

**UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE AGRONOMÍA
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA**



TESIS DE GRADO

**EVALUACION DEL EFECTO DE TRES TRATAMIENTOS PRE-GERMINATIVOS EN
TRES TIPOS DE SUSTRATOS EN LA GERMINACIÓN DE *Paraserianthes lophanta*
EN EL CENTRO EXPERIMENTAL DE COTA COTA DE LA UMSA.**

ISABEL APAZA QUISPE

La Paz – Bolivia

2011

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE AGRONOMÍA
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

**EVALUACION DEL EFECTO DE TRES TRATAMIENTOS PRE-GERMINATIVOS EN
TRES TIPOS DE SUSTRATOS EN LA GERMINACIÓN DE *Paraserianthes lophanta*
EN EL CENTRO EXPERIMENTAL DE COTA COTA DE LA UMSA.**

*Tesis de Grado Presentado como requisito
parcial para optar el Título de
Ingeniero Agrónomo*

ISABEL APAZA QUISPE

Asesor:

Ing. For. Luis Goitia Arze

Tribunal Examinador:

Ph. D. Abul Kalam Kurban

Ing. Victor Paye Huaranca

Aprobada

Presidente Tribunal Examinador:

.....

*Dedicado en especial a mí querido padre
Pedro Apaza que en paz descansa
Por su deseo de ser alguien en esta vida.
(Papito lo logre, salí sin bastón)*

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar quiero agradecer a Dios nuestro señor, que ilumino mi camino porque el es mi pastor y nada me faltara.

A mis queridos Padres Pedro Apaza (†) y Martha Quispe, Hermano (as), y en especial a mi esposo Sergio Pérez por apoyar en la culminación del presente trabajo y a mis hijas Adriana y Fiorela por su apoyo y cariño en todo momento.

Al asesor del presente trabajo; Ing. Luis Goitia Arze por su contribución antes y durante el desarrollo de la investigación, mediante consejos y sugerencias en la conclusión del trabajo de investigación.

Por otro lado, agradecer al destacable comité revisor: Dr. Abul Kalam K., Ing. Victor Paye H. y a quienes participaron en las correcciones, recomendaciones y sugerencias para la presente tesis.

A mis compañeros de Carrera: Anel Jiménez, Angélica, Yeni, Sonia y demás compañeros que de alguna u otra forma contribuyeron y colaboraron con mi persona.

Finalmente, quiero agradecer a toda mi familia: Santos, Ade, Mersi, Silvia, Abel, Zeno, Eddy, primos, sobrinos y a mis queridos suegros Ismael y Graciela.

Contenido

	Páginas
INDICE GENERAL	i
INDICE DE CUADROS	iv
INDICE DE GRAFICOS	vi
INDICE DE FIGURAS	vii
INDICE DE ANEXOS	viii
ACRÓNIMOS	ix
RESUMEN	x

ÍNDICE GENERAL

1. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Objetivos.....	4
1.1.1. Objetivo general.....	4
1.1.2. Objetivos específicos.....	4
1.2. Hipótesis.....	4
2. REVISION BIBLIOGRAFICA	5
2.1. Descripción botánica.....	5
2.1.1. Clasificación taxonómica y nomenclatura.....	6
2.2. Obtención de semillas.....	6
2.2.1. Selección para árboles semilleros.....	6
2.2.2. Características de un árbol semillero.....	7
2.2.3. Colecta de semilla.....	7
2.2.4. Secado y extracción de la semilla.....	8
2.2.5. Almacenamiento de semillas.....	8
2.3. Calidad física de la semilla.....	8
2.3.1. Viabilidad de la semilla.....	8
2.3.2. Semillas viables por kilogramos.....	9
2.3.3. Contenido de humedad.....	9
2.3.4. Pureza física.....	10
2.3.5. Porcentaje de germinación.....	11
2.4. Tratamientos pre-germinativos.....	11
2.4.1. Dormancia o latencia.....	11
2.4.1.1. Tipos de latencia.....	12
2.4.2. Escarificación mecánica.....	13
2.4.3. Escarificación química.....	13
2.4.4. Estratificación.....	14

2.4.5. Remojo en agua fría.....	14
2.4.6. Remojo en agua caliente.....	14
2.4.7. Sumersión en agua hirviendo.....	15
2.5. Germinación y emergencia de plántulas.....	15
2.5.1. Condiciones ambientales durante la germinación y emergencia.....	16
2.6. Sustratos.....	16
2.6.1. Tipos de sustratos.....	16
2.6.2. Desinfección de sustratos.....	17
2.7. Dendrología.....	17
2.7.1. Arbol.....	18
2.7.2. Tronco o fuste.....	18
2.7.2.1. Copa.....	18
2.7.2.2. Corteza.....	18
2.7.2.3. Características organolépticas de la madera.....	19
2.7.2.4. Características macroscópicas de la madera.....	20
2.7.2.5. Hoja.....	20
2.7.2.6. Inflorescencia.....	21
2.7.2.7. Flor.....	21
2.7.2.8. Fruto.....	21
2.7.2.9. Semilla.....	21
2.8. Usos de la especie como árbol multipropósito.....	22
3. LOCALIZACIÓN.....	23
3.1. Ubicación geográfica.....	23
3.2. Características ecológicas.....	23
3.2.1. Clima.....	23
3.2.2. Suelo.....	25
3.2.3. Vegetación.....	25
4. MATERIALES Y METODOS.....	26
4.1. Materiales.....	26
4.1.1. Material vegetal.....	26
4.1.2. Material en general.....	26
4.2. Metodos.....	27
4.2.1. Procedimiento general del trabajo en campo.....	27
4.2.1.1. Tratamientos pre-germinativos en semillas de <i>P. lophanta</i>	27
4.2.1.2. Preparación del sustrato y la almaciguera.....	27
4.2.1.3. Siembra.....	28
4.2.1.4. Labores culturales.....	28
4.2.2. Diseño experimental y tratamientos.....	28
4.2.2.1. Modelo lineal aditivo.....	30

4.2.2.2. Variables de estudio.....	30
4.2.2.3. Procedimiento estadístico de los resultados.....	32
5. RESULTADOS Y DISCUSIONES.....	33
5.1. Determinación de características físicas de las semillas en laboratorio.....	33
5.1.1. Pureza.....	33
5.1.2. Cantidad de semilla por kilogramo.....	34
5.1.3. Prueba de viabilidad por flotación.....	34
5.1.4. Porcentaje de germinación.....	35
5.2. Efecto de los tratamientos pre-germinativos y sustratos.....	36
5.2.1. Determinación del porcentaje de germinación.....	36
5.2.2. Determinación de la altura de plántulas.....	41
5.2.3. Determinación del diámetro de tallo.....	45
5.2.4. Determinación de la longitud de raíz.....	48
5.2.5. Distancia de las raicillas.....	50
5.3. Emergencia de plántulas para diferentes tiempos.....	53
5.3.1. Emergencia para 30 días.....	53
5.3.2. Emergencia para 60 días.....	56
5.3.3. Emergencia para 90 días.....	58
5.3.4. Días a la formación de las primeras hojas verdaderas.....	61
5.4. Características dendrológicas de la especie de <i>P. lophanta</i>	64
5.4.1. Dendrología.....	64
5.4.2. Identificación de las características de la madera.....	70
5.4.2.1. Características organolépticas de la madera.....	70
5.4.2.2. Características microscópicas de la madera.....	70
5.5. Determinación de los usos actuales de la especie de <i>P. lophanta</i>	70
6. CONCLUSIONES.....	72
7. RECOMENDACIONES.....	74
8. BIBLIOGRAFIA CONSULTADA.....	75

ÍNDICE DE CUADROS

Páginas

Cuadro 1: Taxonomía de la especie <i>Paraserianthes lophanta</i>	6
Cuadro 2: Contenido de humedad (%) de las semillas.....	10
Cuadro 3: Clasificación de los tipos de dormancia según diferentes autores....	12
Cuadro 4: Factores de estudio.....	29
Cuadro 5: Variables de respuesta por objetivos de estudio.....	31
Cuadro 6: Resultado de pureza física en semillas de <i>P. lophanta</i>	33
Cuadro 7: Resultados de la cantidad de semillas por kilogramo.....	34
Cuadro 8: Resultados de viabilidad con semillas de <i>P. lophanta</i>	35
Cuadro 9: Porcentaje de germinación con diferentes tratamientos.....	36
Cuadro 10: Análisis de varianza para el porcentaje de germinación.....	37
Cuadro 11: Promedios de porcentaje de germinación para los tratamientos pre-germinativos con la prueba de Duncan.....	37
Cuadro 12: Promedios de porcentaje de germinación para diferentes tipos de sustratos con la prueba de Duncan.....	38
Cuadro 13: Análisis de varianza para altura de plántulas.....	41
Cuadro 14: promedios de alturas para los diferentes tratamientos pre-germinativos con la prueba de Duncan.....	42
Cuadro 15: Promedio de alturas de plántulas para diferentes tipos de sustratos con la prueba de Duncan.....	42
Cuadro 16: Análisis de varianza para el diámetro de tallo en plántulas.....	45
Cuadro 17: Promedios de diámetro del tallo para diferentes tratamientos pre-germinativos con la prueba de Duncan.....	45
Cuadro 18: Promedio de diámetro del tallo para los sustratos con la prueba de Duncan.....	46
Cuadro 19: Análisis de varianza para la longitud de la raíz en plántulas de <i>P. lophanta</i>	48
Cuadro 20: Promedios de longitud de la raíz para los tratamientos pre-germinativos con la prueba de Duncan.....	49
Cuadro 21: Promedios de longitud de la raíz para diferentes sustratos con la prueba de Duncan.....	49
Cuadro 22: Análisis de varianza para la distancia de las raicillas en plántulas..	51
Cuadro 23: Promedios de distancia de las raicillas para los tratamientos pre-germinativo con la prueba de Duncan.....	51
Cuadro 24: Promedios de distancia de las raicillas para diferente sustratos con la prueba de Duncan.....	52
Cuadro 25: Análisis de varianza para la emergencia de plántulas a los 30 días.....	54
Cuadro 26: Promedios de emergencia a los 30 días para los tratamientos pre-germinativos con la prueba de Duncan.....	54
Cuadro 27: Análisis de varianza en la emergencia de plántulas para los 60 días.....	56

Cuadro 28: Promedios de emergencia a los 60 días para tratamientos pre-germinativos con la prueba de Duncan.....	57
Cuadro 29: Promedios de emergencia a los 60 días para los diferentes sustratos con la prueba de Duncan.....	57
Cuadro 30: Análisis de varianza en la emergencia de plántulas para los 90 días.....	58
Cuadro 31: Promedios de emergencia a los 90 días para los tratamientos pre-germinativos con la prueba de Duncan.....	59
Cuadro 32: Promedios de emergencia a los 90 días para los diferentes sustratos con la prueba de Duncan.....	60
Cuadro 33: Análisis de varianza para el número de hojas en plántula.....	62
Cuadro 34: Promedios de número de hojas para tratamientos pre-germinativos con la prueba de Duncan.....	62
Cuadro 35: Promedios de número de hojas para diferentes sustratos.....	63
Cuadro 36: Altura y diámetros de árboles de <i>P. lophanta</i>	65

ÍNDICE GRAFICOS

Paginas

Grafico 1: Promedios de porcentaje de germinación para diferentes tratamientos.....	39
Grafico 2: Efectos de tratamientos pre-germinativos y sustratos en la germinación por días.....	40
Grafico 3: Promedios de altura de plántulas con tratamiento pre-germinativo y sustratos.....	43
Grafico 4: Efecto de tratamientos pre-germinativos y sustratos en la altura de plántulas por días.....	44
Grafico 5: Dinámica de crecimiento de diámetro del tallo para tratamientos pre-germinativos y sustratos.....	47
Grafico 6: Promedios de la longitud de raíz por tratamiento pre-germinativo y sustratos.....	50
Grafico 7: Promedios de distancia de raicillas para tratamientos pre-germinativos y sustratos.....	52
Grafico 8: Dinámica de crecimiento para la distancia de raicillas por tratamientos.....	53
Grafico 9: Emergencia a los 30 días con diferentes tratamientos.....	50
Grafico 10: Emergencia a los 60 días con diferentes tratamientos.....	58
Grafico 11: Emergencia a los 90 días con diferentes tratamientos.....	60
Grafico 12: Comparación de promedios de la emergencia de plántulas para distintos tiempos.....	61
Grafico 13: Efecto de tratamientos pre-germinativos y sustratos para los promedios del número de hojas.....	63

ÍNDICE DE FIGURAS

Pági

Figura 1: Área de estudio del Centro Experimental de Cota Cota.....	24
Figura 2: Árbol de <i>P. lophanta</i>	64
Figura 3: Corteza de la madera.....	66
Figura 4: Sección transversal.....	66
Figura 5: Ramas de árbol adulto.....	66
Figura 6: Hoja bicompuesta.....	67
Figura 7: Floración.....	68
Figura 8: Desarrollo de la flor.....	68
Figura 9: Flor.....	68
Figura 10: Desarrollo de la inflorescencia.....	68
Figura 11: Estados de maduración de frutos, dehiscencia y semillas.....	69

ÍNDICE DE ANEXOS

Pági

Anexo 1: Croquis del área de almaciguera.....	79
Anexo 2: Promedios de los parámetros evaluados.....	80
Anexo 3: Seguimiento del desarrollo en altura de plántulas de <i>P. lophanta</i>	81
Anexo 4: Promedios de diámetros del tallo.....	83
Anexo 5: Promedios para el número de las hojas.....	83
Anexo 6: Proceso de implementación y seguimiento en campo.....	84
Figura 1: Almaciguera.....	84
Figura 2: Sustratos de la almaciguera.....	84
Figura 3: Germinación.....	84
Figura 4: Germinación epigea.....	84
Figura 5: Desarrollote del embrión.....	84
Figura 6: Desarrollo de la hoja.....	84
Figura 7: Germinación de T4, T5 y T6 a los 15 días.....	85
Figura 8: Inicio de la emergencia a los 20 días.....	85
Figura 9: Primera hoja.....	85
Figura 10: Hoja.....	85
Figura 11: Emergencia de los T4, T5 y T6.....	85
Figura 12: Emergencia a los 30 días.....	85
Figura 13: Diferencias en tratamientos pre-germinativos de a1 con a2.....	86
Figura 14: Emergencia de los T1, T2 y T3.....	86
Figura 15: Plántulas con alturas de 5 cm.....	86
Figura 16: Plantines con dos hojas.....	86
Figura17: Plántulas con alturas de 15 a 25 cm.....	86
Figura 18: Desarrollo de la raíz.....	86
Figura 19: Altura de plántulas a los 120 días.....	87
Figura 20: Semilleros instalados en el nivel del suelo.....	87
Figura 21: Plántulas con altura de 25 cm para los T4, T5 y T6 a los 120 días...	87
Figura 22: Plántulas almacigadas en el suelo, de alturas de 58 cm.....	87

ACRÓNIMOS

%	Porcentaje
*	Significativo
**	Altamente significativo
ANOVA	Análisis of variante
CV	Coefficiente de variación
CM	Cuadrado medio
CATIE	Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza
Cm	centímetros
DAP	Diámetro a la altura de pecho
FV	Fuentes de variación
Fcal.	F calculado
GL	Grados de libertad
g	gramos
ha	hectárea
ISTA	Internacional Seed Testing Association
INA-OIMIT	Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria y Organización Internacional de Maderas Tropicales.
mm	milímetro (s)
m²	metros cuadrados
msnm	metros sobre el nivel del mar
NS	No significativo
Kg	kilogramo
Pr> F	Probabilidad de F
PEB	Peso Específico Básico
SC	Suma de cuadrados
UI	Unidad de inflorescencia

RESUMEN

El objetivo del presente trabajo es “Evaluar el efecto de tres tratamientos pre-germinativos en tres tipos de sustratos en la germinación de semillas de *Paraserianthes lophanta*, en el Centro Experimental de Cota Cota de la Universidad Mayor de San Andrés”. Los tratamientos pre-germinativos en semillas fueron: remojo en agua fría durante 72 horas, sumersión en agua hirviendo durante 1 minuto y sin ningún tipo de tratamiento pre-germinativo. Diferentes sustratos en proporciones de: 1 parte de tierra del lugar, 3 partes de turba y 1 parte de arena; 2 partes de tierra del lugar, 3 partes de turba y 2 partes de arena y el ultimo sustrato presenta solo tierra del lugar. Por otro lado, se evaluaron aspectos como: calidad de la semilla (pureza física, número de semillas por kilogramo, viabilidad y porcentaje de germinación).

La pureza de semilla alcanzo a un 95,27 % con un total de 11 931,00 semillas por kilogramo y una viabilidad del 99.75 %. El porcentaje de germinación en laboratorio mostró diferencias significativas entre tratamientos pre-germinativos, donde la sumersión en agua hirviendo durante un minuto presentó mayor porcentaje que el remojo en agua fría durante 72 horas y sin tratamiento pre-germinativo. Resultado similar se obtuvo en almacigueras. La altura y diámetro de plántulas alcanzada a los 90 días, fue mayor en el tratamiento sumersión en agua hirviendo durante un minuto, seguido de remojo en agua fría durante 72 horas y sin ningún tratamiento pre-germinativo. Resultado similar se obtuvo para las variables longitud de la raíz, distancia de raicillas y número de hojas, siendo estas diferencias significativas. En la emergencia, el tratamiento sumersión en agua hirviendo alcanzo el 100% a los 120 días, en cambio en los dos tratamientos restantes no supero el 20%. Los diferentes sustratos aplicados, no influyeron en el proceso de la emergencia de forma diferenciada.

Por tanto el tratamiento pre-germinativo “sumersión en agua hirviendo durante un minuto”, presento mayor éxito en todos los parámetros evaluados durante el presente trabajo. Este aspecto, puede ser utilizado para actividades como uso de la especie *P. lophanta* en el Manejo Integrado de Cuencas (MIC); protección de lechos de ríos, cercos vivos, recuperación de suelos, sistemas agroforestales y otros.

1. INTRODUCCIÓN.

A nivel mundial uno de los eminentes problemas es la continua reducción de espacios boscosos por diversas causas, entre ellas; explotación maderera desmedida, ampliación de la frontera agrícola, incendios descontrolados y otros que en su mayoría se deben a la intervención humana. Desde el punto de vista económico, es mucho más fácil aprovechar los árboles de mayor valor comercial de la manera más rápida posible, sin considerar el daño al bosque residual o las repercusiones para el futuro crecimiento y la regeneración de los árboles no aprovechados. Como consecuencia de esta acrecentada problemática, en nuestro país se ven afectadas los diferentes espacios boscosos y contrariamente se realizan escasas medidas destinadas a la recuperación de espacios intervenidos (Fredericksen *et al.* 2001).

Se estima que en nuestro planeta existe unas 250.000 – 300.000 especies de plantas vasculares, además de briófitas y líquenes. De todas estas especies, aproximadamente unas 20 000 crecen en Bolivia. Dentro de estas, se considera a las familias con mayor número de especies son: *Compositae* y *Gramineae* en el alto andino; *Leguminosae*, *Lauraceae*, *Annonaceae*, *Rubiaceae*, *Moraceae*, y *Bignoniaceae*, en las tierras bajas, predominando en bosques de pie de monte y en la llanura aluvial (VMABCC-BIOVERSITY, 2009).

En Bolivia, los cambios de uso del suelo y el aprovechamiento irracional de los recursos naturales están afectando negativamente los bosques, provocando la deforestación anual de aproximadamente 150 mil hectáreas (Pacheco, 1998), citado por (Mostacedo & Fredericksen, 2001). Si bien esta tasa es baja en relación a otros países de igual manera, la tala selectiva, ha puesto en riesgo la desaparición de algunas especies forestales como la mara (*Swietenia macrophylla*), el roble (*Amburana cearensis*) y el cedro (*Cedrela spp.*).

Por otro lado, la construcción de caminos con fines forestales, de explotación mineral y de colonización es una amenaza constante a la integridad de los bosques, ya que incrementan las posibilidades de deforestación por la expansión agrícola-pecuaria y el mayor riesgo de incendio forestal (Mostacedo & Fredericksen, 2001).

Asimismo, en nuestro país gran parte de los bosques están siendo degradados y fragmentados, debido a una débil legislación de manejo de los bosques, siendo la explotación forestal con fines comerciales y la habilitación de terrenos para la agricultura ha ocasionado la destrucción de gran parte de las áreas boscosas y puesto en peligro a la flora y fauna que habitan estos espacios (Ibisch & Mérida, 2003).

Hoy en día, con la ley forestal la ley INRA y con la ayuda de clasificación de áreas según el plan de uso de suelo, se pretende aprovechar el bosque o realizar cambios de uso de suelo de acuerdo a planes de manejo forestal y planes de ordenamiento predial. Existen normas que en una primera fase, tratan de regular tanto el aprovechamiento forestal, como el aprovechamiento integrado de los bosques de Bolivia, sin embargo, las normas tienden a cambiar para estar acorde a los procesos naturales del bosque y al tipo de aprovechamiento realizado sobre la base de la información existente y las investigaciones realizadas (MDSMA 1997), citado por (Mostacedo & Fredericksen, 2001).

La flora de Bolivia se caracteriza cuenta con especies exclusivas a nivel de familias, tales como: las leguminosas que se encuentran en todo el mundo y juegan un papel muy importante en la agricultura y en la fertilización de los suelos. Las plantas forrajeras *Albizia lebbek*, *Albizia samar*, *Cassia grandis*, *Erythina indica*, *Leucaena leucocephala*, *Prosopis juliflora*. Han tomado auge dentro los sistemas de producción, especialmente las arbustivas, debido a su gran diversidad, control de erosión, reforestación, producción de madera y derivados, como árbol de sombra, fertilización orgánica, y cultivo de cobertura, tienen gran habilidad para fijar nitrógeno del aire, su capacidad de adaptación le permite desarrollarse desde el nivel del mar, en zonas de precipitaciones de 760 mm, y también se adapta a suelos arcillosos, pesados y salinos (Sánchez & Ramírez, 2006).

Ruiz & Febles, (1989) citado por Sánchez & Ramírez, (2006) indica que la latencia de las leguminosas es progresiva por lo cual se puede usar varios métodos de escarificación que ablanden o rompan las capas externas de las semillas, a fin de lograr mayor porcentaje de germinación.

Investigaciones previas recomiendan diversos tratamientos para el reblandecimiento de las semillas, entre ellos el uso del agua a diferentes temperaturas. El tratamiento de imbibición de las semillas es un método sencillo, práctico y económico, que puede ser utilizado para incrementar el porcentaje de germinación en diferentes especies (Razz & Clavero, 1996) citado por (Sánchez & Ramírez, 2006).

Por otra parte Aparicio *et al.* (1990), indican que un sustrato adecuado sería aquel que garantice altos porcentajes en la producción de plantas, y a la vez, presenten menos pérdidas de estas por factores adversos durante el proceso germinativo. Así mismo la influencia de los sustratos sobre la germinación de las semillas en las especies forestales ha tenido una atención especial por parte de los viveristas.

En espacios de Cota Cota, se han implementan diferentes especies forestales entre arbustivas y arbóreas, que han contribuido en el manejo integrado de la cuenca; forestación de lechos de río y laderas. Parte de esta vegetación introducida, lo es el género *Paraserianthes*, adaptándose a estas áreas.

El presente trabajo de investigación, pretende contribuir al estudio de mecanismos para acelerar y elevar el porcentaje de germinación en semillas, mediante la aplicación de tratamientos pre-germinativos y sustratos, con el afán de identificar tratamientos posibles a recomendar para otros estudios y/o trabajos destinados al establecimiento de viveros con fines de reforestación o trabajos ornamentales.

1.1 Objetivos.

1.1.1. Objetivo general.

Evaluar el efecto de tres tratamientos pre-germinativos en tres tipos de sustratos en la germinación de semillas de *Paraserianthes lophanta*, en el Centro Experimental de Cota Cota de la Universidad Mayor de San Andrés.

1.1.2. Objetivos específicos.

- Determinar las características de calidad de las semillas de *P. lophanta*, en base a características físicas de la semilla.
- Analizar el efecto de diferentes de tratamientos pre-germinativos y diferentes tipos de sustrato en la germinación de las semillas de *P. lophanta*.
- Estudiar la emergencia de Plántulas de *P. lophanta*, en almacigueras para diferentes días de tiempo.
- Determinar las características dendrológicas de la especie *P. lophanta*.
- Identificar los usos actuales de la especie *P. lophanta*.

1.2 Hipótesis.

Ho: No existen diferencias en la germinación con la aplicación de tres diferentes tratamientos pre-germinativos en semillas de *P. lophanta*.

Ho: Los sustratos no influyen en el porcentaje de germinación ni en el desarrollo de la especie de *P. lophanta*.

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.

2.1. Descripción botánica.

Hurrell & Lahitte (2002), señalan que el genero *P. lophanta*, corresponde a la tribu ingeae, la que agrupa a cerca de 86 especies de las regiones tropicales y subtropicales, áridas o semiáridas próximos al genero acacia. Tienen en común sus flores actinomorfas, bisexuales y pequeñas con hojas generalmente bipinadas y estambres numerosos, a diferencia de la acacia que posee estambres libres, mientras que *P. lophanta* los tiene soldados en la base.

Estos mismos autores indican, que esta especie es nativa del oeste de Australia cuyos árboles son semiperennifolios que miden entre 7 a 8 m de altura, troncos cortos, corteza castaño, hojas alternas, paribipinnadas y pecioladas que mide aproximadamente 25 cm de largo, con pinas de 7 a 14 pares, opuestas con una glándula alargada y gruesa en el medio del pecíolo, presenta foliolos de 24 a 38 opuestos, seciles, aproximados, elípticos de 6,5 a 12 mm de largo por 1,3 a 3 mm de ancho, con flores pequeñas en cimas densas, cilíndricas, axilares y pedunculados, con numerosos estambres, de 1 a 2 cm de largo, de color amarillo claro, dispuestas en plumerillo, legumbres lineares, aplanados de 5 a 11 cm de largo por 1,5 a 2,4 cm de ancho, de color castaño rojizo con semillas negras y brillantes.

Schrire *et al.* (2005), indican que la especie *P. lophanta* ha sido descrito por, I. N. Nielsen (1983 - 1984), comprende unas 150 especies que predominan en el pantrópico, es originario de Asia y Australia, que alcanza una altura de 5 m, generalmente cultivada como ornamental ya que es una planta perenne siempre verde que produce gran cantidad de semilla.

Por su parte, Dimitri (1978), indica que la *Albizia lophanta* es un arbusto o arbolito que alcanza una altura de 4 m, con hojas hasta 25 cm de longitud, con 9 a 14 pares de pinas, y una gruesa glándula alargada en medio del pecíolo, foliolo linear y elíptico de aproximadamente 1 cm, partes jóvenes seríceo-pubescentes luego subglabras, estambres sobresalientes en plumerillo, de 1,5 cm de longitud con vainas de 5 a 11 cm.

La principal forma de propagación de las leguminosas es por semilla o sexual; sin embargo muchas semillas viables son incapaces de germinar inmediatamente después de madurar, aunque se les coloque en condiciones favorables (Sanabria *et al.* 2004).

2.1.1. Clasificación taxonómica y nomenclatura.

Según Dimitri (1978), y el Herbario Nacional de Bolivia (2010). El género *Paraserianthes* esta clasificado de acuerdo al cuadro 1.

Cuadro 1: Taxonomía de la especie *Paraserianthes lophanta*.

División:	Magnoliophyta
Clase:	Magnoliopsida
Subclase:	Rosidae
Orden:	Fabales
Familia:	Leguminosas
Subfamilia:	Mimosaceae
Tribu	Ingeae
Genero:	Paraserianthes
Especie:	<i>Paraserianthes lophanta</i> (Willd.)
Nombre común o vulgar:	Albizia lophanta Willd, Mimosa lophanta, aromillo etc.

Fuente: Elaborado con base en Dimitri (1978) y Herbario Nacional de Bolivia (2010).

2.2. Obtención de semillas.

2.2.1. Selección para árboles semilleros.

Es importante tener conocimientos básicos sobre la descripción y caracterización del material forestal de reproducción, en particular de semillas de especies forestales. El análisis de las semillas y los tratamientos pre-germinativos necesarios, representan una de las limitaciones fundamentales para la mayor parte de los viveristas (Junta de Andalucía, Consejería de Medio Ambiente, 2004).

2.2.2. Características de un árbol semillero.

Asimismo, según esta fuente, para obtener plantas de calidad es necesario considerar los siguientes aspectos: contar con un material de producción de partida de calidad genética contrastada y un proceso productivo de calidad en todas sus etapas. El uno sin el otro puede hacer perder los recursos y expectativas creadas en muchos trabajos de repoblación forestal.

Fredericksen *et al.* (2001) & Zalles (1998) indican, antes de la recolección se debe seleccionar los árboles semilleros lo cual es importante para la producción de plántulas de excelente calidad. Se toman en cuenta aspectos como árboles que presenten un buen fenotipo. Los cuales presentan los siguientes caracteres: Árboles no bifurcados, fustes rectos y limpios de ramas, copas bien desarrolladas con el fuste continuo, árboles sanos y vigorosos, con una edad media, poseer una alta viabilidad y una posición dominante, pero al mismo tiempo deben ser fácilmente accesibles durante todo el año. Los árboles madres que presentan estas características son denominados dominantes y codominantes.

2.2.3. Colecta de semilla.

Según la FAO (1991), es necesario planificar para disponer de equipos de recolectores capacitados, en el lugar adecuado y en el momento adecuado. Las especies que producen semilla madura en cantidades suficientes en todas las épocas, apenas presentan problemas al recolector, pero esas especies son pocas. Algunas especies producen semilla a lo largo de todo el año, en poca cantidad cada vez, y ello hace que la recolección de las semillas sea lenta y costosa.

Estos mismos autores indican, que la mayoría de las especies forestales su fructificación se concentra en unas pocas semanas, es entonces donde se debe recoger la mayor cantidad de semilla posible en el breve plazo, en el que las semillas están ya maduras pero los frutos aún no se han caído o abierto.

2.2.4. Secado y extracción de la semilla.

Zalles (1988), indica que dependiendo del tipo de fruto se puede elegir el método conveniente del secado, el mismo que puede ser:

Para frutos carnosos, se debe separar la semilla de la pulpa, para ello es necesario remojar los frutos en agua, limpiar y secar al aire libre para posteriormente almacenarla.

Para frutos secos, es suficiente extenderlos en un lugar sombreado con circulación de aire antes de su almacenamiento.

2.2.5. Almacenamiento de semillas.

Baudet (2003), menciona que durante el almacenamiento los factores que más afectan la calidad fisiológica de las semillas, están la humedad y temperatura, siendo la primera más importante. Las semillas son almacenadas después de cosechadas de cuatro maneras: a granel, en sacos o bolsas bajo condiciones ambientales, en sacos o bolsas bajo condiciones controladas de temperatura, humedad ambiental y en embases herméticamente sellados.

2.3. Calidad física de la semilla.

Zalles (1988), señala que es necesario realizar ensayos para obtener datos sobre su calidad. Estos datos facilitan, posteriormente, los cálculos para realizar la siembra, elegir los tratamientos pre-germinativos y determinar el tipo de almacenamiento que se les dará.

2.3.1. Viabilidad de la semilla.

Goitia (2003), indica que la viabilidad es la capacidad potencial que posee las semillas para germinar. Esta capacidad depende, por un lado, del estado de madurez de la semilla y por otro, de su calidad, que significa tamaño, color contenido de humedad, etc.

Este mismo autor indica, que las especies dependiendo de los factores de mantenimiento. Se puede indicar la siguiente clasificación:

- Microbóticas. Cuando su viabilidad alcanza más de 3 años, en condiciones óptimas.
- Mesobióticas. Viabilidad entre 3 y 15 años, están mayoría de las especies se forestales.
- Macrobiótica. Viabilidad de 15 a 100 años.

2.3.2. Semillas viables por kilogramos.

ISTA (1976), menciona que el número de semillas viables por kilogramo es un registro de mucha utilidad. En la cual se emplea semillas puras del análisis de pureza, y se peso las 100 ó 1000 semillas. También se puede pesar directamente las 100 ó 1000 semillas con 8 repeticiones.

2.3.3. Contenido de humedad.

Según la FAO (1991), el contenido de humedad, en las semillas es probablemente el más importante de los factores que determinan la longevidad de las semillas. Reduciendo el contenido de humedad se reduce la respiración, con ello se desacelera el envejecimiento de las semillas y se prolonga su viabilidad. (Harrington *et al.* 1959), citado por la (FAO 1991). La utilidad relacionada al contenido de humedad con varios procesos que tienen lugar dentro de la semilla y en torno a ella, se presenta en el cuadro 2.

Al respecto Baudet (2003), indica que el contenido de humedad es el factor más importante y el que más afecta a la conservación de las semillas. Un alto contenido de humedad mayor al 13%, no es deseable para almacenar las semillas, un 12% puede ser lo máximo permitido, dependiendo de la especie y las condiciones climáticas en la que se almacena.

Cuadro 2: Contenido de humedad de la semilla (%).

Descripción	Porcentaje	Características
Más de	45 – 60%	Empieza la germinación
Más de	18 – 20%	La semilla puede calentarse (debido a una tasa rápida de respiración y liberación de energía)
Más de	12 – 14%	Posible desarrollo de hongos
Menos de	8 – 9%	Importante reducción de la actividad de insectos
	4 – 8%	Almacenamiento sin peligro en condiciones herméticas

Fuente: Elaborado por la FAO, (1991).

ISTA (1976), menciona que el procedimiento que se requiere para determinar el contenido de humedad, es el uso de un horno, tomando dos muestras de 5 gramos cada uno a una temperatura de 103 °C por 17 horas.

2.3.4. Pureza física.

Según ISTA (1976), define semilla pura, como aquella que pertenece a cada especie que se trate, la misma debe ser madura, de tamaño normal, sin daño alguno, libre de materia inerte y las alas que presenten algunas semillas se retiran, la cual se considera como materia inerte.

Para Aleman (2005), Indica que la pureza de semillas se realiza limpiando la materia inerte como ser: palos, hojas, terrones, semillas partidas entre otros, posteriormente se determina el porcentaje de semillas puras.

Del componente de semilla pura que se obtiene en el análisis de pureza puede tomarse una submuestra para el ensayo de germinación, así como para determinar el peso de la semilla. Como el ensayo de germinación se basa en semilla pura, se advierte enseguida que el análisis de pureza y el ensayo de germinación se complementan entre sí. No se puede determinar el potencial productivo de un lote de semilla si no se tienen en cuenta a la vez el análisis de pureza y los ensayos de germinación (Turnbull, 1975d) citado por la (FAO, 1991).

2.3.5. Porcentaje de germinación.

Para Goitia (2003), el porcentaje de germinación se evalúa con el número de semillas germinadas y registrándose también la técnica de ensayo. Para semillas grandes tales como la *P. lophanta* se emplea 20 a 25 semillas, con cuatro repeticiones. Lo más conveniente es tomar cuatro muestras de 100 semillas cada una.

Según ISTA (1976), la capacidad germinativa es el ensayo más importante, implica directamente al valor del lote, se requiere 400 semillas, las cuales se dividen en cuatro replicas de 100 semillas cada uno, se colocan a un cuarto germinador con un sistema automático que controla la luz y temperatura, con una temperatura promedio de 20 a 30 °C y 12 horas de luz y 12 horas sin luz. Los substratos sobre el cual germinan las semillas no deben ser tóxico a las plantas, y debe estar libre de hongos.

2.4. Tratamientos pre-germinativos.

Estos tratamientos tienen la finalidad de interrumpir la latencia y aceleran la germinación, sin embargo las semillas de muchas especies arbóreas germinan enseguida cuando se las somete a condiciones de humedad y temperatura favorables FAO (1991). Al respecto, Zalles (1988) afirma que la mayoría de las semillas de especies forestales tardan en germinar, pero en otras especies no germinan si no se aplica un pre-tratamiento y otras germinan sin necesidad de tratamientos pre-germinativos, por lo cual es necesario conocer los períodos de latencia o dormancia en las diferentes semillas.

2.4.1. Dormancia o latencia.

Navarro (2002), define latencia como un estado fisiológico en el cual las semillas no germinan, aun en presencia de condiciones que normalmente favorecen al proceso germinativo. Por tanto, la dormancia es una característica cuantitativa controlada por factores nucleares, algunas veces maternas dependientes de la especie y el genotipo; además los factores ambientales pueden tener efectos significativos en la expresión fenotípica de la germinación y se conoce que estos interactúan con el genotipo.

2.4.1.1. Tipos de latencia.

Según la FAO (1991), las semillas presentan varios tipos de latencia, y a veces la misma semilla presenta más de un tipo. La clasificación más sencilla distingue entre: latencia exógena o del pericarpio/cubierta seminal, latencia endógena o del embrión y latencia combinada, en la que la latencia afecta al mismo tiempo a la cubierta seminal y al embrión.

Por otra parte Navarro (2002), indica, que la dormancia es un estado de incapacidad para germinar causado por: dureza de la corteza seminal y procesos de inactividad resistentes dentro del propio embrión. Diversos autores han propuesto diferentes clasificaciones de tipo de dormancia, estas se pueden apreciar en el cuadro 3.

Cuadro 3: Clasificación de los tipos de dormancia según diferentes autores.

Autor	Tipos de dormancia	Definición
Harper (1977)	D. innata D. forzada D. inducida o secundaria	Semillas recién dispersadas son incapaces de germinar en condiciones ambientales favorables Semillas incapaces de germinar por condiciones ambientales desfavorables. Semillas que en el momento de dispersión no presentan D. innata, pero por dormancia forzada desarrollan algún tipo de dormancia.
Nikolaeva (1982)	D. orgánica D. inducida	Cuando por razones inherentes a su desarrollo morfológico, la composición y estructura de sus cubiertas, existencia de mecanismos fisiológicos, o la combinación de estos factores; la germinación no ocurre a pesar de que las condiciones físicas del medio sean óptimas. Los demás coinciden con el primer autor Harper (1977).
Bawley y Black (1944).	D. primaria D. secundaria o inducida	Semillas recién dispersadas se encuentra en dormancia. Semillas que se encuentran en condiciones desfavorables para germinar. Este último indica lo mismo que el primer autor Harper (1977).

Fuente: Modificado de Navarro, (2010).

Este mismo autor indica, que la dormancia física es la forma más común de la especies arbóreas del trópico seco, esta ocurre frecuentemente en las especies adaptadas a estaciones secas y húmedas, incluyendo diversos géneros de la familia *Leguminosae*. La cubierta seminal de estas especies son duras y cutinizadas e impiden completamente la imbibición de agua y a veces el intercambio de gases, sin estos dos últimos procesos la renovación de crecimiento de embrión y la germinación son imposibles.

2.4.2. Escarificación mecánica.

Para Zalles (1988), La escarificación mecánica generalmente se realiza con lija, con la cual se lijan las semillas hasta que pierdan el brillo natural y su aspecto quede completamente poroso. Para grandes cantidades de semillas existen escarificadores caseros y escarificadores eléctricos que llevan papel lija por dentro.

Uno de los métodos físicos más sencillos y directos consiste en cortar, perforar o abrir un pequeño orificio en la cubierta de cada semilla antes de sembrarla, este método ha dado buenos resultados con semillas grandes de leguminosas (Goor y Barney, 1976) citado por la (FAO, 1991).

2.4.3. Escarificación química.

Para Navarro (2002), el ácido sulfúrico concentrado (H_2SO_4), es el más utilizado para los pre-tratamientos causando combustión húmeda en la corteza seminal, el cual es efectivo en la mayoría de las Leguminosas y no leguminosas, sin embargo no es aplicable en semillas que fácilmente se convierten en permeables, debido a que el ácido penetra y daña el embrión.

Según Zalles (1988), menciona que se puede trabajar con ácido sulfúrico al 75 o 95 % de concentración, ácido clorhídrico al 34 %, y ácido nítrico. Una vez sumergido las semillas en ácido por un tiempo determinado los cuales pueden variar de acuerdo a la especie, se debe sacar las semillas y lavarlas con abundante agua.

2.4.4. Estratificación.

Para Goitia (2003), es el almacenamiento de semillas o estacas, por capas, con la finalidad de ayudar a su maduración, este pre-tratamiento se puede realizar a campo abierto, en refrigerador o en cámaras temperadas bajo condiciones controladas, el tiempo de estratificación varía según la especie.

2.4.5. Remojo en agua fría.

Araoz *et al.* (2006), indica que este tratamiento es económico y sencillo, se coloca las semillas en un recipiente con bastante agua, durante 8 días, con renovación periódica del agua para evitar problemas de fermentación.

Sin embargo el tratamiento con agua fría, no es un método óptimo para la mayoría de las especies del genero *Albizia*, esto dependiendo el tiempo de sumergimiento de las semillas, alcanzando un porcentaje de germinación entre 36 – 45 % (González & Navarro, 2001).

Por otra parte en la India, el tratamiento pre-germinativo remojo en agua fría durante períodos que van de 2 a 48 horas según la especie, acelera la germinación en: *Acacia mearnsii*, *A. melanoxylon*, *A. nilotica subsp. kraussiana*, *Adenantha microsperma*, *Albizia amara*, y *Trewia nudiflora* (Pattanath, 1982) citado por la (FAO, 1991).

2.4.6. Remojo en agua caliente.

Zalles (1988), señala que el procedimiento es muy sencillo, el mismo que consiste en sumergir las semillas en agua muy caliente y dejando que las semillas se enfríen en el agua caliente, para posteriormente colocar al sustrato.

Estudios realizados por Navarro (2002), indica que el tratamiento con agua caliente, elimina la dormancia física en las Leguminosas mediante el incremento de la presión, lo cual causa la ruptura de la capa macrosclereide, o a través de la afectación del tapón strophliolar. Este tratamiento pre-germinativo incrementa su velocidad de germinación y desarrollo de las plántulas.

Por otra parte Sánchez & Ramírez (2006) indican, que el tratamiento pre-germinativ con agua caliente en especies de leguminosas, dio resultados: con 91.5 % de porcentaje de germinación, diferenciándose de manera significativa de los demás tratamientos pre-germinativos.

2.4.7. Sumersión en agua hirviendo.

El tratamiento con agua hervida ha dado buenos resultados en varias semillas de las leguminosas, por lo general se colocan las semillas en agua hirviendo, que se retira inmediatamente de la fuente de calor y se deja enfriar poco a poco; las semillas están en el agua unas 12 horas, y por imbibición, las semillas se van hinchando a medida que se enfría el agua (FAO, 1991).

Las instrucciones sobre el tratamiento de las semillas con agua hervida para eliminar la latencia de la cubierta deben observarse meticulosamente, pues de lo contrario las semillas pueden morir debido a un calentamiento excesivo (Kemp, 1975c) citado por la (FAO 1991).

En general, los tratamientos con agua hervida han sido los más favorables, resultados muy efectivos, fáciles de aplicar y seguros en la germinación de la mayoría de las semillas forestales (Clavero1998) citado por (Sánchez & Ramírez, 2006).

2.5. Germinación y emergencia de plántulas.

Navarro (2002), menciona que la germinación y la emergencia son dos procesos diferentes, durante la fase inicial de germinación de las semillas, esta se nutre solamente de sus reservas, por tanto el sustrato no requiere nutrientes, pero se debe distribuir bien la húmeda, facilitar aireación y por lo general con pH neutro. La germinación comienza por la captación de agua por la semilla y finaliza con la elongación de los ejes embrionarios y la penetración de la radícula por las estructuras que rodean al embrión.

La emergencia de plántulas es probablemente, el evento fisiológico que influye en el éxito de una plantación, la emergencia representa el momento en el cual una planta se hace independiente de las reservas seminales no renovables, originalmente producido por sus progenitores y cuando el autotrofismo fotosintético comienza (Forecella *et al.* 2000) citado por (Navarro, 2002).

2.5.1. Condiciones ambientales durante la germinación y emergencia.

Los factores ambientales tales como la disponibilidad de agua, temperatura, luz, oxígeno y dióxido de carbono entre otros, influyen tanto sobre el porcentaje como sobre la velocidad de germinación de las semillas siendo muchos de ellos mas o menos específicos para cada especie. De los factores mencionados la humedad y la temperatura son los mas determinantes del proceso germinativo (Bewley & Black, 1986) citado por (Araoz *et al.* 2004).

2.6. Sustratos.

El sustrato sirve como soporte y anclaje de la planta, al mismo tiempo de suministrar al igual que el suelo mineral, las cantidades adecuadas de aire, agua y nutrientes minerales. De no existir estos componentes, el crecimiento de la planta puede verse afectado y originar dificultades a nivel del crecimiento y desarrollo (LEXUS, 2007).

Lamprecht (1990), indica que la especie *P. lophanta*, no tiene altos requerimientos en cuanto a la fertilidad del suelo, sin embargo no coloniza suelos con agua estancada o inundados. La existencia de bacterias nodulares le permite fijar el nitrógeno del aire, por lo que es considerada como especie mejoradora de los suelos.

2.6.1. Tipos de sustratos

Los sustratos pueden dividirse en orgánicos e inorgánicos, el primero esta constituido por turba o por algún tipo de resto vegetal, y el segundo por materiales inertes y suelen ser el producto o subproducto de la industria. Por lo general se realizan mezclas conjuntas entre ambos (LEXUS, 2007).

Goitia (2003), indica que las mezclas para producción en viveros, varían en función de las especies y de las disponibilidad, y por lo general se emplea la siguiente relación; 3 partes de tierra vegetal, 2 partes de tierra del lugar y una parte de limo.

Por su parte Fernández (2005), menciona que entre los sustratos más utilizados para la producción de platinos es la turba. Sus características físicas, químicas y biológicas permiten una excelente germinación y crecimiento de las plántulas, pero su costo es elevado y la explotación no sostenible.

2.6.2. Desinfección de sustratos

La desinfección de sustrato es una media destinada a prevenir el ataque de organismos patógenos en las plántulas. En este sentido, existen diferentes posibilidades: a través de vapor, con agua caliente, mediante recalentamiento y finalmente a base de productos químicos (Zalles, 1988).

2.7. Dendrología.

Para Goitia (2003), la dendrología estudia la identificación y clasificación de los árboles, actualmente la dendrología es denominada como botánica forestal, se relaciona de igual manera con la botánica sistemática. Tiene como objetivos:

- Proporcionar la nomenclatura de los árboles. (Nombres científicos vulgares)
- Proporcionar la clasificación de los árboles. (Familias, géneros y taxas).
- Identificar los árboles, utilizando diferentes mecanismos. (Manuales, claves, herbarios, floras boletines, etc.).

Por su parte Clavijo (1999) define la dendrología como un estudio de identificación y clasificación, las mismas se basan en las características externas del árbol, los cuales son: forma y disposición de las hojas, flores y frutos; tipos de corteza y sustancias que segregan tales como látex, resinas y otros.

2.7.1. Árbol.

Árbol considerado singular cuando destaca del resto de los ejemplares de su misma especie, bien sea por adoptar una forma poco habitual, poseer dimensiones excepcionales, adquirir un alto valor paisajístico. A nivel botánico se define como una planta superior, perenne, leñoso de 2.5 o más de altura, en el que se distinguen la raíz, el tronco y la copa (Junta de Andalucía, Conserjería de Medio Ambiente, 2004).

2.7.2. Tronco o fuste.

Para INIA-OIMT. (1996), Parte aérea de las plantas de naturaleza xilemática y leñosa, que sostiene a las ramas, hojas, flores y frutos. Presenta diferentes formas que son:

- Tronco cilíndrico. Cuya sección transversal es cilíndrica.
- Tronco acanalado. Presenta canales longitudinales que afecta la corteza y madera.
- Tronco irregular. Es aquel que no tiene el tronco recto y la línea generatriz rota en forma irregular.

2.7.2.1. Copa.

Este mismo autor menciona que la copa es un conjunto formado por ramas, ramitas y el conjunto de hojas llamado follaje del árbol, la copa se clasifica en:

- Copa globosa. Presente forma esférica.
- Copa aparasolada. Con forma de sombrilla.
- Copa irregular. Forma irregular
- Copa rala o estratificada. Presenta en forma de pisos.

2.7.2.2. Corteza.

Para este mismo autor, la corteza es la capa exterior del tronco, conformado por la capa externa llamado ritidoma y la capa interna compuesta por tejidos vivos llamado floema. El cambium es el tejido a partir del cual se origina la corteza hacia fuera, y la madera hacia adentro.

2.7.2.3. Características organolépticas de la madera.

Para INIA-OIMT (1996), considera a todos aquellos que se pueden percibir por los órganos del sentido, los cuales son:

- **Color.** Considera el color del tronco recién cortado y cuando la madera esta en condiciones secas. Con ayuda de la tabla Munsell de colores para suelos, se describe el color diferenciado de la copa externa (albura) de la capa interna (duramen).
- **Olor.** Es producido por efluvios de ciertas sustancias químicas, tales como resinas, aceites y gomas, que se encuentran infiltrados en la madera, las cuales al volatilizarse emanan olores característicos. Se determina el olor cuando la madera esta seca humedeciéndola con agua.
- **Sabor.** Se identifica con el sentido, algunas sustancias están en las células de la madera las cuales ayudan al reconocimiento de ciertas especies
- **Lustre o brillo.** Es típico en algunas especies, producido por el reflejo que causan los elementos que conforman el radio cuando estos son expuestos a la luz.
- **Grano.** Esta se observa en la sección radial o tangencial, producido por la disposición que tienen los elementos xilémicos longitudinales (vasos, fibras, traqueadas, parénquima, etc.), con respecto al eje longitudinal del tronco. Puede ser: recto, oblicuo y ondulado.
- **Textura.** Dada por la distribución, proporción y tamaño relativo de los elementos leñosos (poros, parénquimas y fibras), tienen importancia en el acabado de la madera. Debe ser observada con la ayuda de una lupa de 10 aumentos en el sección transversal de la madera, generalmente palpable en las secciones longitudinales; puede ser de tres tipos: gruesa media y fina.
- **Dureza y peso.** Se determina por su resistencia a la penetración de otros objetos, Se puede tener maderas duras y blandas. El peso específico básico (P. E. B.) se expresa como el peso de la madera al 0 % de humedad entre su volumen en condición saturada.

Los rangos para el peso según la Internacional Association of Wood Anatomists (IAWA) citado por la (INIA-OIMT, 1996), son:

- P. E. B. Bajo (menor de 400 kg/m³)
- P. E. B. medio (400 a 750 kg/m³)
- P. E. B. alto (mayor a 750 kg/ m³)

2.7.2.4. Caracteres macroscópicos de la madera.

Según, INIA-OIMT (1996), indica que son características de la madera observables a simple vista con la ayuda de una lupa de 10 aumentos previamente humedecida la madera. Entre los elementos anatómicos estructurales útiles podemos mencionar;

- **Poros.** Pequeños agujeros presentes en el vaso o en la traqueida vascular, observables en la sección transversal de la madera. De acuerdo a las normas de la IAWA, estos pueden estar dispuestos en: poros solitarios y poros múltiples.
- **Anillos de crecimiento.** Capas concéntricas de crecimiento, formados por zonas con elementos vasculares más compactos que contrastan con zonas en donde los elementos vasculares son más amplios, se puede observar en la sección transversal de la madera.
- **Parénquima axial o tejido claro.** Tejido de color claro, de células cortas, pared delgada y tiene como función: almacenamiento, distribución y segregación de los carbohidratos así como la producción de ciertas sustancias orgánicas. Estas se dividen en: Parénquima apotraqueal, parénquima en bandas y parénquima paratraqueal.

2.7.2.5. Hoja.

Para INIA- OIMT. (1996), define como un órgano de mucha importancia para la planta, en las cuales presenta características cruciales para la identificación de las especies. Las hojas se agrupan en dos grupos de acuerdo al número de láminas que poseen con respecto a la yema axilar estas son: simples y compuestas.

2.7.2.6. Inflorescencia.

Taisma (2007), indica que en la literatura de las mimosoideas el término inflorescencia se refiere, generalmente a los complementos racimosos o capitados en que consiste el sistema floral. Esta definición concuerda con el concepto de unidad de inflorescencia (UI), es el nivel de agregación de las flores en estructuras discretas que se repiten para formar el total de las flores en las plantas. En muchas especies de la tribu Ingeae la UI es un racimo o una espiga, ocasionalmente larga y laxa, pero mas frecuentemente condensada, un corimbo umbeliforme cuando las flores son pediceladas o un capitulo hemisférico o sub-esferico, cuando son seciles.

2.7.2.7. Flor.

Órganos de gran importancia para el reconocimiento de cada especie, estas pueden hallarse solitarias en cada axila de las hojas o agruparse en un conjunto llamado inflorescencia. Sus partes son visibles en flores de mediano a gran tamaño, pero cuando son muy pequeñas se necesita cortarlas para ver los órganos con facilidad, las partes de una flor son: pétalos, sépalos, tálamo, estambres y pistilo (INIA-OIMT, 1996).

2.7.2.8. Fruto.

Estos mismos autores indican que la flor da origen al fruto. El ovario fecundado y desarrollado se convertirá en fruto; los óvulos fecundados y desarrollados se convertirán en semillas. La estructura y nomenclatura es compleja, algunas formas básicas de frutos son: fruto samara, drupa, baya, legumbre, capsula, pixidio y frutos compuestos,

2.7.2.9. Semilla.

Para Rodríguez (1985), la semilla es el órgano de reproducción de plantas. En las gimnospermas, las semillas se hallan al descubierto o están protegidos por diversas piezas accesorias; en cambio en las Angiospermas se encuentran encerradas en el fruto. Las semillas están constituidos de las siguientes partes: Cubierta, endospermo y embrión.

2.8. Usos de la especie como árbol multipropósito.

Para Hurrell & Lahitte (2002), el árbol es una especie ornamental, su madera es relativamente dura pero fácilmente trabajable para realizar adornos, también es valorada para el establecimiento de cortinas rompevientos y como árbol melífero gracias a la producción de néctar y polen, además su profundo sistema radicular la convierte en una buena opción para la conservación del suelo y control de erosión. Produce grandes cantidades de semilla, la corteza tiene taninos y la raíz saponina.

Por otro lado, Dimitri (1978), indica que es un arbolito elegante, apto para la dunicultura o para adorno en regiones expuestas, para protección del suelo en regiones templadas semiáridas de suelos arenosos. Se produce fácilmente por semillas y no es de larga vida.

Estudios realizados por Santana (2007), indica que las leguminosas en cultivos asociados contribuyen a reducir la erosión y el lavado de los suelos, incluso durante los meses de sequía, ya que algunas especies se mantienen siempre verde, lo cual impide el crecimiento de malezas, mejorando la porosidad del suelo, el contenido de humus y los niveles de nutrientes. Además se conoce que las leguminosas pueden aportar hasta 235 kg./ha de nitrógeno en cinco meses, lo cual es muy importante y mantiene la fertilidad del suelo.

3. LOCALIZACIÓN.

3.1. Ubicación geográfica.

El presente estudio se realizó en espacios pertenecientes a la Facultad de Agronomía de la Universidad Mayor de San Andrés (UMSA), en la zona de Cota Cota. Provincia Murillo del Departamento de La Paz.

García (1997), menciona que la zona de Cota Cota se encuentra localizada al sur de la ciudad de La Paz, a una distancia de 15 Km. del kilómetro 0; referencia en la Plaza Murillo. Estas áreas se encuentran en un rango altitudinal desde los 3.400 a 3.500 metros sobre el nivel del mar (msnm) y con parámetros de ubicación geográfica que son: Latitud 16 32' 00" Sur y Longitud 68 00' 00" Oeste (Fig. 1).

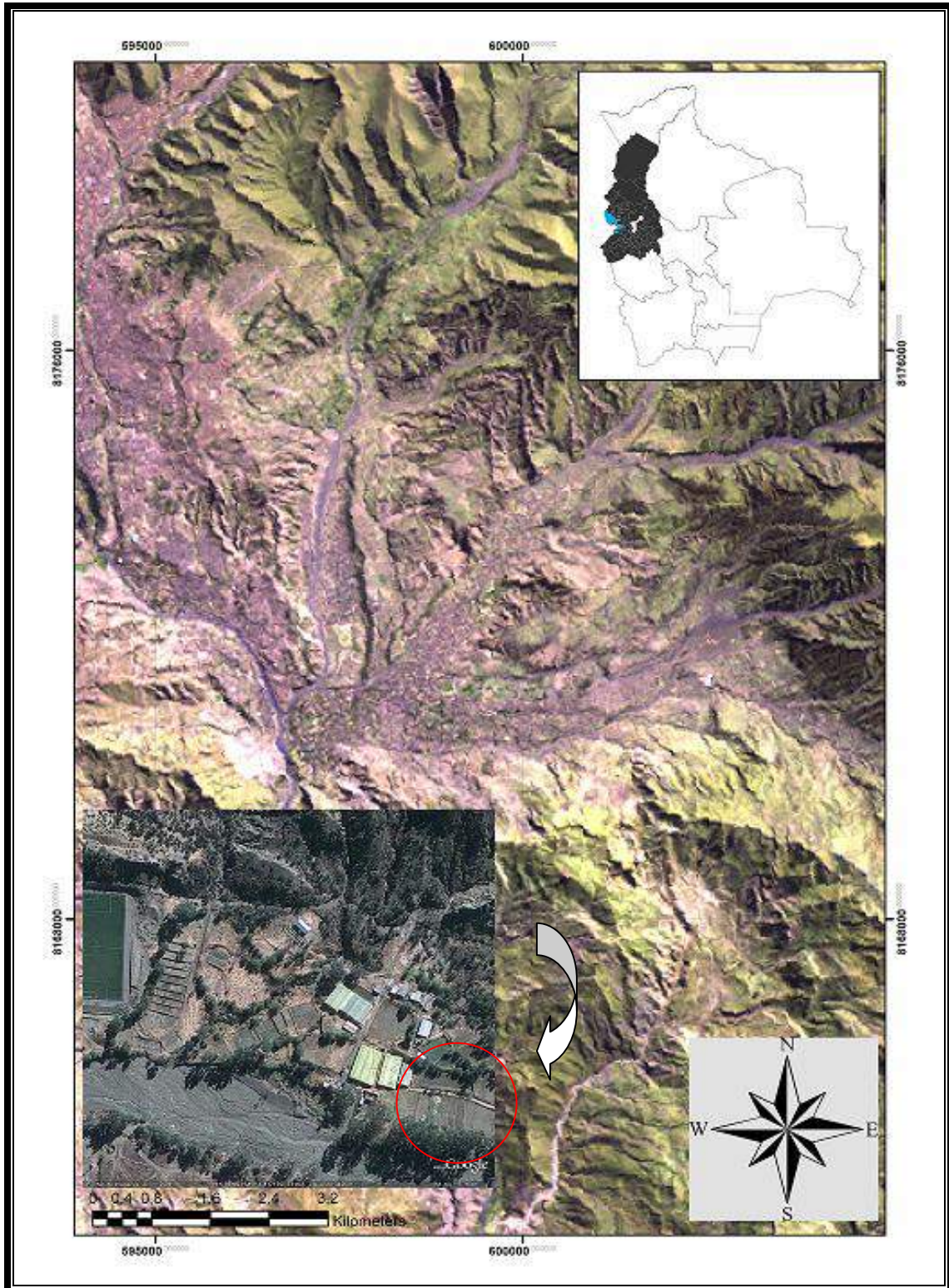
3.2. Características ecológicas.

3.2.1. Clima.

El clima en la ciudad de La Paz, se caracteriza por variaciones térmicas más pronunciadas a lo largo del día que a lo largo del año (García, 1997).

Estudios realizados por este mismo autor indica que la temperatura en la zona de la ciudad de La Paz y lugares adyacentes oscilan entre 13,6 °C, en las zonas altas, por encima de los 3 700 m (zona norte de La Paz y ciudad del alto), se producen heladas durante 4 meses o más, mientras que en las zonas de menor altura (centro de la ciudad y zona sur), la temperatura desciende por debajo de 0 °C solo en algunos días del año. Se desatacan dos épocas completamente diferenciadas; una seca y otra húmeda. La precipitación disminuye en sentido norte –sur y tiene valores entre 500 a 600 mm de promedio anual, en la época lluviosa, las lluvias caen con intensidad aumentando su efecto erosivo.

Figura 1: Área de estudio en el Centro Experimental de Cota Cota.



Fuente: Elaboración propia; Datum WGS-84/Proyección Zona 19s.

3.2.2. Suelo.

En esta zona se puede observar la fisonomía de algunos sectores de la quebrada, que se encuentra más erosionada por efecto de las constantes lluvias, y presenta evidencia de algunos derrumbes. En las partes planicies, presenta suelos francos, arenosos y arcillosos (Tarifa *et al.*2004).

3.2.3. Vegetación.

García (1997), menciona que la vegetación ha pasado por varias transformaciones que se pueden reconstruir en base a las especies remanentes de las comunidades originales, actualmente esta muy alterado en todo el valle de La Paz.

Este mismo autor afirma que los estratos más predominantes son los herbáceos y los arbustivos, con especies tanto nativas como introducidas que son cultivados o crecen espontáneamente. La vegetación es poco densa y se encuentra en forma de manchas dispersas.

Por otro lado, Tarifa *et al.* (2004), indican que la vegetación en todo el valle de la Ciudad de La Paz esta deteriorada debido a la intervención actual por construcciones civiles, reduciendo considerablemente la vegetación de las laderas de la zona de Cota Cota, de tal manera que el grado de intervención actual no produce una diferencia substancial entre los sitios mas próximos o mas alejados del área urbana.

Estudios realizados por estos mismos autores, sobre la vegetación en la zona de Cota Cota indican, que las familias más comunes son: *Compositae*, *Gramineae*, *Leguminosae*, *Labiatae*, *Rosaceae*, *Solanaceae*, *Cyperaceae* *Mirtaceae* *Chenopodiaceae*, *Cruciferae*, *Oxalidaceae*, *Scrophulariaceae* y otros.

4. MATERIALES Y MÉTODOS.

4.1. Materiales.

4.1.1 Material vegetal.

Se utilizó semillas de la especie *Paraserianthes lophanta*, material colectado a través de actividades de la materia de Dasonomía y Silvicultura el año 2008, en el Centro Experimental Cota Cota perteneciente a la Facultad de Agronomía de la UMSA.

4.1.2 Materiales en general.

Material de campo	Material laboratorio y escritorio
§ Formol al 40%	§ Balanza digital de precisión
§ Nylon	§ Cajas petri
§ Herramientas (carretilla, pico, pala, regadoras, etc.)	§ Algodón
§ Sustrato (tierra del lugar, arena fina y turba)	§ Estufa
§ Paja	§ Computador
§ Maderas	§ Impresora
§ Malla milimetrada	§ Tinta para imprimir
§ Lupa 10 x de aumentos	§ Calculadora
§ Libreta de registro	§ Hojas bond (tamaño carta)
§ Cámara digital	§ Hornilla eléctrica
§ Regla	§ Flexo
§ Vernier	§ Cronometro
	§ Agua (destilada)
	§ Otros.

4.2. Métodos.

4.2.1. Procedimiento general del trabajo en campo.

4.2.1.1. Tratamientos pre-germinativos en semillas de *P. lophanta*.

El trabajo de campo se realizó el mes de octubre de 2008 a marzo de 2009, en espacios del vivero forestal de la materia de Dasonomía y Silvicultura de la Facultad de Agronomía de la UMSA.

Previo al tratamiento de semillas, se realizaron estudios de calidad física de semillas, en ambientes del laboratorio de Biología de la Facultad de Agronomía y la Oficina Regional de Semillas.

Los tratamientos pre-germinativos en semillas son: (remojo en agua fría durante 72 horas), para esto se utilizó un recipiente en el cual se colocó la semilla, cambiando constantemente el agua para evitar posible fermentación, (sumersión en agua hirviendo durante un minuto), se utilizó una hornilla eléctrica en el cual se dejó hervir el agua, para luego colocar las semillas durante un minuto, pasado el tiempo se apagó la hornilla dejando enfriar las semillas, bajo las siguientes características de aplicación propuestas por (Zalles, 1988) & (FAO, 1991), y para el último tratamiento no se aplicó ningún tratamiento pre-germinativo.

4.2.1.2. Preparación del sustrato y la almaciguera.

Para la preparación del sustrato, se utilizaron: tierra del lugar, turba y arena proveniente del río Jillusaya, todas las proporciones se tamizaron, para posteriormente realizar las mezclas en proporciones; 1: 3: 1, 2: 3: 2 y solo tierra del lugar.

El área experimental de 10 m² del cual se dividió en cuatro bloques, cada uno de 2.5 m, y en cada bloque con 9 tratamientos de 0.27 m² cada unidad experimental (Anexo 1).

La preparación del sustrato para la almaciguera, se elaboró de la siguiente manera; primeramente se puso piedras pequeñas en la base, posteriormente diferentes mezclas de sustratos en cada unidad experimental, una vez concluido se procedió a la desinfección del sustrato con formol al 40%, luego se tapo con nylon por un tiempo de 48 horas, finalmente se dejó airear por el mismo tiempo.

4.2.1.3. Siembra.

La siembra se realizó en surcos, cada unidad experimental con 5 surcos, cada surco con 20 semillas, teniendo un total de 100 semillas en cada unidad experimental y 5 semillas adicionales para medir la longitud de la raíz, una vez concluido fueron cubiertas con las diferentes mezclas de sustratos, finalmente se tapo con paja, se aplicó el primer riego y se protegió con un bastidor hecho con malla milimetrada y madera para proporcionar una semi-sombra (Ver Anexo 6: fig. 1 y 2).

4.2.1.4. Labores culturales.

Para el riego se utilizó una regadera fina, a un principio se aplicó el riego con frecuencia hasta la emergencia, una vez que las plantas tenían una altura de 4 cm se procedió con el deshierbe, con menos frecuencia de riego, dejando airear y reduciendo un poco la sombra.

4.2.2. Diseño experimental y tratamientos.

Las semillas se almacenaron en platabandas que abarcan una superficie de 10 m², para el mismo se estableció un “**Diseño Completamente Al azar**” con arreglo Factorial, con dos factores (Ochoa, 2007).

Se asignaron 9 tratamientos con 4 repeticiones, en cada repetición se tienen diferentes sustratos y tratamientos pre-germinativos, de los cuales se determina un total de 36 unidades experimentales (Ver Anexo 1).

Cuadro 4: Factores de estudio

Tratamientos pre-germinativos FA	Sustrato FB
<p>a₁: Remojo en agua fría durante 72 horas. a₂: Sumersión en agua hirviendo durante un minuto. a₃: Sin ningún tipo de tratamiento.</p>	<p>b₁: 1 tierra del lugar: 3 turba: 1 arena. b₂: 2 tierra del lugar: 3 turba: 2 arena. b₃: Solo tierra del lugar.</p>

Fuente: Elaboración propia 2010.

De los cuales se tienen los siguientes tratamientos:

T₁ = a₁b₁ (remojo en agua fría durante 72 horas) + (1 tierra del lugar: 3 turba: 1 arena).

T₂ = a₁b₂ (remojo en agua fría durante 72 horas) + (2 tierra del lugar: 3 turba: 2 arena).

T₃ = a₁b₃ (remojo en agua fría durante 72 horas) + (solo tierra del lugar).

T₄ = a₂ b₁ (sumersión en agua hirviendo durante un minuto) + (1 tierra del lugar: 3 turba: 1 arena).

T₅ = a₂ b₂ (sumersión en agua hirviendo durante un minuto) + (2 tierra del lugar: 3 turba: 2 arena).

T₆ = a₂b₃ (sumersión en agua hirviendo durante un minuto) + (solo tierra del lugar).

T₇ = a₃b₁ (sin ningún tipo de tratamiento) + (1 tierra del lugar: 3 turba: 1 arena).

T₈ = a₃b₂ (sin ningún tipo de tratamiento) + (2 tierra del lugar: 3 turba: 2 arena).

T₉ = a₃b₃ (sin ningún tipo de tratamiento) + (solo tierra del lugar).

4.2.2.1 Modelo lineal aditivo.

Se tiene previsto el siguiente modelo lineal aditivo:

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \alpha\beta_{ij} + \epsilon_{ijk}$$

Donde:

Y_{ijk} = Una observación cualquiera

μ = Media general

α_i = Efecto de la i-esima factor A

β_j = Efecto de la j-esima factor B

$\alpha\beta_{ij}$ = Efecto de la interacción del factor A*B

ϵ_{ijk} = Error experimental

4.2.2.2 Variables de estudio.

Para la evaluación de las variables de estudio se efectuó siguiendo la metodología (ISTA, 1976), (FAO, 1991) & (Zalles, 1988). La determinación de calidad de las semillas en laboratorio, se realizaron en base a las características físicas de las semillas, los datos fueron registrados día por medio.

Los parámetros evaluados en campo, se realizaron en base a investigaciones bibliográficas y recomendaciones realizadas por (Goitia, 2003), estos datos fueron registrados quincenalmente.

Para el alcance de los objetivos del estudio, se ha planteado las variables de respuestas para su posterior análisis a partir de una base de datos y registros, los cuales se muestra en el cuadro 5.

Cuadro 5: Variables de respuesta por objetivos de estudio.

N°	Objetivo	Variable de respuesta
1	Determinar las características de calidad de la semilla de <i>P. lophanta</i> , en base a características físicas de la semilla.	<ul style="list-style-type: none"> • Determinación de la pureza física. • Determinación del número de semillas por kilogramo. • Determinación de la viabilidad • Porcentaje de germinación para diferentes tratamientos pre-germinativos
2	Analizar el efecto de los diferentes tratamientos pre-germinativos y diferentes tipos de sustrato en la germinación de las semillas de <i>P. lophanta</i> .	<ul style="list-style-type: none"> • Determinación del porcentaje de germinación. • Determinación de la altura de platines • Determinación del diámetro del tallo • Determinación de la Longitud de raíz • Distancia de las raicillas
3	Estudiar la emergencia de Plántulas de <i>P. lophanta</i> , en almacigueras para diferentes días de tiempo.	<ul style="list-style-type: none"> • Días a la emergencia para 30, 60 y 90 días. • Días a la formación de las primeras hojas verdaderas
4	Analizar las características dendrológicas de la especie <i>P. lophanta</i> .	<ul style="list-style-type: none"> • Dendrología de la especie <i>P. lophanta</i> • Identificación las características de la madera
5	Identificar usos de la especie de <i>P. lophanta</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Determinación de los usos actuales de la especie <i>P. lophanta</i>

Fuente: Elaboración propia (2010).

4.2.2.3 Procedimiento estadístico de los resultados.

Para el análisis estadísticos fue necesario sacar los promedios de los datos acumulados de las diferentes variables de estudio, para procesar estos datos se utilizó el programa del SAS (sistema de análisis estadístico), con el cual se obtuvo el ANOVA y la prueba de comparación de medias de Duncan, el mismo establece un valor referencial para cada comparación de medias de las variable en estudio. Asimismo de manera complementaria, se ha empleado el paquete Stata 9.

Todas las variables se ajustaron a través del diseño completamente al azar con arreglo factorial de dos factores, a un nivel de significancia del 5 % con una probabilidad de 95%.

5. RESULTADOS Y DISCUSIONES.

5.1 Determinación de Características físicas de las semillas en laboratorio.

5.1.1 Pureza.

Los resultados obtenidos de la pureza física en semillas se muestran en el cuadro 6, donde la mayoría de los datos en gramos de semillas, presentan porcentajes de pureza alrededor de un 95,27 %, con una desviación estándar promedio de 3,12 %, la varianza de la muestra respecto de la media es de 9,76 % y un coeficiente de variación de 3.28 % determinadas en cuatro replicas, mostrando un alto porcentaje de pureza y una mínima cantidad de materia inerte.

Al respecto, la (FAO, 1991) indica que el porcentaje de pureza varía de acuerdo al tamaño de las semillas, donde las semillas de mayor tamaño presentan menor cantidad de impurezas y las semillas del genero *Eucalyptus* presenta mayor impurezas.

Cuadro 6: Resultados de pureza física en semillas *P. lophanta*.

Repetición	Peso de semillas con impurezas (g)	Peso de semillas limpias (g)	% de pureza
1	200	184,36	92,18
2	200	195,29	97,65
3	200	196,49	98,25
4	200	185,98	92,99
Total	400	762,12	381,06
Promedio	200	190,53	95,27

Fuente: Elaboración propia con base en datos de laboratorio (2009).

5.1.2 Cantidad de semilla por kilogramo.

Los resultados del cuadro 7, muestran el número de semillas por kilogramo, cuatro replicas cada uno de 1 000 semillas (peso en g), de los cuales se obtuvo 11 931 semillas existentes en un kilogramo. De las 1 000 semillas, una mayoría alcanzo los 83,81 g, una desviación estándar de 2,96 g, varianza de la muestra de 8,77 g respecto de la media y un coeficiente de variación de 3,5 %, los mismos indican, estadísticas con grado de dispersión confiables en las observaciones.

Cuadro 7: Resultado de la cantidad de semillas por kilogramos.

Repetición	Peso de 1000 semillas (g)
1	86,65
2	78,99
3	81,63
4	85,83
5	84,49
6	86,55
7	85,69
8	80,68
Total	670,513
Promedio	83,814

Fuente: Elaboración propia con base en datos de laboratorio (2009).

5.1.3 Prueba de Viabilidad por flotación.

En el cuadro 8, se muestran los resultados de viabilidad con la prueba de flotación, para lo cual se utilizo un total de 400 semillas puras con cuatro replicas, obteniéndose un total de 99 semillas viables, con una desviación estándar de 0,5, varianza de 0,25 y un coeficiente de variación de 0,5 %, los cuales reflejan un alto grado de confiabilidad en las observaciones.

Cuadro 8: Resultados de viabilidad con semillas de *P. lophanta*.

Repetición	Semillas ensayadas	Semillas viables
1	100	100
2	100	99
3	100	100
4	100	100
Total	400	399
Promedio	100	99

Fuente: Elaboración propia con base en datos de laboratorio (2009)

5.1.4 Porcentaje de germinación.

Para la determinación del porcentaje de germinación, es necesario utilizar semillas puras, el cual garantizara la germinación de la mayoría de las semillas, tal como indica (Turnbull, 1975) citado por la (FAO, 1991).

En los tres tratamientos, el máximo porcentaje de germinación se registro a los 20 días, con un 98 % de germinación en el tratamiento sumersión en agua hirviendo durante 1 minuto, el cual es superior a los otros dos; agua fría durante 72 horas con sólo 15 % de germinación y 8,5 % para sin tratamiento pre-germinativo. (Ver cuadro 9).

Otros estudios como de (Pomier 2006), registraron mayor porcentaje de germinación para el tratamiento pre-germinativo de agua hervida por un minuto en la especie de *Acacia retinoides*.

El grado de dispersión de las observaciones en torno a la media de los tres diferentes tratamientos, indica que la dispersión de los datos es confiable, por lo tanto los tratamientos pre-germinativos aplicados generan alta diferencia en cuanto al porcentaje de germinación de las semillas.

Cuadro 9: Porcentaje de germinación con diferentes tratamientos.

Repetición	Tratamientos pre-germinativos		
	Agua fría (72 horas)	Agua hirviedo (1 minuto)	Sin tratamiento
1	15	100	9
2	14	98	7
3	16	95	10
4	15	99	8
Total	60	392	34
Media	15	98	8.5
Varianza de la muestra	0,67	4,67	1,66
Desviación estándar	0,82	2,16	1,29
Coefficiente de variación	5,46	2,2	15,18

Fuente: Elaboración propia con base en datos de laboratorio (2009)

5.2 Efecto de los tratamientos pre-germinativos y sustratos.

5.2.1 Determinación del porcentaje de germinación.

En el análisis de varianza para el porcentaje de germinación, existen diferencias altamente significativas para los tratamientos pre-germinativos y los tipos de sustratos, también se tiene diferencias estadísticamente significativas entre la interacción del tratamiento pre-germinativo y tipos de sustratos.

El coeficiente de variación de 5.09%, que muestra un grado de dispersión, con datos confiables, permitiendo afirmar que los resultados del experimento han tenido un buen manejo de las unidades experimentales (Ver cuadro 10).

Cuadro 10: Análisis de varianza para el porcentaje de germinación

FV	GL	SC	CM	Fc	Pr > F
Factor A (Tratamientos pre-germinativos)	2	55699,388	27849,694	5601,06	0,0001 **
Factor B (Tipos de sustratos)	2	96,888888	48,444444	9,74	0,0007 **
Factor A*Factor B	4	59,111111	14,777778	2,97	0,0372 *
Error experimental	27	134,25000	4,9722222		
Total	35	55989,638			
					CV = 5.09%

Fuente: Elaboración propia con base en datos de campo (2010)

En el cuadro 11, se observa la comparación entre tratamientos mediante la prueba de Duncan con significancia del 5 % para el tratamiento de sumersión en agua hirviendo durante un minuto, el mismo que presenta 99,42 % de germinación mayor al de remojo en agua fría durante 72 horas y sin ningún tratamiento pre-germinativo, percibiéndose diferencias significativas en el tratamiento a2 versus el a1 y el a3 (Ver Anexo 6: fig. 12, 13 y 14).

Cuadro 11: Promedios de porcentaje de germinación para los tratamientos pre-germinativos con la prueba de Duncan.

Factor A	% de germinación	Duncan (5%)
a₂ : Sumersión en agua hirviendo durante un minuto.	99,42	A
a₁ : Remojo en agua fría durante 72 horas.	17,17	B
a₃ : Sin ningún tipo de tratamiento.	14,83	C

Fuente: Elaboración propia con base en datos de campo (2010)

Por otra parte en laboratorio, se obtuvo un mayor porcentaje de germinación de 98,00 % para el tratamiento con agua hervida durante un minuto, 15,00 % para remojo en agua fría durante 72 horas y sin ningún tratamiento un 8,50 %.

Comparativamente, en campo se obtuvo un 99,42 % de germinación para el tratamiento de sumersión en agua hirviendo durante un minuto, 17,17 % para remojo en agua fría durante 72 horas y 14,83 % sin ningún tipo de tratamiento pre-germinativo (Ver Anexo 6: fig. 7,11 y 12).

En este sentido, relacionando ambos casos se observa que existe una mínima diferencia entre los resultados de laboratorio versus los obtenidos en campo. Los valores de laboratorio son menores al de campo, en la medida que se determinaron en tiempo corto y contrariamente en el trabajo de campo duro cuatro meses.

Cuadro 12: Promedios de porcentaje de germinación para los diferentes tipos de sustratos con la prueba de Duncan.

Factor B	% de germinación	Duncan (5%)
b₂ : 2 tierra del lugar: 3 turba: 2 arena.	45,92	A
b₁ : 1 tierra del lugar: 3 turba: 1 arena.	43,58	B
b₃ : Solo tierra del lugar.	41,92	B

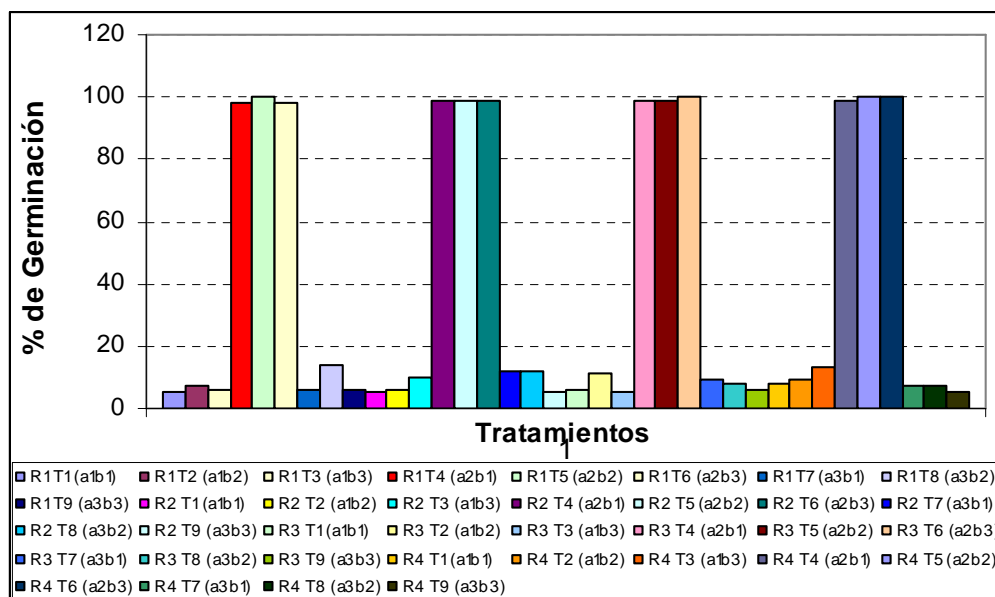
Fuente: Elaboración propia con base en datos de campo (2010)

La comparación de los resultados mediante la prueba de Duncan a un nivel de significancia del 5 %, muestra diferencias significativas entre el sustrato b2 con mayor rendimiento de porcentaje de germinación 45,92 %, respecto a los sustratos b1 de 43,58 % de germinación y el sustrato b3 con 41,92 %. Así mismo, no existen diferencias significativas entre los sustrato b1 y b3 en los porcentajes de germinación, siendo la diferencia menor al 3 %.

En el gráfico 1 se presentan los promedios del porcentaje de germinación, resaltando de manera general, existe mayor germinación para el tratamiento pre-germinativo a2 en las cuatro repeticiones establecidas, con respecto a los tratamientos a1 y a3.

Este efecto mayor en a2, se asume a que el agua hervida acelera el rompimiento de la dormancia y consigo de la testa dura de la especie, facilitando la emergencia del embrión hacia el sustrato y un desarrollo constante en las plántulas de la especie.

Gráfico 1: Promedios de porcentaje de germinación para diferentes tratamientos.



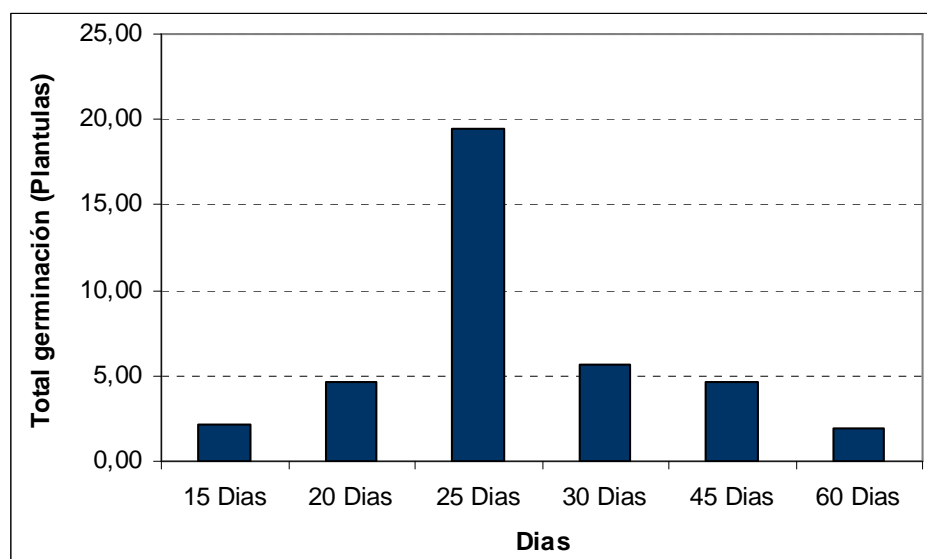
Fuente: Elaboración propia con base en datos de campo (2010)

En general el comportamiento en el desarrollo de la germinación para los tratamientos aplicados, se observa claramente el efecto de los tratamientos pre-germinativos y los tipos de sustratos aplicados para acelerar la germinación en semillas de *P. lophanta*, resaltando un mayor porcentaje de germinación para los tratamientos T4, T5 y T6 ocurridos a los 25 días posterior a la siembra (Ver Anexo 6: fig. 7, 8 y 17).

Por otra parte, se han registrado bajos porcentajes de germinación para T1, T2, T3, T7, T8 y T9 para este mismo tiempo (25 días) como se puede observar en los gráficos 1 y 2 al cual se hizo la comparación respectiva (Ver Anexo 6: fig. 14).

La medición a los 120 días después de la siembra, presento un incremento en el porcentaje de germinación en; T1, T2, T3, T7, T8 y T9, característica que sobresale en la especie de *P. lophanta*, donde no germinan si no se aplica un determinado tratamiento pre-germinativo. En este sentido, se ha observado en el experimento in situ que no tuvieron la aplicación de ningún tratamiento, las semillas comienzan a germinar recién al 5to y 6to mes, y en el presente estudio esto ocurrió a la conclusión del trabajo de campo evidenciándose un bajo porcentaje de germinación.

Grafico 2: Efecto de tratamientos pre-germinativo y sustratos en la germinación por días.



Fuente: Elaboración propia con base en datos de campo (2010)

Los bajos porcentajes de germinación, están relacionados a las características físicas de las semillas de la especie, que presentan alta impermeabilidad por la testa dura que impide una rápida germinación. Al respecto (Sanabria *et al.* 2004), menciona que las leguminosas son incapaces de germinar inmediatamente después de madurar, aunque se les coloque en condiciones favorables, aspecto que se relaciona con lo obtenido en el presente experimento.

Por su parte, Sánchez & Ramírez (2006), lograron un 4,75% de germinación sin aplicar ningún tratamiento pre-germinativo, valor que fue estadísticamente igual al tratamiento remojo en agua a temperatura ambiente para las semillas de *Leucaena leucocephala*, donde los valores bajos se debe a que las semillas presentan alta impermeabilidad.

5.2.2 Determinación de la altura de plántulas.

Los resultados del análisis de varianza para la altura de plántulas de la especie en estudio, se observan en el cuadro 13, el cual muestra un coeficiente de variación del 4,05 % que refleja un buen manejo de las unidades experimentales, por tanto existe diferencias altamente significativas entre tratamientos pre-germinativos, tipos de sustratos y la interacción de tratamientos pre-germinativos y tipos de sustratos.

Cuadro 13: Análisis de varianza para la altura de plántulas.

FV	GL	SC	CM	Fc	Pr > F
Factor A (Tratamientos pre-germinativos)	2	64.256772	32.128386	68.95	0.0001 **
Factor B (Tipos de sustratos)	2	21.812339	10.906169	23.40	0.0001 **
Factor A*Factor B	4	17.251878	4.3129694	9.26	0.0001 **
Error experimental	27	12.581400	0.4659778		
Total	35	115.902389			
					CV = 4.05%

Fuente: Elaboración propia con base en datos de campo (2010).

En el cuadro siguiente se tiene las comparaciones mediante la prueba de Duncan a un nivel de significancia del 5%, evidenciándose la existencia de diferencias en alturas para el tratamiento pre-germinativo (agua hirviendo durante un minuto) que presenta una altura promedio de 18,72 cm, relativamente mayor al de (remojo en agua fría durante 72 horas) que tiene una altura de 16,21 cm y 15,65 cm para sin ningún tratamiento, no existiendo diferencias en altura de la planta en a1 y a3.

Cuadro 14: Promedios de alturas para los diferentes tratamientos pre-germinativos con la prueba de Duncan.

Factor A	Altura de plántulas (cm)	Duncan (5%)
a₂ : Sumersión en agua hirviendo durante un minuto.	18,72	A
a₁ : Remojo en agua fría durante 72 horas.	16,20	B
a₃ : Sin ningún tipo de tratamiento.	15,65	B

Fuente: Elaboración propia con base en datos de campo (2010)

Los resultados de comparación entre los tipos de sustratos versus el desarrollo en altura, se presentan en el cuadro 15, donde no existen diferencias significativas entre los sustratos b2 (17,49 cm) y b1 (17,32 cm), pero si existen diferencias significativas en el sustrato b2 respecto al b3 (15,76 cm), y el sustrato b1 entre el sustrato b3 (Ver Anexo 6: fig. 15 y 17).

Cuadro 15: Promedio de alturas de plántulas para diferentes tipos de sustratos con la prueba de Duncan.

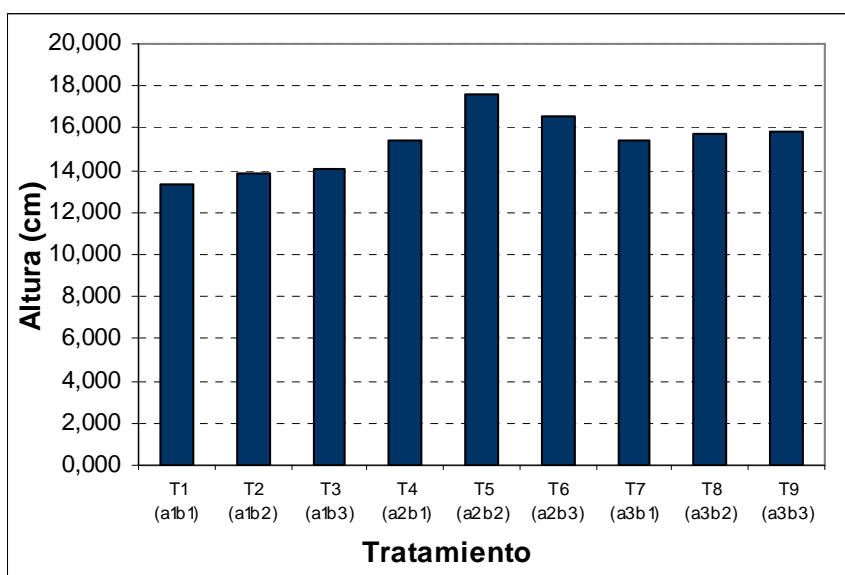
Factor B	Altura de plántulas (cm)	Duncan (5%)
b₂ : 2 tierra del lugar: 3 turba: 2 arena.	17,49	A
b₁ : 1 tierra del lugar: 3 turba: 1 arena.	17,32	A
b₃ : Solo tierra del lugar.	15,76	B

Fuente: Elaboración propia con base en datos de campo (2010)

En el grafico 3, se observa las alturas para los diferentes tratamientos pre-germinativos y sustratos, donde el tratamiento a2 presenta mayores alturas en relación al a1 y a3. Esto refleja que la mayoría de las semillas germinaron a los 15 días después de la siembra con tratamiento en agua hirviendo durante un minuto, y los tratamientos en agua fría y sin tratamiento, empezaron su germinación a los 30 días después de la siembra.

Por otra parte los diferentes sustratos; con proporciones de 3 partes de turba, tienen mayor rendimiento en desarrollo de altura, respecto al sustrato que no presenta ninguna proporción de turba, pero la diferencia es mínima en comparación a los tratamientos pre-germinativos como se puede ver en el siguiente grafico.

Grafico 3: Promedios de alturas de plántulas con tratamientos pre-germinativos y sustratos.

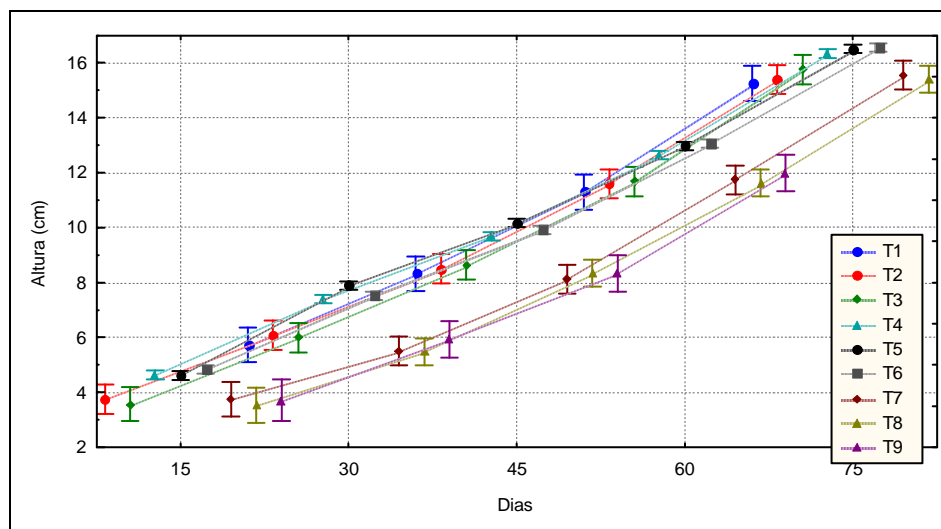


Fuente: Elaboración propia con base en datos de campo (2010)

En el grafico 4, se observa una curva ascendente en los promedios de altura, típicas del desarrollo bajo interacción de tratamientos pre-germinativos y sustratos empleados, que influyen en el crecimiento y desarrollo de los plántulas.

En altura, los tratamientos pre-germinativos más sobresalientes son; T4, T5 y T6, alturas de 16,50, 16,80 y 16,90 cm respectivamente, a los 75 días después de la siembra. Estos valores de altura son superiores a T1 = 15 cm, T2 = 15,21 cm y T3 = 15,63 cm de altura, a su vez estos tratamientos se diferencian de T7 y T8 con alturas de 15,00 cm, y T9, que presenta la altura más baja de 11,53 cm en relación a los demás tratamientos, la diferencia en alturas es (< 2 cm) en los 9 tratamientos.

Grafico 4: Efecto del tratamiento pre-germinativo y sustratos en la altura de plántulas por días.



Fuente: Elaboración propia con base en datos de campo (2010)

Por otra parte la altura promedio en los 9 tratamientos varía entre 4 cm a los 15 días y 16,50 cm a los 75 días, la desviación estándar es de 1 a 1,50 cm y con mayor frecuencia en los T4, T5 y T6 de 4,35 y 4,42 cm que se repite en los 3 tratamientos para 15 días, mientras que en T1, T2, T3, T7, T8 y T9 presentan 3,52, 3,70 y 3,73 cm, con menor frecuencia, en cada uno de estos tratamientos solo se tenían 1 a 2 plántulas (Ver Anexo 6: fig. 10, 11 y 12).

El efecto de los tratamientos pre-germinativos y sustratos influyeron en el crecimiento inicial, donde muestra un desarrollo cuantitativo hasta los 75 días, pero a los 120 días mostraron un desarrollo lento debido a la densidad de plántulas que se tenía en T4, T5 y T6 con altura máxima de 25 cm, mientras que las plántulas almacenadas a nivel del suelo presentaban mayor desarrollo en todas sus características y con alturas de 58 cm (Ver Anexo 6: fig. 21 y 22), al respecto Rodríguez (1985), indica que el análisis de crecimiento es el periodo de tiempo, donde se tiene tres fases: Inicial (fase logarítmica), en el cual el crecimiento es lento; intermedio (fase de máximo crecimiento), el crecimiento es acelerado la ultima (fase de senectud), para esta fase el crecimiento se torna otra vez a ser lento a consecuencia de los factores internos de las plantas.

5.2.3 Determinación del diámetro de tallo.

El análisis de varianza para el diámetro del tallo en plántulas, muestra diferencias altamente significativas en los tratamientos pre-germinativos, y se tienen diferencias estadísticamente significativas en los diferentes sustratos y la interacción de ambos factores.

Asimismo, se tiene un coeficiente de variación de 9,36 %, el mismo indica que las unidades experimentales fueron manejadas en la medida de lo esperado

Cuadro 16: Análisis de varianza para el diámetro de tallo en plántulas.

FV	GL	SC	CM	Fc	Pr > F
Factor A (Tratamientos pre-germinativos)	2	1,603072	0,801536	41,36	0,0001 **
Factor B (Tipos de sustratos)	2	0,127872	0,063936	3,30	0,0523 *
Factor A*Factor B	4	0,084578	0,021144	1,09	0,3809 *
Error experimental	27	0,523300	0,019381		
Total	35	2,338822			
					CV = 9.36%

Fuente: Elaboración propia con base en datos de campo (2010).

Cuadro 17: Promedios de diámetro del tallo para diferentes tratamientos pre-germinativos con la prueba de Duncan.

Factor A	Diámetro del tallo (mm)	Duncan (5%)
a ₂ : Sumersion en agua hirviendo durante un minuto.	1,41	A
a ₃ : Sin ningún tipo de tratamiento.	1,35	B
a ₁ : Remojo en agua fría durante 72 horas.	1,33	B

Fuente: Elaboración propia con base en datos de campo (2010)

Las comparaciones entre tratamientos pre-germinativos, para el diámetro del tallo, muestra diferencia entre a2 con 1,41 mm de diámetro en comparación a los tratamientos a3 con diámetro de 1,35 mm y a1 con 1,33 mm de diámetro. Sin embargo, no existen diferencias significativas en los tratamientos a3 y a1, mientras que a2 respecto a a3 y a1 existe diferencias como se presenta en el cuadro 17.

Esta diferencia en los promedios de diámetros del tallo se debe a que la germinación se inicio antes en a2, con la aplicación de los tratamientos pre-germinativos sumersión en agua hirviendo durante un minuto, con relación a los tratamientos a3 y a1, los cuales germinaron en su mayoría a los 30 días con menor frecuencia, por lo cual la diferencia es mínima debido a la menos frecuencia de plántulas ayuda al desarrollo del diámetro de tallo.

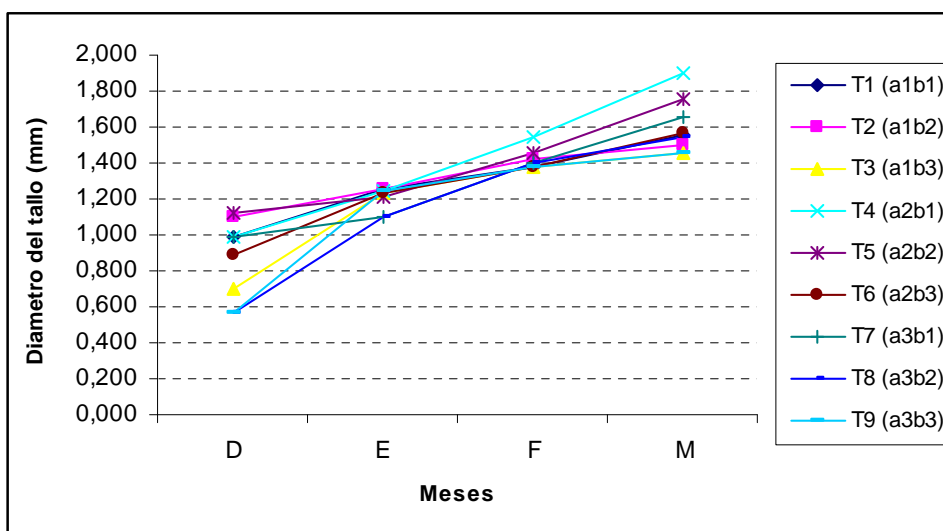
Cuadro 18: Promedios de diámetro del tallo para los sustratos con la prueba de Duncan.

Factor B	Diámetro del tallo (mm)	Duncan (5%)
b₂ : 2 tierra del lugar: 3 turba: 2 arena.	1,52	A
b₁ : 1 tierra del lugar: 3 turba: 1 arena.	1,51	A
b₃ : Solo tierra del lugar.	1,41	B

Fuente: Elaboración propia con base en datos de campo (2010)

Los resultados del cuadro 18, muestran la comparación de promedios en el diámetro con la aplicación de diferentes tipos de sustratos, observándose en el mismo diferencias; b2 alcanzo un promedio de 1,52 mm y b3 igual a 1,41 mm. Así mismo, estadísticamente no existen diferencias significativas entre b2 y b1, pero si existen diferencias en los tratamientos b2 y b3 determinando una variación en el crecimiento de diámetro del tallo. Los diferentes sustratos aportaron al desarrollo en diámetro, donde el sustrato que no presenta ninguna proporción de turba se diferencia de los demás solo en 1 mm.

Grafico 5: Dinámica de crecimiento de diámetros del tallo para tratamientos pre-germinativos y sustratos



Fuente: Elaboración propia con base en datos de campo (2010).

Las diferencias en los diámetros del tallo por tipo de sustrato influyen en el comportamiento de las plántulas de *P. lophanta*, a diferencia de los tratamientos pre-germinativos que tiene una mayor influencia en el porcentaje de germinación. En el grafico 5, se presenta el desarrollo lento de diámetro en plántulas con un incremento mínimo para cuatro meses, donde los tratamientos; T4 y T5 están en primer lugar, pero el rendimiento en el diámetro del tallo es mínimo en los 9 tratamientos, esta situación se debe a distintos aspectos; alta densidad de siembra (plántulas emergidas en los T4, T5 y T6), factor ambiental en el que se desarrolla y el tipo de almaciguera empleada.

Este ultimo aspecto esta relacionado a la retención de humedad, siendo mayor en almacigueras establecidas a nivel de la superficie del suelo que beneficia en el desarrollo en diámetro, altura y número de hojas. Contrariamente el desarrollo es menor en almacigueras construidas (cemento) por encima de la superficie del suelo (anexo 6: fig.21 y 22), existiendo menor capacidad de retención de humedad y mayor evaporación del agua. Para reducir este efecto, se aplicó la cubierta con malla milimétrica y paja, lo cual causo menos desarrollo en las plántulas debido a la falta de luz y aeración, ya que estaban cubiertos mayor tiempo.

5.2.4 Determinación de la longitud de raíz.

Los resultados del análisis de varianza para la longitud de la raíz muestran, diferencias altamente significativas para los tratamientos pre-germinativos y los tipos de sustratos, así mismo se tienen diferencias significativas para la interacción del tratamiento pre-germinativo por diferentes tipos de sustratos.

El coeficiente de variación de 9,27 % indica que los resultados experimentales de los diferentes tratamientos pre-germinativos y tipos de sustratos son confiables (Ver cuadro 19).

Cuadro 19: Análisis de varianza para la longitud de la raíz en plántulas de *P. lophanta*.

FV	GL	SC	CM	Fc	Pr > F
Factor A (Tratamientos pre-germinativos)	2	63,228817	31,614408	111,98	0,0001 **
Factor B (Tipos de sustratos)	2	7,4608667	3,7304333	13,21	0,0001 **
Factor A*Factor B	4	3,0389167	0,7597292	2,69	0,0523 *
Error experimental	27	7,6226	0,2823185		
Total	35	81,3512			
					CV = 9,27%

Fuente: Elaboración propia con base en datos de campo (2010)

Los reportes del cuadro 20, muestran el incremento en la longitud de las raíces para el tratamiento; sumersión en agua hirviendo durante un minuto que alcanzo un promedio de 7,51 cm, mayor a los otros dos tratamientos; sin ningún tratamiento con 4,97 cm y para el remojo en agua fría durante 72 horas de 4,63 cm.

Asimismo, no existen diferencias significativas para a3 y a1, mientras que a2 presenta mayor diferencia con respecto a los tratamientos a3 y a1, donde el efecto de los tratamientos pre-germinativos influyo de manera significativa en la longitud de la raíz.

Cuadro 20: Promedios de longitud de la raíz para los tratamientos pre-germinativos con la prueba de Duncan.

Factor A	Longitud de la raíz (cm)	Duncan (5%)
a₂ : Sumersión en agua hirviendo durante un minuto.	7,51	A
a₃ : Sin ningún tipo de tratamiento.	4,97	B
a₁ : Remojo en agua fría durante 72 horas.	4,63	B

Fuente: Elaboración propia con base en datos de campo (2010)

El efecto de los diferentes tipos de sustratos sobre la variable longitud de raíz, se presenta en el cuadro 21, sobresaliendo en el mismo el sustrato b2 (6,33 cm) que tiene mayor incremento y se diferencia de b1 (5,64 cm) y b3 (5,23 cm), entre estos dos últimos no existe diferencias (Ver Anexo 6: fig. 5 y 18). Por otra parte los sustratos b2 y b1 presentan cantidades iguales de turba, pero el sustrato b3 no tiene ninguna proporción de turba, y la diferencia es mínima en los dos últimos sustratos.

Al respecto Dimitri (1978) como Hurrell & Lahitte (2002), indican que las plantas de esta especie no tienen altos requerimientos en la fertilidad del suelo, esto confirma que las plántulas aun siendo pequeñas no muestran exigencia en sustratos. Sin embargo para el estudio, asumimos que la arena de alguna manera contribuye en un mayor desarrollo de las raíces, dando condiciones favorables de porosidad y aireación del sustrato.

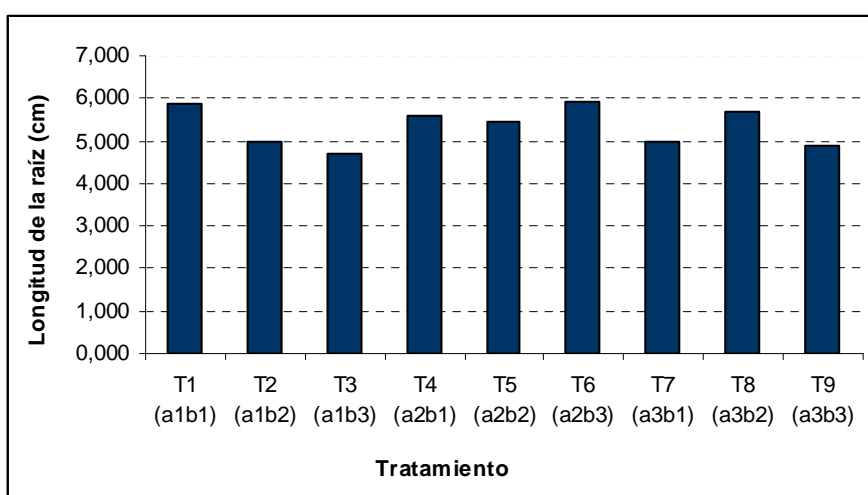
Cuadro 21: Promedios de longitud de la raíz para los diferentes sustratos con la prueba de Duncan.

Factor B	Longitud de la raíz (cm)	Duncan (5%)
b₂ : 2 tierra del lugar: 3 turba: 2 arena.	6,33	A
b₁ : 1 tierra del lugar: 3 turba: 1 arena.	5,64	B
b₃ : Solo tierra del lugar.	5,23	B

Fuente: Elaboración propia con base en datos de campo (2010)

El efecto de los sustratos y los tratamientos pre-germinativos en el desarrollo de la longitud de raíz, se puede observar en el grafico 6, donde existe una baja diferencia entre los tratamientos (< 2 cm), lo que nos permite inferir que todos los tratamientos tienen un mismo comportamiento en el desarrollo de las longitudes. Por tanto la aplicación sea de turba, arena y tierra del lugar es indiferente, y todos favorecen en la misma magnitud.

Grafico 6: Promedios de la longitud de raíz por tratamientos pre-germinativos y sustratos



Fuente: Elaboración propia con base en datos de campo (2010).

5.2.5 Distancia de las raicillas.

El efecto de los tratamientos pre-germinativos en el desarrollo de las distancias de raicillas para la longitud de raíz principal, muestra que la mayoría de las raicillas presentan distancias promedio de 1 a 2 cm, con 5 - 6 raicillas distribuidas sobre el eje de la raíz de las plántulas (Ver Anexo 6: fig. 18).

El análisis de varianza, presenta diferencias altamente significativas en los tratamientos pre-germinativos, no así en los diferentes sustratos que no presentaron ninguna diferencia significativa, pero en la interacción de los tratamientos pre-germinativos y diferentes tipos de sustratos existen diferencias estadísticamente significativas.

La cifra de 12,46 % en el coeficiente de variación demuestra que todas las unidades experimentales tuvieron un manejo dentro lo esperado en la variable distancia de las raicillas ver cuadro siguiente.

Cuadro 22: Análisis de varianza para la distancia de las raicillas en plántulas.

FV	GL	SC	CM	Fc	Pr > F
Factor A (Tratamientos pre-germinativos)	2	7,01915	3,509575	77,58	0,0001 **
Factor B (Tipos de sustratos)	2	0,00185	0,000925	0,02	0,9798 NS
Factor A*Factor B	4	0,23200	0,058000	1,28	0,3016 *
Error experimental	27	1,22140	0,045237		
Total	35	8,47440			
					CV = 12.46%

Fuente: Elaboración propia con base en datos de campo (2010)

El tratamiento pre-germinativo mostró efecto en el desarrollo de las raicillas especialmente en el tratamiento a2 con 2,33 cm, que se diferencia de a1 y a3 de 1,43 y 1,41 cm estos dos últimos no presentan diferencias significativas (ver cuadro 23).

Cuadro 23: Promedios de distancia de las raicillas para los tratamientos pre-germinativos con la prueba de Duncan.

Factor A	Distancia de raicillas (cm)	Duncan (5%)
a ₂ : Sumersión en agua hirviendo durante un minuto.	2,33	A
a ₁ : Remojo en agua fría durante 72 horas.	1,43	B
a ₃ : Sin ningún tipo de tratamiento.	1,41	B

Fuente: Elaboración propia con base en datos de campo (2010)

En el cuadro 24, se presentan las comparaciones para las raicillas, donde se evidencia que existe un promedio similar en los tres sustratos aplicados, siendo el orden de importancia; b2, b1 y b3. En este sentido podemos indicar, que para el desarrollo de las raicillas, la especie no es exigente en cuanto a la fertilidad del sustrato.

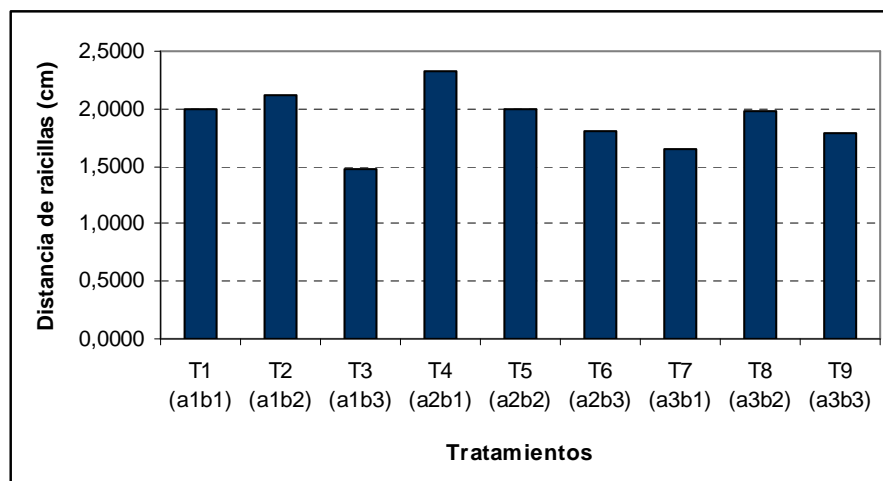
Cuadro 24: Promedios de distancia de las raicillas para diferentes sustratos con la prueba de Duncan.

Factor B	Distancia de raicillas (cm)	Duncan (5%)
b₂ : 2 tierra del lugar: 3 turba: 2 arena.	1,71	A
b₁ : 1 tierra del lugar: 3 turba: 1 arena.	1,71	A
b₃ : Solo tierra del lugar.	1,70	A

Fuente: Elaboración propia con base en datos de campo (2010)

Por otra parte en el grafico 8 se tiene el comportamiento de los tratamientos en el desarrollo de las raicillas, donde el tratamiento T4 alcanza un valor superior a los demás tratamientos en aproximadamente (1 cm) de diferencia.

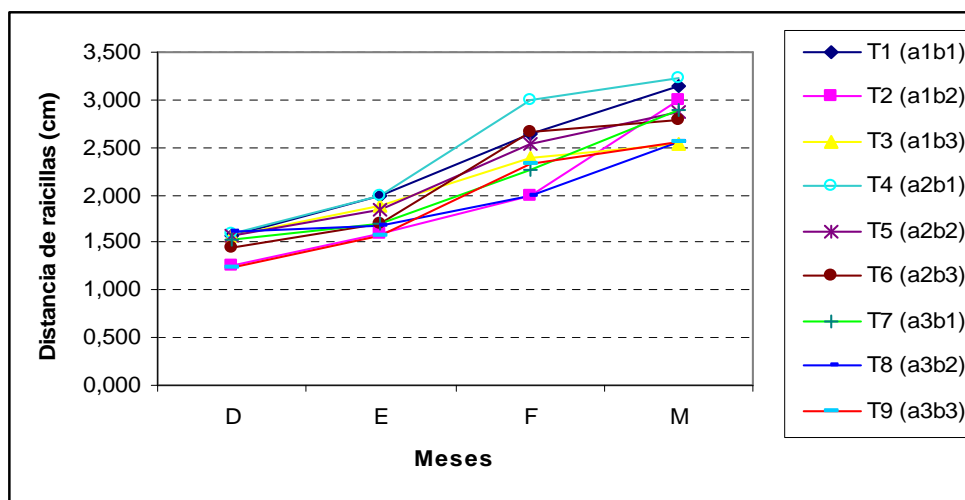
Grafico 7: Promedios de distancia de raicillas para tratamientos pre-germinativos y sustratos



Fuente: Elaboración propia con base en datos de campo (2010).

El desarrollo de las raicillas con la aplicación de diferentes tratamientos pre-germinativos y sustratos influyeron en el aumento de las raicillas, por otra parte la dinámica de crecimiento en los 9 tratamientos fue lento para 4 meses de registro. En el grafico 9 se muestra el incremento en longitud de las raicillas, donde el T4 es el que tiene mayor desarrollo de los demás tratamientos.

Grafico 8: Dinámica de crecimiento para la distancia de raicillas por tratamientos



Fuente: Elaboración propia con base en datos de campo (2010).

5.3 Emergencia de plántulas para diferentes tiempos

5.3.1 Emergencia para 30 días.

El análisis de varianza del cuadro 25, presenta diferencias altamente significativas en los tratamientos pre-germinativos, mientras que en los diferentes tipos de sustratos y la interacción de tratamientos pre-germinativos y sustratos, no existen diferencias significativas en la emergencia a los 30 días después de la siembra.

Este contexto en el coeficiente de variación de 13.39 % de la emergencia de plántulas a los 30 días, indican que las unidades experimentales han tenido un buen manejo durante el ciclo de evaluación de la investigación.

Cuadro 25: Análisis de varianza para la emergencia de plántulas a los 30 días.

FV	GL	SC	CM	Fc	Pr > F
Factor A (Tratamientos pre-germinativos)	2	47998,3889	23999,1944	1743,05	0,0001 **
Factor B (Tipos de sustratos)	2	16,722222	8,361111	0,61	0,62 NS
Factor A*Factor B	4	34,777778	8,694444	0,63	0,6443 NS
Error experimental	27	371,75000	13,76851		
Total	35	48421,638			
					CV = 13,39%

Fuente: Elaboración propia con base en datos de campo (2010)

El cuadro 26 presenta las comparaciones mediante la prueba de Duncan a un nivel de significancia del 5 % para los promedios de emergencia a los 30 días.

Así mismo, se muestra la efectividad del tratamiento sumersión en agua hirviendo durante un minuto, que permitió una mayor velocidad y frecuencia en la germinación. Del total de semillas en el tratamiento (100 semillas), a los 30 días se obtuvo una emergencia del 79,33 %, superando a los tratamientos a3 y a1 que en este mismo tiempo, no alcanzaron ni el 2 % de emergencia (anexo 6: fig. 7, 8 y 14).

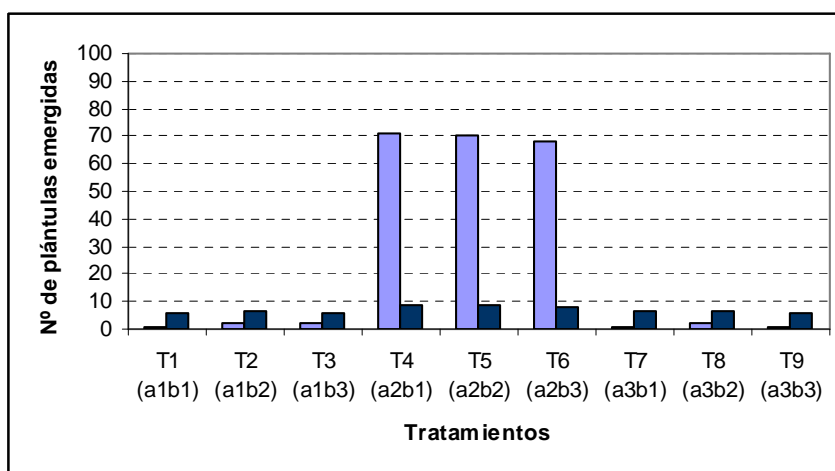
Cuadro 26: Promedios de emergencia a los 30 días para los tratamientos pre-germinativos con la prueba de Duncan.

Factor A	Emergencia de plántulas (%)	Duncan (5%)
a2: Sumersión en agua hirviendo durante un minuto.	79,33	A
a3: Sin ningún tipo de tratamiento.	1,92	B
a1: Remojo en agua fría durante 72 horas.	1,83	B

Fuente: Elaboración propia con base en datos de campo (2010)

En el caso de los diferentes sustratos, estos influyeron en la emergencia de las plántulas por igual, aun cuando los estos presentan proporciones de turba y las que no presentan, su aporte al desarrollo no existe diferencias significativas, mientras que el número de plántulas emergidas con la aplicación de tratamientos pre-germinativos presenta una gran diferencia como se puede apreciar en el grafico 9.

Grafico 9: Emergencia a los 30 días con diferentes tratamientos



Fuente: Elaboración propia con base en datos de campo (2010).

De manera general, la emergencia de plántulas en esta especie, ocurre a los 20 días posteriores a la siembra; especialmente en los T4, T5 y T6, tubo mayor efecto con la aplicación de tratamiento pre-germinativos; sumersión en agua hirviendo durante un minuto, donde la mayoría de las estructuras independientes aumentan su valor y frecuencia a los 30 días después de la siembra. La mayor densidad de plántulas en estos tratamientos hace que su desarrollo sea lento por la competencia de nutrientes y otros factores.

Mientras que en los tratamientos T1, T2, T3, T7, T8 y T9 con tratamiento pre-germinativo; remojo en agua fría durante 72 horas y sin ningún tipo de tratamiento, su crecimiento se inicio a los 30 días incrementándose a los 45 días, con menor densidad de plántulas por lo cual alcanzo mayor desarrollo y se nivelo con los primeros tratamientos mencionados anteriormente.

5.3.2 Emergencia para 60 días.

La emergencia a los 60 días se presenta en el cuadro 27, donde se muestran los resultados del análisis de varianza.

Cuadro 27: Análisis de varianza en la emergencia de plántulas para los 60 días.

FV	GL	SC	CM	Fc	Pr > F
Factor A (Tratamientos pre-germinativos)	2	67044,056	33522,0278	10493,85	0,0001 **
Factor B (Tipos de sustratos)	2	22,888889	11,4444444	3,58	0,0417 *
Factor A*Factor B	4	42,444444	10,6111111	3,32	0,0246 *
Error experimental	27	86,250000	3,19444444		
Total	35	67195,638			
					CV = 4,79%

Fuente: Elaboración propia con base en datos de campo (2010)

Los promedios de emergencia a los 60 días, muestran diferencias altamente significativas para el tratamiento pre-germinativo y diferencia estadísticamente significativa en los diferentes tipos de sustratos así como en la interacción de los tratamientos por tipos de sustratos para el desarrollo de plántulas.

El coeficiente de variación se tiene 4,79 % lo cual indica que los datos de promedios en la emergencia a los 60 días después de la siembra, han tenido un buen manejo.

En el cuadro 28, se observa para los 60 días los reportes de la emergencia, que ascendió al 98,33 % para el tratamiento sumersión en agua hirviendo durante un minuto, mientras que el tratamiento remojo en agua fría durante 72 horas y sin ningún tratamiento, alcanzaron un porcentaje menor al 8 %. Los porcentajes de emergencia muestran un comportamiento; para a2 que presenta mayor diferencia respecto de a3 (7,25 %) y a1 (6,33 %), estos últimos no presentan diferencias significativas.

Cuadro 28: Promedios de emergencia a los 60 días para los tratamientos pre-germinativos con la prueba de Duncan.

Factor A	Emergencia de plántulas (%)	Duncan (5%)
a ₂ : Sumersion en agua hirviendo durante un minuto.	98,33	A
a ₃ : Sin ningún tipo de tratamiento.	7,25	B
a ₁ : Remojo en agua fría durante 72 horas.	6,33	B

Fuente: Elaboración propia con base en datos de campo (2010)

Los diferentes sustratos, mostraron una ligera diferencia en los promedios de emergencia; b₂ con (38,42 %) que se diferencia de los sustratos, b₃ (36,92 %) y b₁ (36,58 %) en los dos últimos no existen diferencias significativas en la emergencia a los 60 días. Esto sustenta claramente que b₃, no tiene ninguna proporción de turba y su aporte al desarrollo de la planta es igual a b₁ y b₂ que presentan cantidades iguales de turba, como se muestra en el cuadro 29.

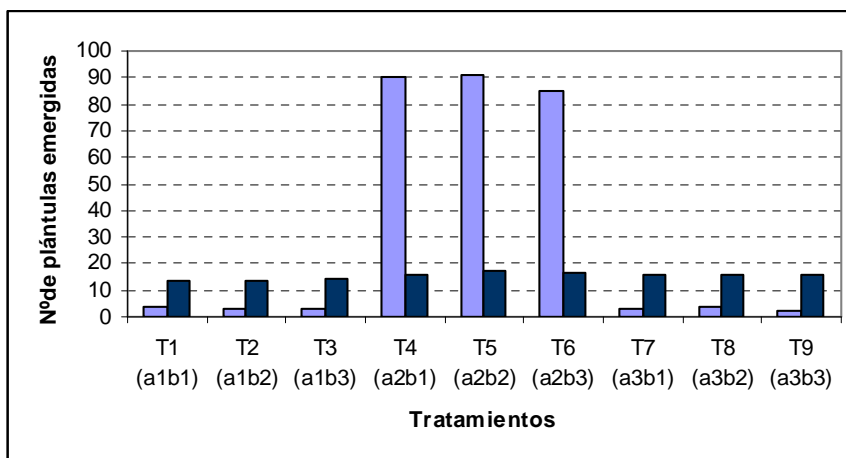
Cuadro 29: Promedios de emergencia a los 60 días para los diferentes sustratos con la prueba de Duncan.

Factor B	Emergencia de plántulas (%)	Duncan (5%)
b ₂ : 2 tierra del lugar: 3 turba: 2 arena.	38,42	A
b ₃ : solo tierra del lugar.	36,92	B
b ₁ : 1 tierra del lugar: 3 turba: 1 arena.	36,58	B

Fuente: Elaboración propia con base en datos de campo (2010)

El desarrollo de la emergencia para 60 días es por igual en los 9 tratamientos, mientras que el número de plántulas emergidas es mayor en T₄, T₅ y T₆ como se presenta en el grafico 10.

Grafico 10: Emergencia a los 60 días con diferentes tratamientos



Fuente: Elaboración propia con base en datos de campo (2010)

5.3.3 Emergencia para 90 días.

Los resultados de análisis de varianza para la emergencia a los 90 días, mostraron diferencias altamente significativas en tratamientos pre-germinativos, mientras que en los diferentes sustratos y la interacción de ambos, tienen diferencias estadísticamente significativas, con un coeficiente de variación de 5,52 % (Ver cuadro 30).

Cuadro 30: Análisis de varianza en la emergencia de plántulas para los 90 días.

FV	GL	SC	CM	Fc	Pr > F
Factor A (Tratamientos pre-germinativos)	2	66614,000	33307,000	743,14	0,0001 **
Factor B (Tipos de sustratos)	2	21,166667	10,583333	2,36	0.9135 *
Factor A*Factor B	4	43,833333	10,958333	2,45	0,0707 *
Error experimental	27	121,00000	4,4814814		
Total	35	66800,000			
					CV = 5,52%

Fuente: Elaboración propia con base en datos de campo (2010)

La emergencia de plántulas a los 90 días se mantuvo casi constante para los tratamientos pre-germinativos, además la disminución progresiva del tratamiento a2, indica que la mayoría de las semillas ya germinaron, de las 100 semillas almacenadas en cada tratamiento, por tanto se tiene un 99,17 % de emergencia. Sin embargo en los tratamientos a3 y a1 se incremento solo en 1 % (Ver cuadro 31).

Cuadro 31: Promedios de emergencia a los 90 días para los tratamientos pre-germinativos con la prueba de Duncan.

Factor A	Emergencia de plántulas (%)	Duncan (5%)
a2: Sumersion en agua hirviendo durante un minuto.	99,17	A
a3: Sin ningún tipo de tratamiento.	8,17	B
a1: Remojo en agua fría durante 72 horas.	7,67	B

Fuente: Elaboración propia con base en datos de campo (2010)

El tratamiento a1; remojo en agua fría durante 72 horas, no presenta ninguna influencia en la emergencia de plántulas, comportándose igual que a3 que no presenta ningún tratamiento pre-germinativo, por tanto no es muy eficiente en la ruptura de la dormancia física, en semillas de *P. lophanta*. Al respecto CATIE (2000), McDonald (2000) & Willan (2000) citado por Navarro (2002), indican que la familia de *Leguminosas*, presenta dormancia física, lo cual impide completamente la imbibición de agua y a veces el intercambio gaseoso, y sin estos dos últimos procesos la germinación es imposible, además presentan una cubierta seminal dura y cutinizada impidiendo la imbibición del agua y el intercambio gaseoso, por lo tanto la germinación es imposible y mucho menos la emergencia en las semillas.

Los diferentes sustratos mostraron una diferencia mínima de 38,42 % de emergencia para b2, versus b1 (37,83 %) y b3 (37,75 %), existiendo una diferencia menor al 3%. (Ver cuadro 32).

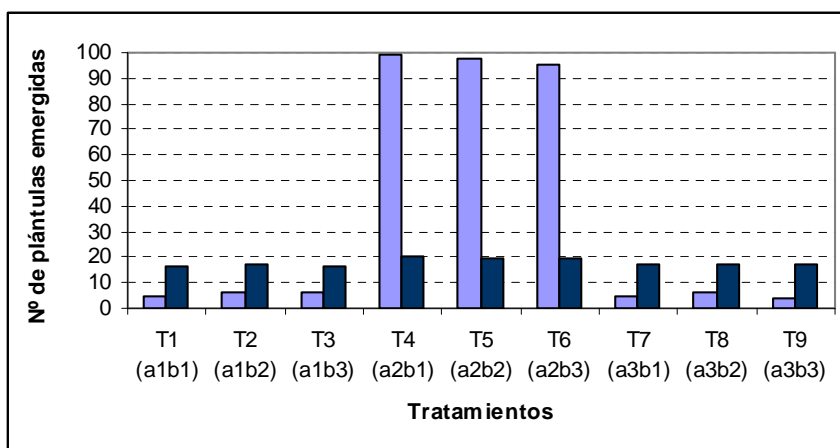
Cuadro 32: Promedios de emergencia a los 90 días para los diferentes sustratos con la prueba de Duncan.

Factor B	Emergencia de plántulas (%)	Duncan (5%)
b2: 2 tierra del lugar: 3 turba: 2 arena.	38,42	B
b1: 1 tierra del lugar: 3 turba: 1 arena.	37,83	A
b3: Solo tierra del lugar.	37,75	A

Fuente: Elaboración propia con base en datos de campo (2010)

En el grafico 11 se presenta el número de plántulas emergidas a los 90 días, observándose que T4, T5 y T6 a los cuales se aplico el tratamiento pre-germinativo sumersión en agua hirviendo durante un minuto alcanzo mayor numero en la emergencia.

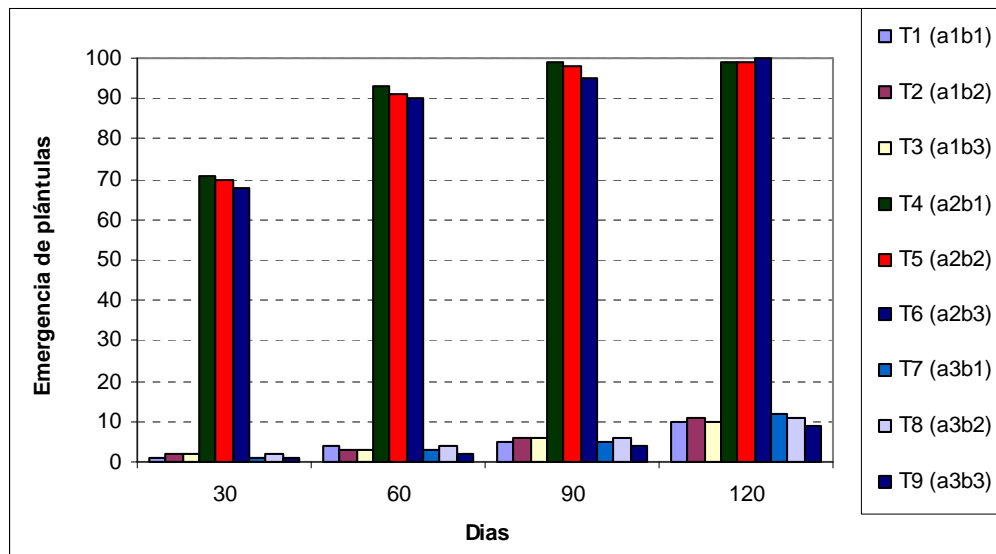
Grafico 11: Emergencia a los 90 días con diferentes tratamientos



Fuente: Elaboración propia con base en datos de campo (2010)

Posterior a la evaluación de la emergencia, en tiempos de 30, 60 y 90 días, se ha dado continuidad hasta los 120 días, en este ultimo periodo se ha observado que los tratamientos; T4, T5 y T6, han logrado alcanzar un equilibrio en el porcentaje de emergencia del 100% y los demás se incrementaron en 14 y 17 % (Ver grafico 12).

Grafico 12: Comparación de promedios de la emergencia de plántulas para distintos tiempos



Fuente: Elaboración propia con base en datos de campo (2010)

5.3.4 Días a la formación de las primeras hojas verdaderas.

En el cuadro 33 se tiene el análisis de varianza para el número de hojas en plántulas de la especie en estudio, donde muestran diferencias altamente significativas en los tratamientos pre-germinativos, en los diferentes sustratos y la interacción de tratamientos pre-germinativos por sustratos presenta diferencias estadísticamente significativas, con un coeficiente de variación de 11.05 % que refleja un buen manejo de las unidades experimentales.

Por otra parte el desarrollo de las hojas es muy lento, al inicio de la emergencia presenta dos hojas falsas compuestas paripinnadas, posteriormente se desarrolla una hoja verdadera bicompueta parabipinnada (Ver Anexo 6: fig. 6, 9, 10 y 16). El intervalo de tiempo en la aparición de nuevas hojas verdaderas dura entre 20 a 25 días, asimismo, se establece que a los 120 días la máxima altura que se tiene en una plántula es de 25 cm conformando un total de 4 hojas verdaderas, la mínima es de 14 cm con 2 hojas verdaderas.

Cuadro 33: Análisis de varianza para el número de hojas en plántulas.

FV	GL	SC	CM	Fc	Pr > F
Factor A (Tratamientos pre-germinativos)	2	2,3889	1,1944	9,92	0.0006 **
Factor B (Tipos de sustratos)	2	0,2222	0,1111	0,92	0.9095 *
Factor A*Factor B	4	0,4444	0,1111	0,92	0.4650 *
Error experimental	27	3,2500	0,12037		
Total	35	6,3055			
					CV = 11.05%

Fuente: Elaboración propia con base en datos de campo (2010)

En el cuadro 34, se observa un promedio de de 3 a 4 hojas, destacando en la especie las hojas bicompuestas paribipinnadas, lo cual hace que las plántulas se retracen en el desarrollo de las hojas. El tratamiento pre-germinativo influyo en el desarrollo de las hojas, donde se tiene 4 hojas para a2 que se diferencia de a3 y a1 con 3 hojas en los mismos no existe diferencias significativas

Cuadro 34: Promedios de número de hojas para tratamientos pre-germinativos con la prueba de Duncan.

Factor A	Numero de hojas	Duncan (5%)
a ₂ : Sumersion en agua hirviendo durante un minuto.	4	A
a ₃ : Sin ningún tipo de tratamiento.	3	B
a ₁ : Remojo en agua fría durante 72 horas.	3	B

Fuente: Elaboración propia con base en datos de campo (2010)

Se establece que los diferentes tipos sustratos, influyen en el desarrollo de las hojas. El cuadro siguiente, permite apreciar que en los sustratos b3, b2 y b1, no existen diferencias significativas en el número de las hojas.

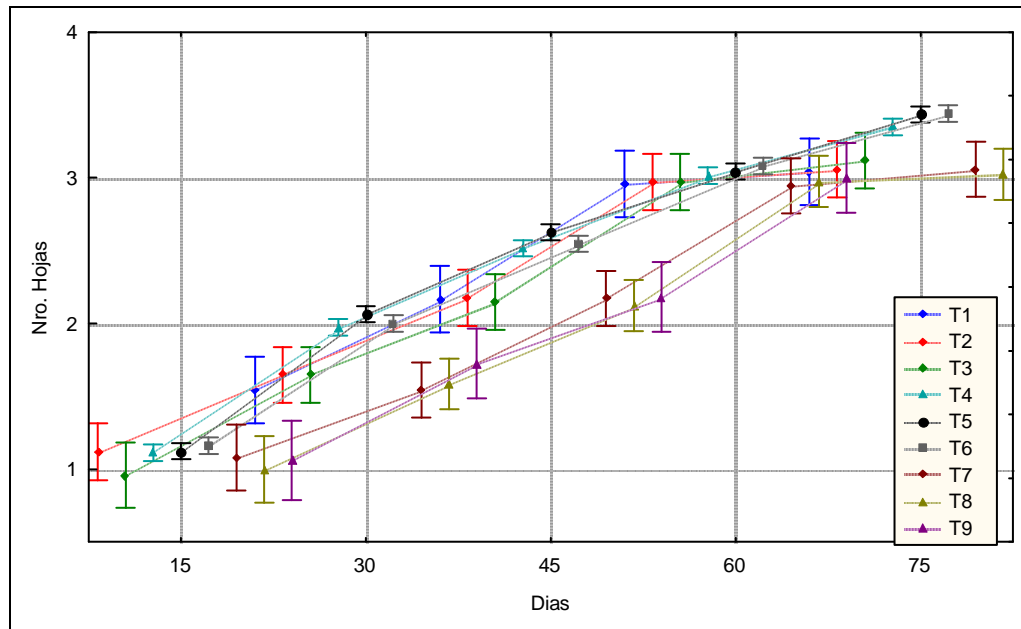
Cuadro 35: Promedios de número de hojas para diferentes sustratos.

Factor B	Numero de hojas	Duncan (5%)
b₃ : Solo tierra del lugar.	3	A
b₂ : 2 tierra del lugar: 3 turba: 2 arena.	3	A
b₁ : 1 tierra del lugar: 3 turba: 1 arena.	3	A

Fuente: Elaboración propia con base en datos de campo (2010)

En el grafico 5, se muestra el desarrollo gradual en el numero de hojas por distintos periodos de tiempo, donde los tratamientos T4, T5 y T6 alcanzaron un promedio de 3 - 4 hojas a los 75 días, mientras que los tratamientos T1, T2, T3, T7, T8 y T9 alcanzaron 3 hojas en este mismo periodo de tiempo. Los tratamientos pre-germinativos y sustratos influyeron en el desarrollo de las hojas, donde los tres sustratos aportaron por igual al incremento del número de hojas (Ver Anexo 6: fig. 17).

Grafico 13: Efecto de tratamiento pre-germinativo y sustratos para los promedios del número de hojas.



Fuente: Elaboración propia con base en datos de campo (2010)

5.4 Características dendrológicas de la especie de *P. lophanta*.

5.4.1 Dendrologia.

a) Árbol.

El árbol es mediano semiperennifolio, con una altura promedio de 9 m aproximadamente (fig. 2), de tronco cilíndrico, copa rala algo aparasolada, y la dirección de su crecimiento es erguido, en la madurez presenta las ramas inclinadas hacia abajo como se observa en el cuadro 36. Se registró características de 10 individuos; altura total y comercial, diámetro a la altura de pecho (DAP).

En la Estación Experimental de Cota Cota de la Facultad de Agronomía se ha contabilizado un total de 38 árboles de diferentes categorías de tamaño, para el trabajo se ha realizado medición a un número de 10 individuos, en los cuales se tiene un promedio en altura total de 9 m, altura comercial de 1,40 m y 15,40 cm de (DAP).



Figura 2: Árbol de *P. lophanta*.

Cuadro 36: Alturas y diámetro de árboles de *P. lohanta*.

Árboles de <i>P. lohanta</i>	Altura total (m)	Altura comercial (m)	Diámetro (cm)
1	9,23	1,80	20,50
2	7,34	1,40	17,50
3	6,50	1,30	14,30
4	9,10	1,60	18,90
5	6,16	1,28	13,60
6	5,23	1,25	12,50
7	5,34	1,25	12,50
8	8,50	1,50	17,80
9	5,40	1,30	12,60
10	6,50	1,35	13,50

Fuente: Elaboración en base a datos de campo (2010).

De manera complementaria, se ha establecido la edad aproximada para un individuo de 9,23 m de altura, al cual se asume que la especie tiene una edad aproximada de 25 años para este tipo de ecosistema, resultados que se asemejan a los que indican Hurrell & Lahitte (2002), en la republica de Argentina – Buenos Aires, donde la especie alcanza alturas de 7 - 8 m, por lo cual esta especie presenta alturas superiores respecto al lugar de origen, según Schrire et al. (2005), donde la especie presenta en promedio los 5 m de altura.

b) Corteza.

Las características de la corteza son de de color castaño, más o menos lisa en algunas partes se pone áspero. La corteza interna es delgada, con textura fibrosa de color amarillo blanquecino el mismo no presenta ningún olor perceptible al sentido del tacto y el olfato (fig. 3 y 4).



Figura 3: Corteza de la madera



Figura 4: Sección transversal

c) Ramas.

Las ramas de la especie están dispuestas de forma simpódica a lo largo de la copa del árbol. Cuando las plantas son jóvenes, las ramas tienen una coloración de castaño a rojizo intenso, y cuando llegan a ser adultos predomina el castaño, de alguna manera condicionada por las estaciones del año.



Figura 5: Ramas de árbol adulto.

d) Hojas.

Las hojas están dispuestas en cada rama de forma alterna, las cuales son bicompuestas paribipinnadas; yemas bien desarrolladas, con pecíolo grueso prolongándose para formar el raquis primario de 24 cm de largo, y un peciolulo con 7 a 10 pares de pinnas o foliolulos dispuestas en forma opuesta en un raquis secundario de 7 a 12 cm de longitud, en las mismas están dispuestas de 15 a 30 pares de foliolos opuestos de 1 cm, la hoja presenta un margen liso; con el haz de color verde oscuro y el envés de verde claro (fig. 6). Características similares, presentan los autores (Hurrell & Lahitte, 2002).



Figura 6: Hoja bicompuesta

e) Ramas florales.

En las ramas están dispuestas las hojas separadas por yemas axilares, de las cuales se originan las ramas florales pequeños racimos cilíndricos de 4 a 6 cm de longitud con 2 a 3 inflorescencias, estas a su vez presenta al inicio de la maduración un color rojizo posteriormente se tornan de color castaño claro (fig. 7 y 8).



Figura 7: floración.



Figura 8: desarrollo de la flor.

f) Inflorescencia.

La especie de *P. lophanta* presenta flores pequeñas seciles con 50 a 70 flores dispuestas en las ramas florales formando una inflorescencia cimosa simple, pedunculada y densa de color amarillo claro en la base, a verde claro en los estambres, cuando estas son maduras presentan un color amarillo claro, con gran número de estambres soldados en su base de 135 a 150 estambres sobresalientes en plumerillo de 1.2 cm de longitud. Resultados que coinciden con lo redactado por (Hurrell y Lahitte, 2002) & (Dimitri, 1978).



Figura 9: Flor.



Figura 10: Desarrollo de la inflorescencia.

Además presenta los órganos de fijación; el pedúnculo y tálamo plano muy pequeño en el cual se acomoda la flor con un solo pistilo bien desarrollado con ovario de color rojo claro, un estilo de 1.8 cm de longitud (fig. 9 y 10).

g) Fruto y semillas.

Los frutos son vainas o legumbres dehiscentes, aplanadas, de color castaño rojizo, con una longitud de 4 a 12 cm por 1,5 a 2 cm de ancho, que contiene 6 a 15 semillas de color negro brillante (fig. 11), resultados que coinciden con lo que indica (Dimitri, 1978), vainas de 5 a 11 cm de longitud, produciendo gran cantidad de semillas.



Figura 11: Estados de maduración de frutos, dehiscencia y semillas.

h) Fenología.

En base al seguimiento de individuos de esta especie en espacios de Cota Cota, se ha observado que la floración ocurre con mayor intensidad entre los meses de febrero a marzo, sin embargo también vuelve a florecer entre los meses de agosto a septiembre. El envainado, ocurre posterior a los periodos de floración, presentándose la dehiscencia de frutos para el primer caso en junio y para el segundo en diciembre.

Al respecto Hurrell & Lahitte (2002), indican que en territorios del país de Argentina, la especie de *P. lophanta* florece únicamente en la estación de otoño (marzo).

Esta diferencia en la fonología, podemos asumir que los individuos observados en áreas de Cota Cota, se encuentran distribuidos a lo largo de la micro cuenca del Jillusaya, donde existen mayor humedad y condiciones edafoclimaticas favorables por su configuración de Valle Cerrado.

5.4.2 Identificación de las características de la madera.

5.4.2.1 Caracteres organolépticos de la madera.

Se puede observar en la madera la albura en la parte periférica, con un color amarillo blanquecino y en la parte del duramen marrón claro, en la madera seca no se puede percibir el olor ni sabor, sin embargo cuando el árbol recién cortado tiene un sabor picante.

La madera presenta un lustre o brillo moderado, con grano recto, de textura fina y no presenta veteado (fig. 3).

5.4.2.2 Características microscópicas de la madera.

Las observaciones realizadas en la madera, se puede observar los anillos de crecimiento cuando esta humedecida, presenta poros pequeños, solitarios, moderadamente numerosos, solo se puede observar con lupa de 10 aumentos, y se puede observar un parénquima axial o tejido claro de tipo apotraqueal.

5.5 Determinación de los usos actuales de la especie *P. lophanta*.

Respecto a los usos en esta especie, en base a observación en áreas de la Estación Experimental de Cota Cota y revisión bibliográfica, podemos destacar lo siguiente:

1) Protección de lechos de río, esta práctica se observa a lo largo de la micro cuenca del Jillusaya, al oeste del Campus Universitario, asociados con árboles del género *Eucalyptus* sp, *Acacia melanoxylon* y *Acacia retinoides*, formando cinturones de protección en línea en sentido del curso de agua.

2) Cercos vivos, establecida en años anteriores alrededor de las parcelas para reducir la velocidad de los vientos y el aporte de materia orgánica a partir de la descomposición de la hojarasca. Este mismo aspecto resaltan Avendaño & Acosta (2000), destacando esta especie leguminosa en zonas de México, para uso en cercas vivas, forraje, leña, sombra, conservación del suelo y en la fijación de nitrógeno al suelo.

3) Recuperación de suelos, siendo una especie leguminosa capaz de adaptarse a distintos ecosistemas, esta favorece también en la recuperación de suelos pobres en nutrientes y erosionados, como lo indica Lamprecht (1990), considerándola como especie mejoradora de los suelos.

4) Sistemas agroforestales, la especie participa en estos sistemas de forma asociada a otros del género *Acacia*, alrededor de cultivos anuales y perennes en la micro cuenca del Jillusaya. Según Palomeque (2009), esta especie es empleada en sistemas agroforestales, también forma parte de los llamados agrosilvopastoriles, por su cualidad forrajera en la alimentación del ganado.

Los árboles de la especie de *P. lophanta* se emplea como ornamental, debido a la presencia de gran cantidad de flores convirtiéndola en un árbol elegante, por lo que Dimitri (1978), indica que la especie de *P. lophanta*, es un arbolito elegante apto para la dunicultura o para adornos en regiones expuestas.

6. CONCLUSIONES.

Bajo el análisis y discusión de los resultados con otras investigaciones referidas al presente estudio, podemos concluir los siguientes aspectos sobresalientes:

1) En la determinación de las características de calidad de semillas de *P. lophanta*, mostraron valores reales de 95 % de pureza, 99.75% de semillas viables, 11. 931 semillas por kilogramo y 98 % de germinación con la aplicación de tratamiento pre-germinativo (sumersión en agua hirviendo durante un minuto), este tratamiento superó a los demás tratamientos pre-germinativos.

2) El tratamiento pre-germinativo; sumersión en agua hirviendo durante un minuto, se constituye en un tratamiento muy efectivo, ya que influyo en todas las variables de estudio, incrementando la germinación al 99 %, donde este tratamiento eliminó completamente la dormancia física y permeabilidad de las semillas, permitiendo mayor velocidad en la germinación y desarrollo de Plántulas, a diferencia de los tratamientos (remojo en agua fría durante 72 horas) y (sin ningún tratamiento pre-germinativo), alcanzaron mayor porcentaje de emergencia a los 120 días después de la siembra con 17 y 14 % de emergencia.

3) El aporte de diferentes sustratos fue mínimo en los parámetros de estudio con diferencias significativas, solo con un 46 % en la germinación, aun cuando estos presentaban buenas cantidades de tuba, su comportamiento fue igual que el sustrato b3 el mismo no presenta ninguna cantidad de turba, sin embargo para el desarrollo de distancia de raicillas no existen diferencias significativas con la aplicación de diferentes sustratos.

4) La emergencia de Plántulas se inicio a los 20 días estabilizándose a los 30 días después de la siembra, donde el tratamiento pre-germinativo (sumersión en agua hirviendo durante un minuto), mejoro considerablemente al desarrollo de las plántulas, contando con promedios de 2 hojas falsas y una altura de 5 cm al inicio de la emergencia posteriormente alcanzó a 3 hojas y altura de 16 cm a los 90 días después de la siembra.

Los tratamientos (remojo en agua fría por 72 horas) y (sin tratamiento pre-germinativo), alcanzaron mayor número de hojas a los 120 días después de la siembra con altura promedio de 25 cm y 4 hojas bicompuestas paribipinnadas.

5) Al analizar las características dendrológicas, podemos mencionar que es un árbol semiperennifolio, que florece con mayor intensidad en los meses de febrero a marzo, y presenta alturas y diámetros poco comerciales, a pesar que presenta características favorables para la producción maderera.

6) Los usos en la actualidad de la especie *P. lophanta* son empleados sobre todo en el manejo integral de cuencas (MIC); la protección de lechos de ríos, cercos vivos, recuperación de los suelos, sistemas agroforestales y ornamenta en las áreas expuestas.

7. RECOMENDACIONES.

- 1) Se recomienda continuar con investigaciones que permitan acelerar el porcentaje de germinación y el desarrollo rápido de plántulas, en la especie de *Paraserianthes lophanta* en diferentes ecosistemas del departamento de La Paz.
- 2) Estudiar el comportamiento de la emergencia de plántulas, con la aplicación de otros tratamientos pre-germinativo, enfocados a la ruptura de dormancia de las simientes, con visiones a realizar recomendaciones aplicables a grandes lotes de semillas.
- 3) Se recomienda aplicar camas de almacigueras o semilleros sobre el nivel del suelo que pueden ser construidas; de mampostería, revocadas y adobes fáciles de construir y especialmente, que sean favorables al desarrollo de la germinación y emergencia en semillas de diferentes especies forestales.
- 4) Continuar esta secuencia de estudio en otras especies de leguminosas con potencial genético para su inclusión en los actuales sistemas agrosilvopastoriles. Asimismo para desarrollar medidas de adaptación al cambio climático en ecosistemas del altiplano, donde existen limitaciones en la disponibilidad de alimentos para la ganadería.
- 5) Realizar investigaciones relacionadas a la dendrología de la especie de *P. lophanta* especialmente en la parte de semillas, ya que presenta características favorables para combatir plagas (larvas).

8. BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA.

AVENDANO, S. & I. ACOSTA. 2000. Plantas utilizadas como cercas vivas en el estado de Veracruz, Madera y Bosques, Instituto de Ecología A. C. Xalapa - México 6(001): 71p.

ALEMAN, F., DELGADO, M., GALLO, R., NINA, R., RIVERO, L., SALINAS, J. & W. TORREZ. 2005. Establecimiento y manejo de fuentes semilleros. Programa Nacional de Semillas, Centro de Semillas Forestales, BASFOR/ESFOR. Editorial Poligraf. Cochabamba, Bolivia. 22p.

ARAOS, S. D., & O. T. DEL LONGO, 2006. Tratamientos pre-germinativos para romper la dormancia física impuesta por el endospermo en *Ziziphus mistol* Grisebach, Facultad de Ciencias Agropecuarias Universidad Nacional de Córdoba, Buenos Aires – Argentina, Revista de Ciencias Forestales – Quebracho 13: 56 - 65 pp.

APARICIO, A., CRUZ, H., & J. ALBA. 1999. Efecto de seis sustratos sobre la germinación de *Pinus patuca* SCH. ET CHAM., *Pinus montezumae* LAMB. Y *Pinus Pseudostrobus* LINDL. En condiciones de viveros, Universidad de Veracruzana Xalapa - México. Revista Foresta Veracruzana 1(002): 35 p.

BAUDET, L. 2003. Universidad Federal de Pelotas (UFPel) Brasil, Programa Nacional de Semillas Bolivia, Curso de Especialización en Ciencia y Tecnología de Semillas por tutoría a distancia, modulo 7 - Almacenamiento de semillas. La Paz – Bolivia, 56 p.

BREVIS ACUÑA, PATRICIO. 2003. Efecto de tratamiento pre-germinativo sobre la germinación de semillas de *Eucryphia glutinosa* (Poepp. et Endl.) Baillon. Bosque (Valdivia), Revista Valdivia 24(2): 55p. Disponible en (<http://www.scielo.cl/scielo>).

CLAVIJO, A 1999. Estudio dendrológico y anatomía de las especies molle (*Schinus molle*), aliso (*Agnus acuminata*), algarrobo (*Prosopis laevigata*), soto (*Schinopsis haenkeana*), y jaranda (*Jacaranda mimosifolia*). Tesis de grado para obtener el grado de licenciatura. Universidad Mayor de San Andrés. Facultad de Agronomía. La Paz – Bolivia. 75 p.

DIMITRI, M.1978. Enciclopedia Argentina de agricultura y jardinería, Descripción plantas cultivadas. Tomo 1, Tercera Edición, Editorial ACME. Buenos Aires - Argentina. 651 p.

FREDERICKSEN, T. & B. MOSTACEDO. 2001. Regeneración y Silvicultura de Bosques Tropicales en Bolivia, Proyecto BOLFOR, Editora El Pais, Edición Delicia Gutiérrez, Santa Cruz – Bolivia. Pp: 1-2-11.

FREDERCKSEN, T., CONTRERAS, F., & W. PARIONA. 2001. Guía de selvicultura para Bosques Tropicales de Bolivia, Proyecto BOLFOR, Santa Cruz – Bolivia, 79 p.

FAO - DANIDA, 1991. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación – Centro de Semillas Forestales de DANIDA. Guía para la manipulación de semillas forestales. Estudio FAO Montes. Roma - Italia. 20(2): 149 p.

GONZÁLES, Y. & M. NAVARRO. 2001. Efecto de tratamientos pregerminativos en la ruptura de la dormancia en las semillas de *Albizia lebbbeck*, Estación Experimental de Pastos y forrajes “Indio Htuey” Central España Republicana, Matanzas Cuba, Pp.1-5.

GOITIA, L. 2003. Dasonomía y Silvicultura (texto preliminar), Facultad de Agronomía, Universidad Mayor de San Andrés UMSA, La Paz – Bolivia, p148.

GARCIA, E. 1997. Composición florística y ecología de las comunidades rurales de las calles de la ciudad de La Paz. Revista Ecología en Bolivia 29(2): 19 p.

HERBARIO NACIONAL DE BOLIVIA 2010. Identificación de muestra colectada en la Estación Experimental de Cota Cota; Facultad de Agronomía.

HURRELL, A. & B. LAHITTE. 2002. Leguminosas Nativas y Exóticas, Editorial Colin Sharp – Rodríguez Peña. Editorial LO.LA. (Literatura of latin América). Buenos Aires – Republica de Argentina 11 (94): 115p.

ISTA. 1976. Asociación Internacional de semillas. Roma. Estudio de la FAO Montes 20(3): 458 p.

IBISCH, P. L. & G. MERIDA (eds). 2003. Biodiversidad: La riqueza de Bolivia. Estado de conocimiento y conservación. Ministerio de Desarrollo Sostenible. Editorial FAN, Santa Cruz de la Sierra – Bolivia. 624 p.

JUNTA DE ANDALUCÍA, CONSEJERIA DE MEDIO AMBIENTE. 2004. Andalucía Naturaleza Viva, La Gestión Activa del Medio Natural Andaluz, Editorial www.mmp triana.com, Andalucía – España, 404 p.

LAMPRECHT, H. 1990. Silvicultura en los Trópico, Impresiones GTZ Republica Federal de Alemania. 335 p

NAVARRO, M. 2002. Evaluación del vigor de las semillas de *Albizia lebbbeck* (L.) Benth. Durante la emergencia de plántulas, Tesis presentado en opción al título de Master en pastos y forrajes, Universidad de Matanzas “Camilo Cienfuegos” Estación experimental de pastos y forrajes “Indio Hatuey”, Cuba, 54 p.

OCHOA, R. 2007. Diseños Experimentales. Universidad Mayor de San Andrés, Facultad de Agronomía La paz – Bolivia 299 p.

POMIER, k. 2006. Descripción dendrologica y evaluación germinativa de dos especies de acacia bajo el efecto de dos sustratos y dos tratamientos pre-germinativos. Tesis de grado para obtener el grado de licenciatura. Universidad Mayor de San Andrés. Facultad de Agronomía. La Paz – Bolivia. 82 p.

PALOMEQUE, E. 2009. Sistemas Agroforestales, Sistema agroforestal del café Huehuetan, Chiapas, México. 28 p. disponible: ([epalomeque 4@hotmail.com](mailto:epalomeque4@hotmail.com)).

RODRÍGUEZ, M. 1985. Morfología y anatomía vegetal. Editorial Los amigos del libro. Cochabamba, Bolivia. 280 p.

SÁNCHEZ, Y. & M. RAMÍREZ. 2006. Tratamientos pre-germinativos en semillas de *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit. y *Prosopis juliflora* (Sw.) DC., Universidad del Zulia, Facultad de Agronomía, Estado Zulia, Maracaibo, Venezuela. Revista Fac. Agron. (LUZ) 23: 257-272 pp.

Schrire, B., Lewis, B., Mackender, B. & M. Lock. 2005. Legumes of the World (Plants people possibilities), kew. Editorial (www kewbooks.Com or email publishing @ kew.org.) 103 -104 pp.

SANTANA, M. 2007. Fijación biológica de nitrógeno por leguminosas arbóreas para sombra de Café en Puerto Rico, Tesis sometido en cumplimiento parcial de los requisitos para el grado de Maestro en Ciencias en Agronomía, Universidad de Puerto Rico – Mayagüez. 65 p.

SANABRIA, D., SILVA, R., OLIVEROS, M., & U. MANRIQUE. 2004. Germinación de semillas de las leguminosas arbustivas forrajeras *Cratylia argentea* y *Cassia moschata* sometidas a inmersión en ácido sulfúrico, Instituto Nacional de investigaciones Agrícolas (INIA), Centro de investigaciones Agropecuarias del Estado Monagas, Venezuela Revista Bioagro 16 (3): 225 – 230 pp.

TAISMA, A. 2007. Morfología de unidades de inflorescencia, flores poliades en especies de la tribu *ingeeae* (*mimosoideae*). Instituto de Biología Experimental, Centro de Botánica Tropical, Universidad Central de Venezuela, Caracas Venezuela, Rev. Acta Bot. Venez. 30(1): 24 p.

TARIFA, T., FORTÚRBEL, F., ACHA, D., RODRÍGUEZ, J., MOLINA, C., LOPEZ, M., BAUDOIN, M., BUITRÓN, C., CANSECO, A., GARCÍA, M., HIGUERAS, Y., KOPP, D., PACAJES, J., ROMECIN, P., & V. URRELO. 2004. Vizcachas (*Lagidium viscacia*, *Chinchillidae*) en habitats fragmentados en la ciudad de La Paz y sus alrededores: bases para su conservación. Ecología en Bolivia, Revista del Instituto de Ecología, de la Universidad Mayor de San Andrés. La Paz - Bolivia. 39 (1): 53 - 74 pp.

VMABCC-BIOVERSITY. 2009. Libro Rojo de parientes silvestres de cultivos de Bolivia, PLURAL Editores. La Paz- Bolivia. 344 p.

ZALLES, T. 1988. Manual del Técnico Forestal, Escuela Técnica Superior Forestal, Misión Forestal Alemana UMSS – GTZ, Primera Edición. Editorial Arol, Cochabamba – Bolivia, 190 p.

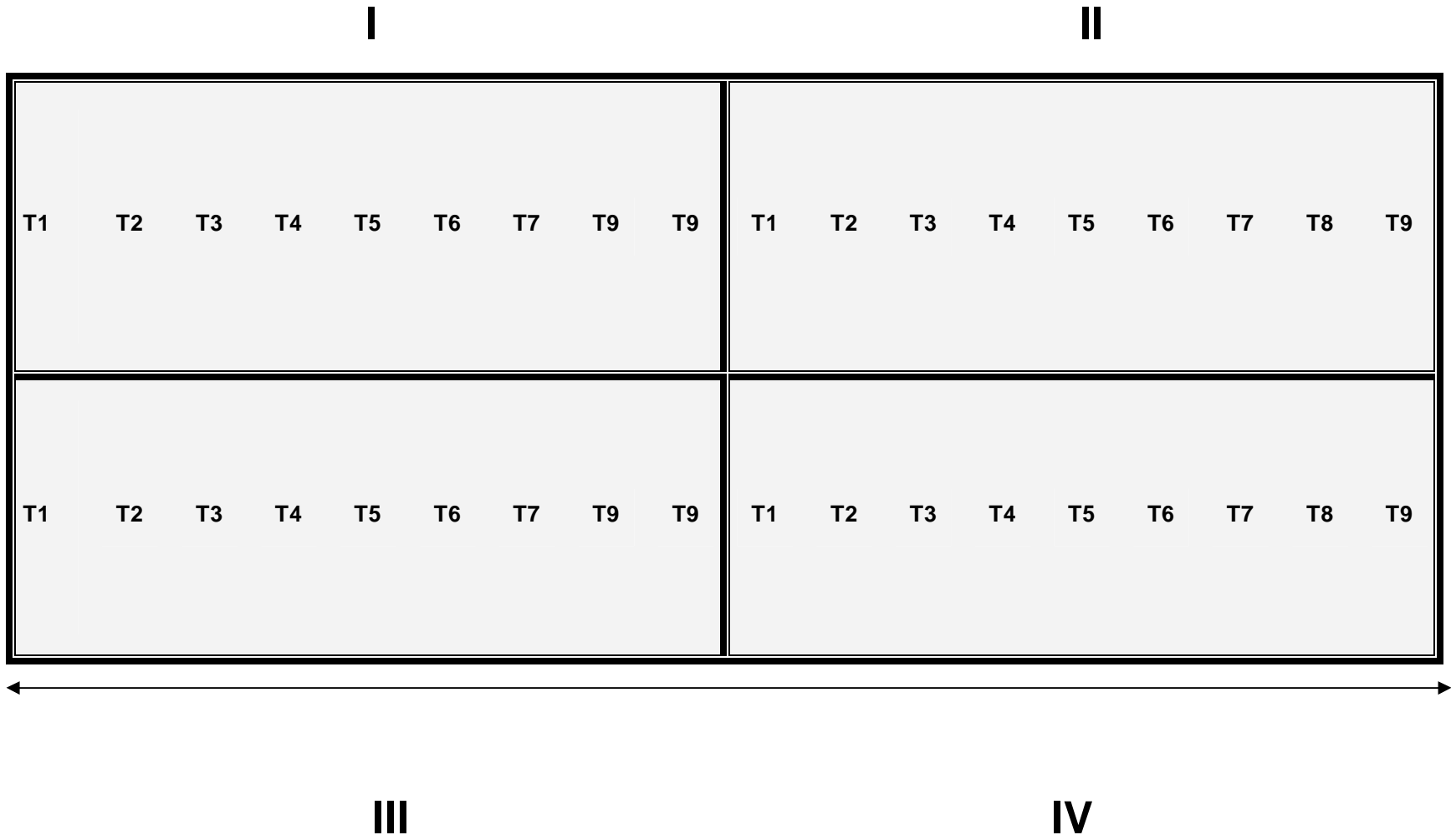
INDICE GENERAL

1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 OBJETIVOS.....	4
1.1.1. Objetivo general.....	4
1.1.2. Objetivos específicos.....	4
1.2 HIPÓTESIS	4
2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.	5
2.1. Descripción botánica.	5
2.1.1. Clasificación taxonómica y nomenclatura.....	6
2.2. Obtención de semillas.	6
2.2.1. Selección para árboles semilleros.	6
2.2.2. Características de un árbol semillero.....	7
2.2.3. Colecta de semilla.	7
2.2.4. Secado y extracción de la semilla.	8
2.2.5. Almacenamiento de semillas.	8
2.3. Calidad física de la semilla.	8
2.3.1. Viabilidad de la semilla.....	8
2.3.2. Semillas viables por kilogramos.	9
2.3.3. Contenido de humedad.....	9
2.3.4. Pureza física.....	10
2.3.5. Porcentaje de germinación.....	11
2.4. Tratamientos pre-germinativos.....	11
2.4.1. Dormancia o latencia.....	11
2.4.1.1. Tipos de latencia.	12
2.4.2. Escarificación mecánica.	13
2.4.3. Escarificación química.	13
2.4.4. Estratificación.....	14
2.4.5. Remojo en agua fría.	14
2.4.6. Remojo en agua caliente.....	14
2.4.7. Sumersión en agua hirviendo.....	15
2.5. Germinación y emergencia de plántulas.	15

2.5.1. Condiciones ambientales durante la germinación y emergencia.....	16
2.6. Sustratos.....	16
2.6.1. Tipos de sustratos.....	16
2.6.2. Desinfección de sustratos.....	17
2.7. Dendrología.....	17
2.7.1. Árbol.....	18
2.7.2. Tronco o fuste.....	18
2.8. Usos de la especie como árbol multipropósito.....	22
3. LOCALIZACIÓN.....	23
3.2.1.....Clima.	23
3.2.2.....Suelo.	25
3.2.3.....Vegetación.	25
4. MATERIALES Y MÉTODOS.....	26
Fuente: Elaboración propia 2010.....	29
De los cuales se tienen los siguientes tratamientos:.....	29
5. RESULTADOS Y DISCUSIONES.....	33
6. CONCLUSIONES.....	72
7. RECOMENDACIONES.....	74
8. BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA.....	75

ANEXOS

ANEXO 1: Croquis del área de almaciguera



Anexo 2: Promedios de los parámetros evaluados

Bloque	Factor A	Factor B	Nº de semillas germinadas	Altura (cm)	Diámetro de tallo (mm)	Longitud de raíz (cm)	Distancia de raicillas (cm)	Nº de hojas verdaderas
1	1	1	5	13,300	1,382	5,893	1,988	3
1	1	2	7	13,829	1,377	4,983	2,124	3
1	1	3	6	14,017	1,300	4,689	1,475	3
1	2	1	98	15,431	1,364	5,568	2,333	3
1	2	2	100	15,723	1,378	5,456	1,988	3
1	2	3	98	16,568	1,392	5,900	1,800	4
1	3	1	6	15,450	1,370	4,992	1,656	3
1	3	2	14	15,764	1,386	5,680	1,979	3
1	3	3	6	15,833	1,393	4,874	1,790	3
2	1	1	5	14,840	1,382	5,781	1,275	3
2	1	2	6	9,600	1,380	4,587	1,125	2
2	1	3	10	15,780	1,379	4,897	1,725	3
2	2	1	99	16,215	1,380	4,500	1,925	3
2	2	2	99	16,714	1,378	4,200	2,150	4
2	2	3	99	16,501	1,376	5,600	2,500	3
2	3	1	12	15,642	1,380	5,785	1,988	3
2	3	2	12	15,675	1,380	4,200	1,350	3
2	3	3	5	16,300	1,381	4,897	1,978	3
3	1	1	6	16,067	1,352	6,548	1,325	3
3	1	2	11	16,500	1,279	5,680	2,315	3
3	1	3	5	16,500	1,386	6,470	1,625	3
3	2	1	99	16,726	1,416	5,200	2,775	3
3	2	2	99	16,924	1,421	4,200	2,575	4
3	2	3	100	17,032	1,298	4,354	1,898	4
3	3	1	9	16,467	1,298	5,980	2,457	3
3	3	2	8	15,813	1,400	4,987	1,600	3
3	3	3	6	15,517	1,402	4,582	2,135	3
4	1	1	8	16,125	1,299	7,265	1,987	3
4	1	2	10	15,980	1,390	6,245	1,667	3
4	1	3	13	16,254	1,358	4,100	2,107	3
4	2	1	99	16,959	1,370	5,300	1,987	4
4	2	2	100	16,679	1,402	5,745	1,768	3
4	2	3	100	16,121	1,420	5,854	1,890	4
4	3	1	8	14,450	1,414	5,564	1,850	3
4	3	2	7	13,786	1,389	4,984	1,433	3
4	3	3	5	14,400	1,452	4,987	1,270	3

Anexo 3: Seguimiento del desarrollo en altura de plántulas de *P. lophanta*

Cuadro 1: Altura a los 15 días después de la siembra.

Tratamientos	Media	Desviación estandar	Frecuencia
T1	4.0142857	1.6094365	21
T2	3.6709677	1.6295589	31
T3	3.7043478	1.1210702	23
T4	4.6143631	1.5094034	369
T5	4.5752	1.3237034	375
T6	4.833531	1.3953828	371
T7	3.6695652	1.7006509	23
T8	3.6086957	1.4247529	23
T9	3.66875	1.1791063	16
Total	4.5695208	1.4501012	1252

Cuadro 2: Altura a los 30 días después de la siembra

Tratamientos	Media	Desviación estandar	Frecuencia
T1	5.7565217	1.9171063	23
T2	6.284375	2.51654	32
T3	5.984375	2.1111241	32
T4	7.4316216	2.0671125	370
T5	7.8552279	2.1575214	373
T6	7.5174731	2.060236	372
T7	5.4666667	2.2664216	33
T8	5.4421053	2.0826999	38
T9	6.075	2.5538155	20
Total	7.3549111	2.2077792	1293

Cuadro 3: Altura a los 45 días después de la siembra

Tratamientos	Media	Desviación estandar	Frecuencia
T1	8.3454545	1.6649688	22
T2	8.615625	1.8150108	32
T3	8.665625	1.9983234	32
T4	9.6498652	1.4156533	371
T5	10.151475	1.4838482	373
T6	9.9013441	1.5847737	372
T7	8.1060606	2.0302308	33
T8	8.4410256	1.7106044	39
T9	8.3428571	2.00339	21
Total	9.6976062	1.6419074	1295

Cuadro 4: Altura a los 60 días después de la siembra

Tratamientos	Media	Desviación estandar	Frecuencia
T1	11.295652	1.78923	23
T2	11.628125	1.800042	32
T3	11.71875	1.8018695	32
T4	12.667297	1.3256019	370
T5	12.94385	1.337579	374
T6	13.069624	1.4277447	372
T7	11.69697	1.8331129	33
T8	11.607895	1.5772678	38
T9	12.085	1.4499637	20
Total	12.724498	1.4858897	1294

Cuadro 5: Altura a los 75 días después de la siembra

Tratamientos	Media	Desviación estandar	Frecuencia
T1	15.345455	1.5451082	22
T2	15.3625	1.5216184	32
T3	15.725806	1.2409587	31
T4	16.327568	1.1578866	370
T5	16.506166	1.2252889	373
T6	16.556756	1.339352	373
T7	15.85	1.6078437	32
T8	15.44359	1.4698362	39
T9	15.504762	1.4725747	21
Total	16.338337	1.316667	1293

Anexo 4: Promedios de diámetros del tallo

Tratamientos	Media	Desviación estandar	Frecuencia
T1	1.2636364	0.0492366	22
T2	1.26875	0.0535061	32
T3	1.2870968	0.06704195	31
T4	1.3135135	0.0652789	370
T5	1.3329759	0.06688935	373
T6	1.3335121	0.0678213	373
T7	1.29375	0.06189221	32
T8	1.2820513	0.05063697	39
T9	1.2809524	0.06015852	21
Total	1.3203403	0.06789088	1293

Anexo 5: Promedios para el número de las hojas.

Tratamientos	Media	Desviación estandar	Frecuencia
T1	3.0454545	0.37509018	22
T2	3.0625	0.35355339	32
T3	3.1290323	0.42754614	31
T4	3.3432432	0.55924869	370
T5	3.4423592	0.62649976	373
T6	3.4396783	0.66375593	373
T7	3.09375	0.39015092	32
T8	3.0512821	0.22345587	39
T9	3.0952381	0.3007926	21
Total	3.3634957	0.60002386	1293

Anexo 6: Proceso de implementación y seguimiento en campo



Figura 1: Almaciguera



Figura 2: Sustratos de la almaciguera



Figura 3: Germinación



Figura 4: Germinación epigea



Figura 5: Desarrollo del embrión



Figura 6: Desarrollo de la hoja



Figura 7: Germinación de T4, T5 y T6 a los 15 días



Figura 8: Inicio de la emergencia a los 20 días



Figura 9: Primera hoja



Figura 10: Hoja

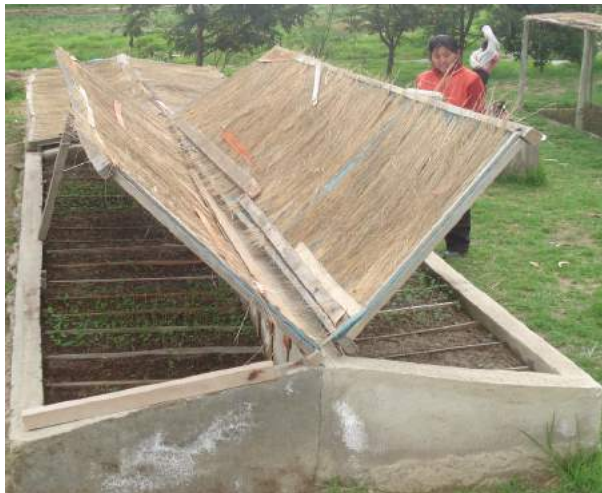


Figura 11: Emergencia de los T4, T5 y T6



Figura 12: Emergencia a los 30 días



Figura 13: Diferencia en Tratamientos pre-germinativos de a1 con a2



Figura 14: Emergencia de los T1, T2 y T3



Figura 15: Plántulas con alturas de 5 cm



Figura 16: Plántulas con dos hojas



Figura 17: Plántulas con alturas 15 – 25cm



Figura 18: desarrollo de la raíz



Figura 19: Altura de plántulas a los 120 días



Figura 20: Semilleros instalados en el nivel suelo



Figura 21: Plántulas con altura de 25 cm para los T4, T5 y T6 a los 120 días



Figura 22: Plántulas almacigadas en el suelo, con alturas de 58 cm a los 120 días