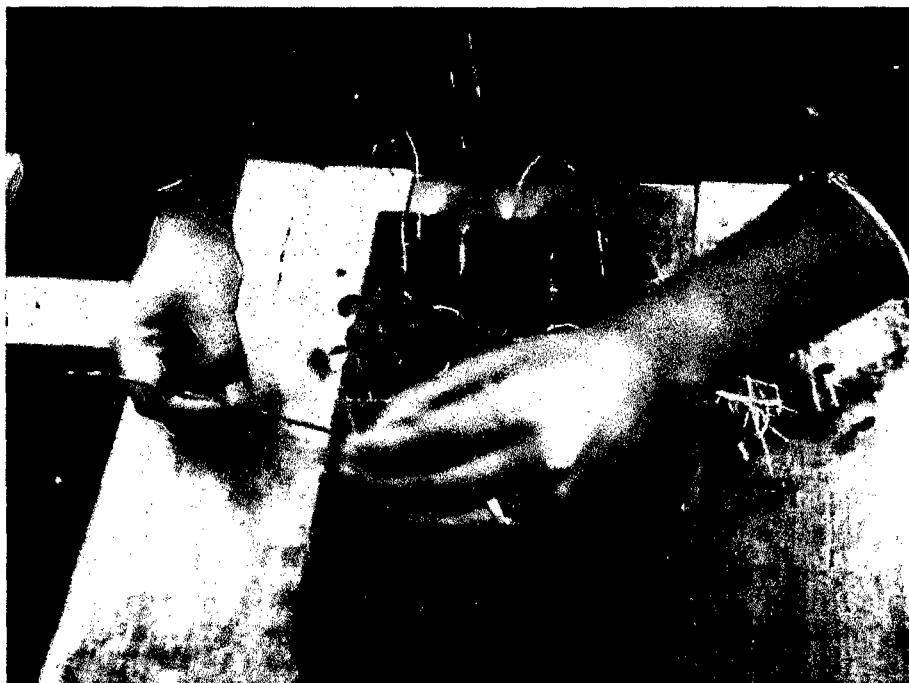


Figura 9. Repique de plántulas.



Figura 10. Aplicación del fertilizante foliar Powergizer®45.

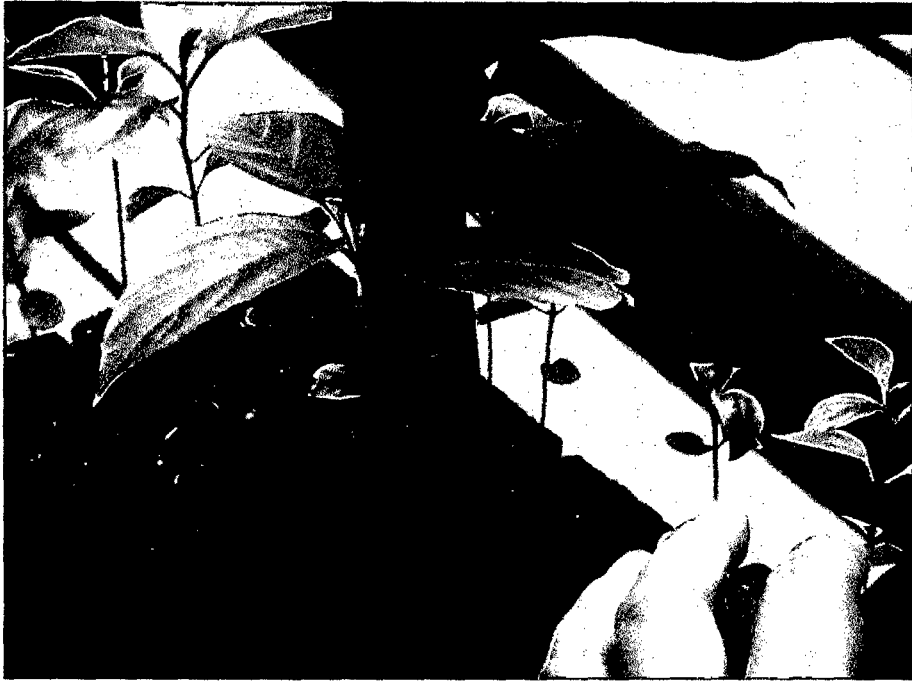


Figura 11. Medición de las variables altura y diámetro.

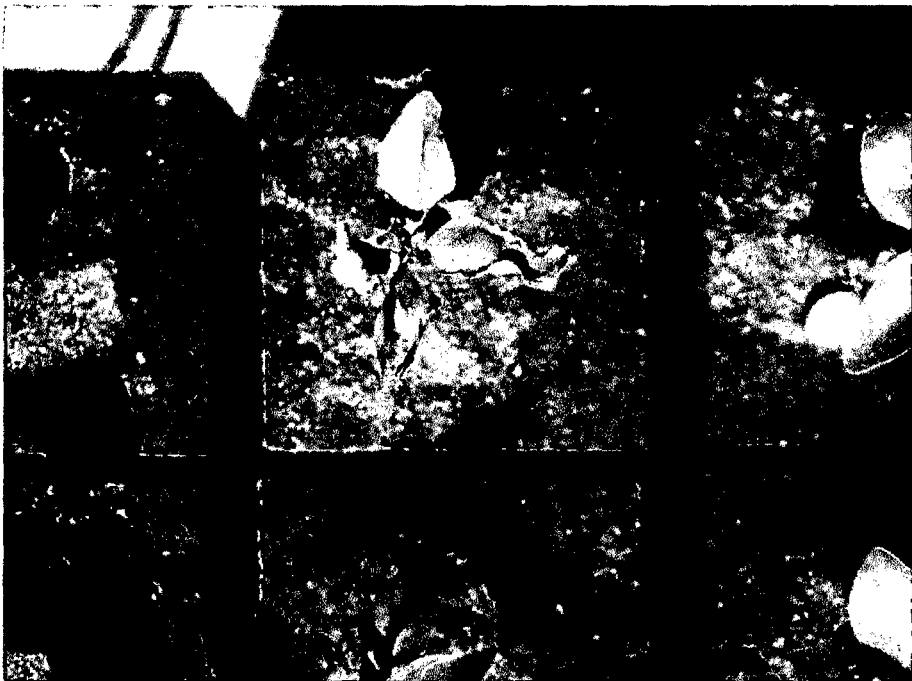


Figura 12. Mortalidad de los plantones.



Figura 13. Secado de muestras vegetativas para la obtención de materia seca.



Figura 14. Cálculo del volumen radicular de los plantones.