

**UNIVERSIDAD PÚBLICA DE EL ALTO  
ÁREA DE CIENCIAS AGRÍCOLAS, PECUARIAS  
Y RECURSOS NATURALES  
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA**



**TESIS DE GRADO**

**EVALUACIÓN DE TRES TRATAMIENTOS PRE-GERMINATIVOS EN  
SEMILLA DE SEREBÓ (*Schizolobium parahyba*) BAJO TRES  
TIPOS DE SUSTRATOS EN EL VIVERO FORESTAL DEL  
MUNICIPIO DE COROICO, PROVINCIA NOR YUNGAS DEL  
DEPARTAMENTO DE LA PAZ**

**Por:**

**Juan Ramiro Cocarico Mamani**

**EL ALTO – BOLIVIA**

**Agosto, 2016**

**UNIVERSIDAD PÚBLICA DE EL ALTO  
ÁREA DE CIENCIAS AGRÍCOLAS, PECUARIAS  
Y RECURSOS NATURALES  
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA**

**EVALUACIÓN DE TRES TRATAMIENTOS PRE-GERMINATIVOS EN SEMILLA DE  
SEREBÓ (*Schizolobium parahyba*) BAJO TRES TIPOS DE SUSTRATOS EN EL  
VIVERO FORESTAL DEL MUNICIPIO DE COROICO, PROVINCIA NOR YUNGAS DEL  
DEPARTAMENTO DE LA PAZ**

*Tesis de Grado presentado como requisito  
para optar el Título de Ingeniero en  
Ingeniería Agronómica*

**Juan Ramiro Cocarico Mamani**

**Asesores:**

Ing. Laoreano Coronel Quispe

Ing. Ramiro Raúl Ochoa Torrez

Ing. José Luis Toledo Gallego

**Tribunal Revisor:**

Ing. Marcelo Rolando Barrientos Zamora

Ing. René Villca Huanaco

Ing. Windson July Martínez

**Aprobada**

Presidente Tribunal Examinador



**DEDICATORIA:**

*A Dios por haberme ayudado a cumplir con ésta meta, a pesar de todos los obstáculos presentes en mi camino.*

*Con mucho amor a mis padres Julián y María tal vez no me pueda verme pero sé que está orgullosa donde quiera que se encuentre a mi mamá, te extraño pero sé que estás festejando junto conmigo esta alegría y hermanas Marcela y Antonia por su apoyo incondicional y comprensión; mi hijo Ángel Jonathan que integró parte de mi vida.*

## AGRADECIMIENTOS

**A la Universidad Pública de El Alto:** por haberme permitido realizar mis estudios y por haberme dado la oportunidad de conocer amigos que me han acompañado en vida estudiantil.

**A la Carrera de Ingeniería Agronómica:** por haberme dado las oportunidades de mi formación profesional.

**Al Municipio de Coroico:** por haberme permitido realizar mi trabajo de investigación en los predios del Vivero Municipal.

**Al Departamento Agropecuario:** mi profundo reconocimiento al Ing. Oscar Rodríguez Carranza por su apoyo incondicional como Director del Departamento Agropecuario del Gobierno Autónomo Municipal de Coroico.

**A mi tío:** mi profundo agradecimiento al Evaristo Mamani Aliaga por formar parte de mi vida en el momento preciso, aconsejarme y apoyarme en la formación del colegio; sus hijos María Elena, Edgar, Wilson, Rudy, Luis Hernán.

**A mis primos y primas:** por los buenos momentos que hemos compartido en especial al Adalberto, Edwin, Mario Cocarico Chino.

**A mis amigos:** agradezco a todos mis amigos (as) en especial a la Alicia Cocarico Yana que me brindó con su apoyo incondicional para la conclusión del presente trabajo.

**A mis compañeros:** Por su amistad durante la etapa de estudiantes, Edgar Ticona, Rolando Mamani, Regulo Apaza, Jesus Añahuaya, M. Asucena Vasques, Aurora Nelly Conde y Sergio Callisaya.

**A mis asesores:** Ing. Laureano Coronel Quispe, Ing. Ramiro Raúl Ochoa Torrez, Ing. José Luis Toledo, por el apoyo y orientación que me han brindado.

**A los miembros del tribunal revisor:** Ing. Marcelo Rolando Barrientos Zamora, Ing. René Villca Huanaco, Ing. Windson July Martínez, por las observaciones acertadas en la presente investigación.

**Al Ing. Daniel Condori:** por su amistad incondicional y sus consejos oportunos en el análisis económico en la fase de redacción del documento.

## CONTENIDO

ÍNDICE DE TEMAS .....	i
ÍNDICE DE CUADROS .....	vii
ÍNDICE DE FIGURAS .....	viii
ÍNDICE DE ANEXOS .....	ix
ABREVIATURAS .....	x
RESUMEN .....	xi
ABSTRACT .....	xii

## ÍNDICE DE TEMAS

1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Antecedente .....	2
1.2. Planteamiento de problema.....	2
1.3. Justificación.....	2
1.4. Objetivos .....	3
1.4.1. Objetivo general .....	3
1.4.2. Objetivos específicos.....	3
1.5. Hipótesis .....	3
2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA .....	4
2.1. Clasificación taxonómica del serebó.....	4
2.2. Nombres comunes .....	4
2.3. Morfología de la planta .....	5
2.3.1. Árbol.....	5
2.3.2. Hojas.....	5
2.3.3. Inflorescencia .....	6
2.3.4. Flor.....	6
2.3.5. Fruto.....	7

2.4. La semilla .....	7
2.4.1. Partes de la semilla .....	8
2.4.1.1. Cubierta seminal o testa .....	8
2.4.1.2. Embrión.....	8
a) Los cotiledones .....	8
b) Epicotilo.....	9
c) Hipocotilo.....	9
2.4.1.3. Endospermo o albumen.....	9
2.4.1.4. Epispermo .....	9
2.5. Germinación.....	10
2.5.1. Fases de la germinación.....	11
2.5.2. Germinación epígea .....	11
2.5.3. Germinación hipógea .....	11
2.6. Condiciones que afectan a la germinación .....	11
2.6.1. Condiciones externas.....	11
2.6.1.1. Humedad.....	11
2.6.1.2. Oxígeno.....	12
2.6.1.3. Temperatura.....	13
2.6.1.4. Luz.....	13
2.6.2. Condiciones internas .....	14
2.6.2.1. Latencia o dormancia de la semilla.....	14
2.6.2.2. Viabilidad de las semillas.....	14
2.6.2.3. Energía germinativa .....	15
2.7. Tratamientos pre-germinativos .....	15
2.7.1. Remojo en agua caliente (60 a 90°C) .....	15
2.7.2. Remojo en agua a temperatura ambiente.....	16

2.7.3. Escarificación .....	16
2.7.4. Escarificación mecánica .....	17
2.7.5. Escarificación química .....	17
2.8. Calidad de plántulas .....	17
2.9. Requerimiento de las plántulas .....	18
2.9.1. Preparación del sustrato.....	18
2.9.2. Materia orgánica del suelo o mantillo .....	18
2.9.3. Arena.....	19
2.9.4. Siembra.....	19
2.9.5. Riego.....	19
2.9.6. Control de malezas.....	19
2.9.7. Humus.....	20
2.9.7.1. Humus de lombriz.....	20
3. MATERIALES Y MÉTODOS.....	21
3.1. Ubicación geográfica de la zona de estudio .....	21
3.2. Condiciones climáticas .....	22
3.2.1. Clima.....	22
3.2.2. Precipitación pluvial.....	22
3.3. Materiales.....	22
3.3.1. Material de estudio .....	22
3.3.2. Material de escritorio .....	22
3.3.3. Material de campo y laboratorio.....	22
3.4. Metodología .....	23
3.4.1. Desarrollo del ensayo.....	23
3.4.1.1. Procedimiento experimental a nivel de laboratorio.....	23
3.4.1.2. Procedimiento experimental a nivel de campo.....	23

3.4.1.2.1. Preparado de sustrato .....	23
3.4.1.2.2. Embolsado de sustrato para repique .....	24
3.4.1.2.3. Tratamientos pre-germinativos .....	24
3.4.1.2.4. Siembra de la semilla .....	24
3.4.1.2.5. Riego.....	24
3.4.2. Diseño experimental.....	24
3.4.2.1. Diseño experimental a nivel de laboratorio .....	25
3.4.2.2. Diseño experimental a nivel de campo .....	25
3.4.2.3. Factores en estudio .....	26
3.4.2.3.1. Factor A (Tratamiento pre-germinativo) .....	26
3.4.2.3.2. Factor B (Sustratos).....	26
3.4.2.3.3. Formulación de tratamientos .....	27
3.4.2.4. Especificaciones del campo experimental .....	27
3.4.2.5. Forma del área experimental.....	28
3.4.3. Variables de respuesta.....	29
3.4.3.1. Porcentaje de germinación .....	29
3.4.3.2. Días a la emergencia.....	29
3.4.3.3. Altura de la planta.....	29
3.4.3.4. Diámetro del tallo.....	29
3.4.3.5. Número de hojas .....	30
3.4.3.6. Presupuesto .....	30
3.4.3.6.1. Metodología del análisis económico .....	30
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	31
4.1. Investigación a nivel de laboratorio.....	31
4.1.1. Porcentaje de germinación.....	31
4.1.1.1. Análisis de varianza para porcentaje de germinación a los 5 días .....	31



4.1.1.2. Análisis de varianza para porcentaje de germinación a los 10 días .....	32
4.1.1.3. Comparación de medias para porcentaje de germinación a los 10 días .....	33
4.1.1.4. Análisis de varianza para porcentaje de germinación a los 15 días .....	34
4.1.1.5. Comparación de medias para porcentaje de germinación a los 15 días .....	35
4.2. Investigación a nivel de campo.....	36
4.2.1. Días a la emergencia.....	36
4.2.1.1. Análisis de varianza para días a la emergencia los 5 días.....	36
4.2.1.2. Análisis de varianza para días a la emergencia a los 10 días .....	37
4.2.1.3. Comparación de medias para días a la emergencia a los 10 días .....	38
4.2.1.4. Análisis de varianza para días a la emergencia a los 15 días .....	40
4.2.1.5. Comparación de medias para días a la emergencia a los 15 días .....	41
4.2.2. Altura de planta .....	42
4.2.2.1. Análisis de varianza para altura de la planta a los 30 días.....	42
4.2.2.2. Análisis de varianza para altura de la planta a los 60 días.....	43
4.2.2.3. Comparación de medias para altura de la planta a los 60 días.....	44
4.2.2.4. Análisis de varianza para la altura de la planta a los 90 días .....	45
4.2.2.5. Comparación de medias para la altura de la planta a los 90 días .....	46
4.2.3. Diámetro del tallo .....	47
4.2.3.1. Análisis de varianza para el diámetro del tallo a los 30 días .....	47
4.2.3.2. Análisis de varianza para el diámetro del tallo a los 60 días .....	48
4.2.3.3. Análisis de varianza para el diámetro del tallo a los 90 días .....	49
4.2.3.4. Comparación de medias para diámetro del tallo a los 90 días .....	50
4.2.4. Número de hojas .....	51
4.2.4.1. Análisis de varianza para número de hojas a los 30 días .....	51
4.2.4.2. Análisis de varianza para número de hojas a los 60 días .....	52
4.2.4.3. Comparación de medias para número de hojas a los 60 días.....	53

4.2.4.4. Análisis de varianza para número de hojas a los 90 días .....	54
4.2.4.5. Comparación de medias para número de hojas a los 90 días.....	55
4.2.5. Costos de producción.....	57
4.2.5.1. Costos de producción de plantines de serebó (Expresado en Bs.) .....	57
5. CONCLUSIONES .....	58
6. RECOMENDACIONES .....	60
7. BIBLIOGRAFÍA .....	61
8. ANEXOS.....	67

**ÍNDICE DE CUADROS**

Cuadro 1. Descripción de la composición de tratamientos.....	27
Cuadro 2. Análisis de varianza para porcentaje de germinación .....	31
Cuadro 3. Análisis de varianza para porcentaje de germinación.....	32
Cuadro 4. Análisis de varianza para porcentaje de germinación .....	34
Cuadro 5. Análisis de varianza días a la emergencia.....	36
Cuadro 6. Análisis de varianza días a la emergencia .....	37
Cuadro 7. Análisis de varianza días a la emergencia.....	40
Cuadro 8. Análisis de varianza para altura de la planta después de la siembra .....	42
Cuadro 9. Análisis de varianza para la altura de la planta después de la siembra .....	43
Cuadro 10. Análisis de varianza para la altura de la planta después de la siembra.....	45
Cuadro 11. Análisis de varianza para el diámetro del tallo después de la siembra .....	47
Cuadro 12. Análisis de varianza para el diámetro del tallo después de la siembra .....	48
Cuadro 13. Análisis de varianza para el diámetro del tallo después de la siembra .....	49
Cuadro 14. Análisis de varianza para número de hojas después de la siembra .....	51
Cuadro 15. Análisis de varianza para número de hojas después de la siembra .....	52
Cuadro 16. Análisis de varianza para número de hojas después de la siembra .....	54
Cuadro 17. Costo de producción .....	57

**ÍNDICE DE FIGURAS**

Figura 1. Ubicación geográfica del área de trabajo (GAMC, 2005). .....	21
Figura 2. Croquis del experimento.....	28
Figura 3. Porcentaje de germinación bajo diferentes tratamientos pre-germinativos .....	33
Figura 4. Porcentaje de germinación bajo diferentes tratamientos pre-germinativos .....	35
Figura 5. Días a la emergencia bajo diferentes tratamientos pre-germinativos .....	38
Figura 6. Días a la emergencia bajo diferentes tipos de sustrato.....	39
Figura 7. Días a la emergencia bajo diferentes tipos de tratamientos pre-germinativo ....	41
Figura 8. Altura de la planta bajo diferentes tipos de sustrato .....	44
Figura 9. Altura de la planta bajo diferentes tipos de sustratos.....	46
Figura 10. Diámetro del tallo bajo diferentes tipos de sustratos.....	50
Figura 11. Número de hojas bajo diferentes tipos de sustrato .....	53
Figura 12. Número de hojas bajo diferentes tratamientos pre-germinativos .....	55
Figura 13. Número de hojas bajo diferentes tipos de sustratos .....	56

## ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Días a emergencia a los 5 días después de la siembra .....	67
Anexo 2. Días a emergencia a los 10 días después de la siembra .....	67
Anexo 3. Días a emergencia a los 10 días después de la siembra .....	68
Anexo 4. Altura de planta (cm) a los 30 días después de la siembra .....	68
Anexo 5. Altura de planta (cm) a los 60 días después de la siembra .....	69
Anexo 6. Altura de planta (cm) a los 90 días después de la siembra .....	69
Anexo 7. Diámetro del tallo (mm) a los 30 días después de la siembra .....	70
Anexo 8. Diámetro del tallo (mm) a los 60 días después de la siembra .....	70
Anexo 9. Diámetro del tallo (mm) a los 90 días después de la siembra .....	71
Anexo 10. Numero de hojas a los 30 días después de la siembra.....	71
Anexo 11. Numero de hojas a los 60 días después de la siembra.....	72
Anexo 12. Numero de hojas a los 90 días después de la siembra.....	72
Anexo 13. Costos de producción de plantines de serebó en Bs. ....	73
Anexo 14. Preparado y embolsado de sustrato .....	73
Anexo 15. Tratamiento pre-germinativo.....	74
Anexo 16. Plantines de serebó.....	74

**ABREVIATURAS**

DCA	Diseño completamente al azar
B/C	Beneficio costo
M	Metro
Cm	Centímetro
FAO	Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura
Km	Kilómetro
msnm	Metros sobre el nivel del mar
°C	Grados centígrados
Mm	Milímetro
$\Sigma$	Sumatoria
Zn	Zinc
Nº T	Numero de tratamientos
ONGs	Organizaciones no gubernamentales
O <sub>2</sub>	Oxígeno
CO <sub>2</sub>	Dióxido de carbono
N, P, K, Ca, Mg	Nitrógeno, Fosforo, Potasio, Calcio, Magnesio
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	Ácido sulfúrico
F.V.	Fuentes de variación
G. L.	Grados de libertad
S. C.	Suma de cuadrado
C. M.	Cuadrado medio
F. C.	F calculado
has.	Hectárea

## RESUMEN

El estudio, se llevó a cabo en la comunidad de San Pedro de la Loma, en el Vivero Municipal de Coroico, ubicada en la provincia Nor Yungas del departamento de La Paz, durante gestión 2014.

La presente investigación se evaluó bajo el efecto de tratamientos pre-germinativos inmersión al agua a 80°C por tres niveles de tiempo, 2, 5 y 10 minutos con tres tipos de sustrato, sustrato 1 (tierra del lugar o mantillo 50% + arena 50%), sustrato 2 (tierra negra 75% + arena 25%) y sustrato 3 (tierra negra 50% + arena 25% + humos 25%) para la propagación de plantines de serebó, con el fin de mejorar la producción de plantas en vivero; además para realizar un análisis de costos de producción en el vivero forestal bajo un diseño completamente al azar con dos factores y cinco repeticiones, determinándose el análisis de variación y la comparación de medias al 5% y al 1%. La combinación de los dos factores dio 9 tratamientos que fueron evaluadas, para el porcentaje de germinación, días a emergencia cada 5, 10 y 15 días, y para las variables de respuestas, altura planta, diámetro del tallo, número de hojas a los 30, 60 y 90 días después de la siembra.

El resultado, alcanzado en las plántulas niveles máximos, en cuanto a las variables de respuesta para el porcentaje de germinación, inmersión al agua caliente durante, 5 y 10 minutos que obtuvo 63.33%, 77.33% de germinación, en cuanto días a emergencia durante 5 y 10 minutos, alcanzó una media de 7.20, 7.60 semillas emergidas, con los sustrato 2 y sustrato 3 en un período de 15 días. Para altura de planta en un periodo de 60 días con sustrato 3 que obtuvo una media de 13.31 cm, en cuanto en un periodo de 90 días con sustrato 1 y sustrato 3 obtuvieron una media de 14.04 cm, 15.43 cm, en este periodo no influyó tratamientos pre-germinativos en el desarrollo de los plantines, para diámetro del tallo el mejor desarrollo que obtuvo es con sustrato 1 y sustrato 3 en periodo de 90 días, obteniendo 3.81 mm, 3.93 mm, para número de hojas en un periodo de 60 días obtuvieron con sustratos 1 y sustrato 3 una media igual a 86.89, 97.10 hojas, y por último en un periodo de 90 días obtuvo 161.42 hojas en este periodo influyó en tratamiento pre-germinativo por 10 minutos en el desarrollo de plantines de serebó.

## ABSTRACT

The study, Municipal of Coroico, been in the province Nor Yungas was completed in the community of San Pedro of the Hill, in the Seedbed of the department of La Paz, during management 2014.

The present research immersion assessed the pre germinative treatment effect low to the water to 80 ° C by three time levels, 2, 5 and 10 minutes with three kinds of substratum, substratum 1 (Earth of the place or mould 50% + sands 50%) Substratum 2 (Earth black 75% + sand 25%) and substratum 3 (earth black 50% + sands 25% + smokes 25%) for the spread of platines of serebó, with the end of improving the production of plants in seedbed; to make a production cost analysis in the forest seedbed I bring down one I design with two factors and five repetitions, completely at random, determining the variation analysis and the com besides stocking paración at 5% and at 1%. The combination of the two factors gave 9 treatments that were assessed, for the germination percentage, days to emergency each 5, 10 and 15 days and he stops the answer variables, height plant, stalk diameter, I number from leaves to them 30, 60 and 90 days after her sows.

The result, reached in the seedlings levels maximum, as for the answer variables gives birth to the germination percentage, immersion to the hot water during, 5 and 10 minutes that he obtained 63.33%, 77.33% of germination, in all days to emergency during 5 and 10 minutes, an average of 7.20 reached, 7.60 seeds and mergidas, with the substratum 2 and substratum 3 in a 15 day period. Give birth to height of plant in a period of 60 days with substratum 3 that obtained an average of 13.31 cm, in all in a period of 90 days with substratum 1 and substratum 3 obtained a 14.04 cm average, 15.43 cm, in this period did not have an influence pre germinative treatments in the development of the plantines, for diameter of the stalk the best development that obtained is with substratum 1 and substratum 3 in 90 day period, obtaining 3.81 mm, 3.93 mm, for leaf number in a 60 day period they obtained with Substrata 1 and substratum 3 joins similar stocking to 86.89, 97.10 leaves, and by last in a 90 day period he obtained 161.42 leaves in this period he had an influence on germinative pre per 10 minutes treatment in plantines development of serebó.



## 1. INTRODUCCIÓN

Los bosques proporcionan, una amplia gama de servicios ecosistémicos, mediante el aprovisionamiento (alimentos, madera, etc.) y la regulación de nutrientes, ciclo del agua y del carbono. La importancia de los bosques primarios en la protección de la biodiversidad es cada vez más reconocida, pero la demanda de productos de madera, terrenos industriales, terrenos para la agricultura de subsistencia, y el acceso a los recursos están ejerciendo presión sobre las reservas de bosques primarios (FAO, 2015).

Los bosques son recursos ecológicos en el mundo muy importantes que están en riesgo a causa de las actividades humanas. En 2010, el bosque primario del mundo disminuyó aproximadamente en 42 millones de has., una pérdida anual promedio de 0.4%, esto representa una reducción en el área total de bosque primario de 3.7%. La gran mayoría de las pérdidas se localizaron en los trópicos de las cuales, casi el 70% de las pérdidas globales ocurrieron en América del Sur (FAO, 2015).

En los últimos años, Bolivia ha registrado un incremento exponencial de la deforestación. Para el periodo 1975 a 1993 se determinó una tasa de deforestación del 0.3%, equivalente a 168.012 hectáreas por año, entre 1993 y 2000, en promedio se incrementó en 89%, llegando a 270.000 has. por año. Para los años 2004 y 2005 se registraron 276.000 y 281.283 has., deforestadas. Si se considera el resto de desmontes menores, se estima que la cifra puede alcanzar hasta medio millón de hectáreas (Leguía *et al.*, 2011).

En Bolivia, el serebó (*Schizolobium parahyba*) se emplea en sistemas agroforestales por su rápido crecimiento y fácil adaptación a sitios con alto grado de perturbación del suelo y la vegetación. La distribución geográfica, que se extiende desde el norte del país hasta la zona central oriental y comprende las aéreas húmedas, tierras bajas de los departamentos de Pando, Beni, La Paz, Cochabamba y Santa Cruz (Romero *et al.*, 2015).

Saldías *et al.*, (1994), el serebó (*Schizolobium p.*) es una de las principales especies pioneras en gran parte de la amazonia boliviana, donde forma parte de los bosques secundarios. Justiniano *et al.*, (2001), menciona que esta especie tiene múltiples usos como, árbol de sombra para cultivo de café, en la recuperación del suelo como fijadora de nitrógeno en sistemas agroforestales y como planta melífera en fincas dedicadas a la apicultura en la producción de miel. La madera de serebó, es blanda por lo general se

utiliza para laminados, enchapados, aglomerados, puertas, cajas, maquetas, jugueterías, además es adecuado para la elaboración de pulpa para papel.

### **1.1. Antecedente**

Arteaga *et al.*, (2003) mencionó que varios estudios han demostrado a nivel internacional el uso del tipo de suelo o de sustrato utilizado en la producción de planta; es uno de los factores que más influye en la calidad y costo de producción de planta en los viveros. Por ello se deben buscar opciones que reduzcan los costos, pero que garanticen cierta calidad de producción de plantines forestales. A pesar de los avances en el conocimiento de los sustratos, en el caso particular en el municipio de Coroico, existen pocas investigaciones relacionados a los sustratos para la producción de especies forestales y el tratamiento pre-germinativo para semilla de serebó.

### **1.2. Planteamiento de problema**

Uno de los problemas que existe en el Municipio de Coroico es la deforestación continua por parte de los agricultores sin control alguno. Las organizaciones no gubernamentales (ONGs) como ser Caritas Coroico junto con el Municipio, pretenden incentivar la reforestación de algunas plantas forestales para contribuir en la recuperación de suelos y la degradación de sus bosques.

Varias técnicas de escarificación han demostrado su efectividad para disminuir la dureza y acelerar el proceso de germinación. Las técnicas de escarificación química, física y térmica son de especial valor para acelerar el proceso de germinación (Sanabria *et al.*, 2001). El problema que se tiene en el vivero municipal Coroico es la falta de información en la fase de germinación de semilla de serebó que presenta la testa casi impermeable que dificulta en la fase de germinación y emergencia. Otro de los problemas que se presenta es en la etapa de preparación de sustrato, para estimular el crecimiento de los planines de serebó.

### **1.3. Justificación**

Además, de los mecanismos fisiológicos que permiten que las semillas del serebó puedan permanecer latentes en el suelo por períodos prolongados, como consecuencia tienden tener un bajo porcentaje de germinación (Justiniano *et al.*, 2001). Debido a la falta de información acerca de tratamientos pre-germinativos y sustrato adecuado para la

producción de serebó y siendo esto una de las limitantes para su producción masiva, fue necesario hacer ésta investigación cuyos resultados permitirán tener conocimientos a viveristas y técnicos forestales, que les permitan mantener la producción de esta valiosa especie así como el incremento de su número para el cumplimiento de planes y programas forestales y agroforestales como una de las especies más importante de los yungas de Bolivia.

La demanda de plantines forestales, en especial el serebó es de gran escala por parte del Municipio y organizaciones no gubernamentales (ONGs) ya que el serebó es una especie leguminosa de crecimiento rápido, que contribuye a la producción de miel por su abundante floración amarilla, produce néctar y por sus cualidades como fijadora de nitrógeno que ayuda en la recuperación de suelos, en plantaciones mixtas, así como en asociaciones agroforestales con banano, yuca, café y otros.

#### **1.4. Objetivos**

##### **1.4.1. Objetivo general**

- Evaluar tres tratamientos pre-germinativos en semilla de serebó (*Schizolobium parahyba*) bajo tres tipos de sustrato en el vivero forestal del municipio de Coroico, Provincia Nor Yungas del Departamento de La Paz.

##### **1.4.2. Objetivos específicos**

- Evaluar la velocidad de germinación de la semilla de Serebó bajo el efecto de tres tratamientos pre-germinativos.
- Determinar la velocidad de crecimiento y desarrollo de plantines de serebó bajo el efecto de tres tipos de sustrato.
- Analizar costos de producción de plantines de serebó en vivero.

#### **1.5. Hipótesis**

Los tratamientos pre-germinativos y los tipos de sustrato aplicado no influyen en la velocidad de germinación, ni en el desarrollo inicial óptimo de plantines de serebó en etapa de vivero.

## 2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

### 2.1. Clasificación taxonómica del serebó

Justiniano *et al.*, (2001), clasifica la taxonomía del serebó de la siguiente forma.

**Reino:** Plantae

**Subreino:** Tracheobionta

**División:** Magnoliophyta

**Clase:** Magnoliopsida

**Orden:** Fabales

**Familia:** Fabaceae

**Subfamilia:** Caesalpinioideae

**Tribu:** Caesalpinieae

**Género:** Schizolobium

**Especie:** Schelozobium parahyba

### 2.2. Nombres comunes

En Ecuador y Perú es conocido con el nombre de pashaco y pino chuncho, en Colombia y en gran parte de Centroamérica se le denomina tambor y zorra, en Brasil recibe los nombres de parica o paricá grande, pinhociuabano, guapuruvú, faveira branca, bacurubú, pinho, pau de ventém y ficheiro. En México se le conoce como judío, en el comercio internacional es conocido como quamwood, guapuruvú y pachaco (Justiniano *et al.*, 2001).

En Bolivia, Schizolobium parahyba se conoce con el nombre de serebó, toco blanco en los departamentos de Santa Cruz, Cochabamba, Beni y sombrero en el noreste de Santa Cruz, norte de La Paz, Beni y Pando (Centurión, 1993 y Saldías *et al.*, 1994).

## **2.3. Morfología de la planta**

### **2.3.1. Árbol**

Los árboles de serebó son de tamaño mediano a grande, su altura fluctúa entre 25 y 40 m y su diámetro a la altura del pecho puede llegar hasta los 100 cm. El tronco es cilíndrico, recto, sin ramificaciones precoces y muy raras veces defectuoso (Toledo y Rincón, 1996).

La base del tronco generalmente presenta de 3 a 5 aletones laminares, equiláteros, delgados, de 3 a 6 cm de grosor, algunas veces bifurcados, de color café amarillento y cuya tonalidad es más clara que el tronco (Parrota *et al.*, 1995).

La copa es redondeada y abierta, poco densa, y decidua en la época seca, las ramas crecen generalmente perpendiculares al fuste y su disposición es relativamente verticilada, las ramas jóvenes son paquicaules, lisas, con lenticelas pequeñas y cicatrices que dejan las hojas al caer. En el tronco también se manifiestan cicatrices transversales, dejadas por el desprendimiento de las ramas (Parrota *et al.*, 1995).

### **2.3.2. Hojas**

Las hojas son compuestas, bacinadas, dispuestas en espiral, agrupadas hacia el final de las ramas y de gran tamaño. En árboles maduros pueden medir de 40 a 100 cm de largo y en individuos jóvenes hasta 2 m. Las hojas tienen de 12 a 25 pares de pinnas opuestas de 10 a 20 cm de largo, cada una con 7 a 20 pares de foliolulos opuestos de 1.8 a 3.5 cm, sobre peciolulos de 1mm (Justiniano *et al.*, 2001).

Las hojas son compuestas bipinnadas, alternas y dispuestas en espiral, el peciolo de 6 a 12 cm de longitud, el raquis acanalado, las pinnas opuestas, 10 a 20 pares, los foliolulos oblongos, de 1.5 a 3 cm de longitud y 0.4 a 0.7 cm de ancho, enteros, los nervios secundarios 12 a 14 pares, prominulos en ambas caras, el ápice de los foliolulos rotundo y con un diminuto mucrón, la base rotunda, las hojas glabras o finamente pubescentes por el envés (Reynel *et al.*, 2003).

Son doblemente compuestas (bipinnadas) de tamaño variable según su estado de madurez; cuando jóvenes llegan a medir hasta 1.5 m, pero en árboles adultos estas se reducen, llegando a tener entre 30 y 50 cm. Cada hoja está compuesta por 7 a 11 pares de pinna primarias opuestas. Cada pinna compuesta de 7 a 20 pares de foliolulos

secundarios, de margen entero, ápice y base redondeada, de color verde grisáceo o verde amarillento, raquis de la hoja glabro y raquis de los foliolos pubescentes. Por lo general, las hojas se concentran al final del tronco dándole cierta apariencia de helecho arborescente Surukhan citado por (Ospina *et al.*, 2003).

### **2.3.3. Inflorescencia**

El serebó presenta inflorescencias paniculadas, terminales y grandes, de 20 a 35 cm de largo, con el raquis amarillo verdoso, algo puberulento y que se desarrollan sobre brotes nuevos (Justiniano *et al.*, 2001).

El serebó tiene una inflorescencia de paniculas de 20 a 40 cm de longitud, multifloras, producidas en las ramitas defoliadas (Reynel *et al.*, 2003).

El serebó tiene una inflorescencia panícula de 20 a 40 cm de longitud, multifloras, producidas en las ramitas defoliadas. Flores de mediano tamaño, hermafroditas, zigomorfas, con cáliz y corola presentes, el pedicelo de 4 a 10 mm de longitud, el cáliz de 4 a 5 mm de longitud, la corola amarilla, de 2 a 2.5 cm de longitud, los estambres de 1 a 1.5 cm de longitud, el gineceo con un pistilo de ovario súpero y alargado, el estigma inconspicuo (Duran y Abelardo, 2014).

### **2.3.4. Flor**

Las flores son zigomorfas de 1.5 a 2 cm de largo, suavemente perfumadas, con 5 sépalos oblongos soldados en la base y una corola con 5 pétalos libres, amarillos con pedicelos articulados, oblongo ovados, de 1 a 2 cm de largo. Los estambres son 10 y desiguales, libres, algo recurvados, el filamento verdoso y la antera parda. El ovario es súpero, cortamente estipitado, unilocular, alargado y cubierto de pelos negros con un estigma simple y muy pequeño (Justiniano *et al.*, 2001).

Las flores de mediano tamaño, hermafroditas, zigomorfas, con cáliz y corola presentes, el pedicelo de 4 a 10 mm de longitud, el cáliz de 4 a 5 mm de longitud, la corola amarilla, de 2 a 2.5 cm de longitud, los estambres de 1 a 1.5 cm de longitud, el gineceo con un pistilo de ovario súpero y alargado, el estigma inconspicuo (Reynel *et al.*, 2003).

Las flores de serebó están reunidas formando panículas subterminales o terminales, de 20 a 30 cm de longitud, con pedicelos pubescentes de 4 a 6 mm de largo. Tienen brácteas pequeñas, de 2 a 2.5 cm de largo de cáliz verde con 5 lóbulos unidos, subiguales e imbricados, corola de 5 pétalos amarillos de 2 cm de largo, oblanceolados o elípticos, 10 estambres libres, desiguales, alcanzando los más largos 1.5 cm de longitud. Las flores expelen un perfume dulce (Ospina *et al.*, 2003).

### **2.3.5. Fruto**

El fruto es una legumbre monosperma, dehiscente, aplanada, en forma de espátula, de 8 a 12 cm, glabra, con nervadura reticulada y conspicua en ambas superficies; el ápice es redondeado y la base atenuada (Saldías *et al.*, 1994 y Parrota *et al.*, 1995).

El fruto de serebó es alargado y plano, oblanceolado, con el ápice rotundo, de 8 a 10 cm de longitud y 2.5 a 3.5 cm de ancho, la superficie lisa y glabra, color marrón rojizo o marrón oscuro, la semilla única y alada, de forma y tamaño similar al fruto, con el ala lateral (Reynel *et al.*, 2003).

Son legumbres samaroides, valvadas tardíamente dehiscentes, de 8 a 15 cm de largo por 2.5 a 6.0 cm de ancho. La legumbre está conformada por dos valvas oblanceoladas y espatuladas, fuertemente reticuladas por dentro y casi lisas por fuera. Tiene cáliz persistente de color verde oscuro a pardo, con una conspicua nerviación, reticulada y prominente. El endocarpo es pardo amarillento, claro, de consistencia papirácea el cual se desprende del resto del fruto; Incluye una semilla única (Ospina *et al.*, 2003).

### **2.4. La semilla**

La semilla es la unidad básica de propagación o planta en miniatura que contiene la información genética transmisible de los padres a los hijos y consta de varias estructuras (Triviño y Torres, 2005).

Las semillas de serebó son grandes de 2 a 3 cm de largo por 1.3 a 2 cm de ancho y de consistencia dura; son aplanadas, ovaladas, con ápice redondeado base atenuada, de color café claro con el borde más oscuro. El embrión axial, recto, ocupada toda la semilla. Sus cotiledones expandidos son de color verde manzana, carnosos y lisos (Ospina *et al.*, 2003).

Besnier (1989), define que la semilla está compuesta básicamente de cuatro partes principales: embrión, endospermo, perispermo y la cubierta de la semilla y los describe de la siguiente manera:

#### **2.4.1. Partes de la semilla**

##### **2.4.1.1. Cubierta seminal o testa**

Protege las partes internas de la semilla, el embrión y los tejidos de reserva, de los efectos adversos del medio ambiente, de la desecación, el ataque de microorganismos, de los rayos directos del sol y tal vez, su función más importante es evitar la germinación hasta tanto la semilla no encuentre las condiciones ideales para la sobrevivencia de la nueva planta (Triviño y Torres, 2005).

Muchas especies tienen semillas con cubiertas duras e impermeables, estas semillas son típicas en las leguminosas la cubierta dura. (Bewley y Black, 1982).

Las semillas de la especie son aplanadas, alargadas, orbiculares, de color crema verdoso, de 1.5 a 3.5 cm de largo y 1 a 2 cm de ancho. Están recubiertas por una envoltura papirácea, en forma de ala, que les confiere la función de sámara (Iñiguez, 2008).

##### **2.4.1.2. Embrión**

Es el elemento de las semillas viables considerado como una nueva planta en miniatura, consiste en el eje embrionario y los cotiledones, cuya inserción divide en dos partes al eje embrionario, la parte superior o epicotíleo y la plúmula formada por el primer par de hojas verdaderas que rodean y protegen al ápice vegetativo, (Iñiguez, 2008).

Se desarrolla a partir de un óvulo fertilizado y está compuesto por un eje que posee dos puntos vegetativos de crecimiento. El punto superior llamado plúmula, dará origen a la parte aérea de la planta y el inferior originará el sistema radicular de la planta, llamado radícula (Triviño y Torres, 2005).

##### **a) Los cotiledones**

Ledesma (2010), señala que los cotiledones son hojas de las semillas. Las semillas de las monocotiledóneas tienen uno solo, y los de las dicotiledóneas presentan dos cotiledones se dirigen y absorben alimentos del endospermo o lo almacenan.



Son las primeras hojas de la nueva planta, esto se observa en el caso de las especies de dicotiledóneas. En estos casos, constituyen la principal fuente de reservas nutritivas (leguminosas), de aspecto grueso y ocupan la mayor parte del interior de las semillas, están ligados al eje embrionario por haces vasculares que conducen las sustancias nutritivas (Iñiguez, 2008).

#### **b) Epicotilo**

De acuerdo a Fuller y Ritchie, citado por Ledesma (2010), el epicotilo está situado por encima de los cotiledones. Se convierte en tallo, el Epicotilo contiene células meristemáticas que crece para formar el tallo cuando brota la semilla (germina). La punta del Epicotilo se llama plúmula.

#### **c) Hipocotilo**

Es el espacio entre la radícula y la plúmula, se divide a la vez en el eje hipocotilo, situado a continuación de la radícula (Martinez, 2008).

#### **2.4.1.3. Endospermo o albumen**

En las monocotiledóneas está constituido por almidón, conformando casi la totalidad de las semillas. A veces esta reserva se encuentra incluida en los cotiledones como ocurre en el caso de las dicotiledóneas (Martinez, 2008).

Son dos capas que preceden a la cubierta, en algunos casos como el coco de palma forman la mayor parte de reservas nutritivas, que generalmente quedan reducidos a una sola capa de células o son reabsorbidos (Iñiguez, 2008).

#### **2.4.1.4. Epispermo**

La cubierta exterior está formada por la testa y en el caso de las angiospermas con una cubierta suplementaria por debajo de esta llamada tegme. La testa a veces es delgada, como ocurre en las semillas protegidas por los endocarpios leñosos, pero a veces cuando falta esta protección la testa actúa de defensa contra el mundo exterior, además de evitar la pérdida del agua de la semilla. Sobre esta superficie podemos ver el micrópilo que es como un pequeño poro, a través de la cual se produce la entrada del tubo polínico en el óvulo y por ende se dirige la radícula en la germinación (Martinez, 2008).

## 2.5. Germinación

Zalles (1988), indica que la germinación se define como la reanudación de la actividad vegetativa de una semilla, se suele reconocer por la rotura de la cubierta de la semilla y la aparición de la radícula o hipocótilo. La germinación consiste en tres procesos simultáneos:

- **Absorción de agua:** principalmente por imbibición, que hace que la semilla se hinche y acabe abriéndose la cubierta seminal.
- **Actividad enzimática:** que se inicia con la tasa de crecimiento de respiración y asimilación, que indica la utilización de alimento almacenado y su traspiración a las zonas de crecimiento.
- **Engrandecimiento y divisiones celulares:** que tiene como consecuencia la aparición de la radícula y la plúmula.

Buch citado por Quino (2013), indica que morfológicamente la germinación es la transformación de un embrión en una plántula. Fisiológicamente es la reanudación del metabolismo, el crecimiento que antes fueron suspendidos y es la conexión de la transcripción de nuevas proporciones del programa genético. Bioquímicamente, es la diferencia secuencial de los procesos de oxidación y síntesis y la restauración de los eventos bioquímicos típicos del crecimiento y desarrollo. Es decir, la germinación es el paso del eje embrionario a un estado de continuo, que fue temporalmente suspendido.

Esta germinación se denomina epigea ya que eleva los cotiledones por encima de la tierra, pero alguna vez los cotiledones se quedan debajo de la tierra (germinación hipogea), como en el caso de las judías (Martinez, 2008).

La semilla absorbe agua y se hincha, la respiración aumenta y se presenta la división celular, después de lo cual el embrión crece y se rompe la cubierta de las semillas. El hipocotilo es la primera parte del embrión que emerge de la testa, esto permite que la raíz joven absorba agua y los minerales necesarios para el crecimiento (Monotoa, 2012).

### **2.5.1. Fases de la germinación**

Patiño (1983), manifiesta que la germinación de las semillas incluye las siguientes fases:

- Absorción de agua, proceso físico, por el cual la semilla se hidrata y permite el inicio de las actividades bioquímicas.
- Iniciación de las actividades enzimáticas, con incremento de la velocidad de la respiración.
- Asimilación y traslocación de las reservas alimenticias a los puntos de crecimiento.

### **2.5.2. Germinación epígea**

Se presenta en aquellas semillas que en el proceso de crecimiento rápido del tallo arrastra consigo los cotiledones arriba de la superficie del suelo, manteniéndolos unidos al tallo hasta agotar todas las reservas de alimento que contienen (Triviño y Torres, 2005).

### **2.5.3. Germinación hipógea**

Triviño y Torres (2005), mencionan que se presentan en aquellas semillas que están en el proceso de crecimiento rápido de la raíz, hace que los cotiledones se queden bajo tierra, manteniéndolos unidos a la raíz hasta agotar las reservas de alimento que contienen. Este tipo de germinación se da con mayor frecuencia en semillas de gran tamaño y peso. El crecimiento y desarrollo de las especies con semillas que quedan bajo tierra en su proceso de germinación (hipógea), es más rápido y de menor riesgo de pérdida, que las semillas de aquellas especies que salen a la superficie, (epígeas), ya que los cotiledones que salen a la superficie y que están unidos a las plantines, son apetecidos por las aves.

## **2.6. Condiciones que afectan a la germinación**

### **2.6.1. Condiciones externas**

#### **2.6.1.1. Humedad**

Ninguna semilla puede germinar sino está en presencia de agua, las semillas por lo general tienen un contenido de agua relativamente bajo y los procesos fisiológicos para la germinación ocurren solo cuando la proporción de agua ha aumentado. El agua penetra a la semilla por un fenómeno llamado (imbibición) que produce al poco tiempo aumento del volumen (hinchazón). Se desatan una serie de cambios, el embrión respira rápidamente y

empieza a crecer tomando el alimento que ha estado almacenando en la semilla (en las semillas con endosperma el embrión produce enzimas digestivos que migran al endosperma y lo descomponen) o en otro caso, lo toman de los cotiledones toda ésta actividad tiene como consecuencia el rompimiento de los tegumentos, con esto el embrión se libera y reasume su desarrollo (Vásquez, 2001).

De acuerdo a Fuller y Ritchie, citado por Ledesma (2010), la semilla necesita humedad en abundancia para germinar; sin embargo el exceso puede causar pudrición si se excluye el oxígeno. El agua hace que las semillas se hinchen y es necesario para la digestión, las traslocación y el crecimiento.

Cuando la semilla inicia el proceso de imbibición, es decir que comienza a hincharse por la absorción de agua, si se suspende el riego por un solo día la semilla se deshidrata, muere y por lo tanto no germina a sí se le aplique agua abundantemente al día siguiente (Triviño y Torres, 2005).

#### **2.6.1.2. Oxígeno**

Las semillas de distintas especies tienen diversas exigencias de oxígeno de gran importancia para la germinación, de gran importancia ya que las semillas respiran rápidamente, y es necesario para llevar a cabo las reacciones químicas que transforman las reservas. Los fenómenos respiratorios se intensifican a medida que la plántula se desarrolla. La concentración de oxígeno en el suelo es afectado por la cantidad de agua presente no germinan en suelos anegados o (encharcados), lo mismo que cuando se siembran muy profundas (Vásquez, 2001).

De acuerdo a Fuller y Ritchie, citado por Ledesma (2010), para que las semillas germinen deben respirar y tener oxígeno para la respiración aeróbica. La falta de este elemento favorece el crecimiento de bacterias anaeróbicas que pueden causar pudrición.

La semilla como todo ser vivo, necesita respirar y tiene alto consumo de oxígeno durante los procesos germinativos, en consecuencia si se siembra la semilla muy profunda o se encharca con un riego muy abundante, se priva a la semilla del oxígeno necesario para sobrevivir, lo que probablemente cause la pudrición o muerte de la misma por ahogamiento. No siempre es aconsejable sembrar la semilla con profundidad de dos veces su tamaño como indican algunos documentos (Triviño y Torres, 2005).

### **2.6.1.3. Temperatura**

Presenta gran interés y constituye un factor capaz de influir en la germinación y crecimiento de las plantas, también actúa ecológicamente siendo en buena parte el factor de mayor importancia en la distribución de las plantas. Las semillas difieren en cuanto a las exigencias de temperatura y depende de las especies y del medio ambiente. Para cualquier especie existe un máximo y un mínimo, por encima o debajo del cual la germinación no ocurre (Vásquez, 2001).

Ledesma (2010), menciona que la mayoría de las semillas no germinan con la temperatura que se aproxima a un punto de congelación 0°C, que asciende a más de 46°C, las temperaturas favorables para la germinación quedan entre 22 y 30°C.

Todas las semillas tienen un rango de temperatura de germinación diferente de acuerdo al piso térmico y a las condiciones ecológicas de donde proviene de climas cálidos, medio o frío, sin embargo a bajas temperaturas los procesos germinativos son más lentos y a una temperatura media mucho más acelerado en la germinación de la semilla. Sin embargo, la mayoría de las semillas, con algunas excepciones germinan bien a un rango de temperatura entre 20 a 30°C, con un óptimo cercano entre 24 y 26°C (Triviño y Torres, 2005).

### **2.6.1.4. Luz**

El efecto de luz en la germinación difiere en las distintas especies, algunas lo requieren otras no. El efecto de luz puede variar de acuerdo con las condiciones ambientales y se dice que la cantidad exigida puede variar entre, 20.000 luz y 100.000 luz. La mayor importancia de la luz está relacionada con el papel en la fotosíntesis que es necesaria para fijar una cantidad diaria de CO<sub>2</sub>, que compense la pérdida respiratoria y que incluso llega a modificar su estructura, lo que se denomina etiolación o ahilamiento (Vásquez, 2001).

## **2.6.2. Condiciones internas**

### **2.6.2.1. Latencia o dormancia de la semilla**

De acuerdo a lo manifestado por Iñiguez (2008), la latencia o dormancia de las semillas es un fenómeno de carácter fisiológico que hace que las semillas maduras y aptas para germinar no lo hacen, aun estando en ambientes adecuados. En este caso, deben ocurrir cambios en la estructura física del embrión, lo cual puede hacerse interrumpiendo la latencia mediante tratamientos pre-germinativos, previos a la siembra de la semilla.

Ledesma (2010), manifiesta que la latencia es un periodo de reposo relativo que la mayor parte de las semillas requieren para germinar. La latencia puede ser debida a: embriones no desarrollados, cubiertas gruesas de las semillas que dificultan la absorción de agua y oxígeno, y que pone resistencia el hinchamiento y crecimiento del embrión. La latencia es un medio que permite a las semillas soportar períodos desfavorables antes de entrar en crecimiento activo.

Es típica en muchas leguminosas se manifiesta cuando al final de las pruebas de germinación queda una cantidad de semillas cuyo volumen y dureza no se modifica, se conocen como semillas duras no germinadas o impermeables (Triviño y Torres, 2005).

### **2.6.2.2. Viabilidad de las semillas**

Fuller y Ritchie, citado por Ledesma (2010), menciona que la mayor parte de las semillas permanecen viables, es decir conservan su capacidad para germinar por no más de 5 o 6 años. El almacenamiento en condiciones frescas favorece a la conservación de la viabilidad.

La viabilidad de las semillas es el periodo de tiempo durante el cual las semillas conservan su capacidad para germinar. Es un periodo variable y depende del tipo de semilla y de las condiciones de almacenamiento. Atendiendo la longevidad de las semillas, es decir, el tiempo que las semillas permanecen viables, pueden haber semillas que germinan, todavía, después de decenas o centenas de años; se da en semillas con cubierta seminal dura como las leguminosas (Triviño y Torres, 2005).

### **2.6.2.3. Energía germinativa**

Patiño (1983), define como la rapidez de la germinación de una muestra de semilla pura en un período fijo, el cual se denomina período de energía y esta se establece para el día que sucede el mayor número de semillas germinadas. Se expresa en porcentaje, y se determina por la relación del cociente entre la cantidad total de semillas germinadas para el día de máxima germinación entre el total de semillas germinadas sin límite de tiempo.

Máximo cociente obtenido al dividir el porcentaje de germinación diaria acumulada por el correspondiente número de días, en otras palabras es la germinación media diaria de los componentes más vigorosos del lote de la semilla (Iñiguez, 2008).

## **2.7. Tratamientos pre-germinativos**

Son los tratamientos usados para romper la dormancia o latencia de las semillas, disminuir el tiempo de germinación y homogenizarlo, buscando producir la mayor cantidad de plantas de un lote a un menor costo. Cada especie requiere un tratamiento específico y con una intensidad diferente, de acuerdo al tipo de dormancia que la afecte y a características propias de la especie (Triviño y Torres, 2005).

### **2.7.1. Remojo en agua caliente (60 a 90°C)**

La semilla se coloca en agua caliente de 60 a 90 °C, preferiblemente entre 70 y 80°C, y luego se deja en remojo en agua a temperatura ambiente de 1 a 10 días de acuerdo al grado de resistencia de la cubierta de cada especie. Todos los días se sacan de 4 a 10 semillas, se cortan con bisturí o tijera en forma transversal, si se observa que la humedad ha penetrado por lo menos de 50 a 75% del grosor de la cutícula o cubierta de la semilla, se procede a la siembra (Triviño y Torres, 2009).

Asimismo, Rojas (1990) indica que las semillas de serebó alcanzan sólo un 14% de germinación sin tratamiento pre-germinativo y un 88% con tratamiento. El mismo autor sugiere que el tratamiento más apropiado para aumentar el poder germinativo de las semillas de serebó consiste en sumergirlas en agua hirviendo hasta el enfriamiento. Por otra parte, Quiroz (1992) obtuvo un porcentaje de germinación del 94.9 y 82.8% aplicando tratamientos de escarificado y remojo en agua caliente, respectivamente.

Bockor y Palacios citado por (Justiniano *et al.*, 2001) manifiestan que el porcentaje de germinación de semillas frescas de serebó, sin ningún tipo de tratamiento pre-germinativo y bajo condiciones de invernadero, es de 26%.

El serebó se debe reproducir por medio de semillas, y por su característica de impermeabilidad se recomienda escarificarla para acelerar la germinación, ya sea a través de inmersión de la semilla en agua hirviendo por 4 a 10 minutos y luego reposando por 72 horas (Martínez *et al.*, 2008).

### **2.7.2. Remojo en agua a temperatura ambiente**

Se aplica en semillas que no tienen una dormancia muy profunda; el agua lixivia o lava los inhibidores que pueda tener la semilla. Es importante que las semillas mantengan una buena oxigenación, de lo contrario pueden asfixiarse, por lo cual es necesario cambiar el agua de remojo periódicamente, preventivamente puede aplicarse un fungicida o bactericida en baja concentración, para desinfectar las semillas (Triviño y Torres, 2009).

Westwood (1982), señala que los inhibidores de las cubiertas de las semillas son eliminados mediante repetidos lavados con agua, pero los del embrión solo parecen ser eliminados por la acción fisiológica del frío. Las semillas de envoltura muy dura pueden requerir tratamientos especiales que las ablanden suficientemente para que puedan germinar. Para facilitar la germinación estas semillas pueden ser escarificadas, tratadas con ácido fuerte o sometidas a congelación y deshielos alternos o como en el caso de frutos secos y de hueso, se puede quitar la cubierta.

### **2.7.3. Escarificación**

La escarificación es el desgaste de la cubierta de las semillas para permitir el paso de agua y oxígeno necesarios para iniciar la germinación, puede ser manual, mecánica o química (Triviño y Torres, 2005).

Monotoa (2012), señala que existen procedimientos tales como por ejemplo, sacudirlas en arena u otros materiales que posean aristas agudas, practicar cortes en ellas con un cuchillo o rasparlas con una lima. La ruptura de los tegumentos por tales procedimientos se conoce con el nombre de escarificación que también puede realizarse químicamente, ya sea por medio del ácido sulfúrico, disolventes orgánicos, o por inmersión momentánea en agua hirviendo.



#### **2.7.4. Escarificación mecánica**

El método consiste en eliminar total o parcialmente parte de la testa dura de la semilla, rompiéndola o lijándola. Este método es recomendable especialmente para semillas de tamaño grande (Iñiguez, 2008).

Consiste en la eliminación de la testa en forma total o parcial, entre estos tratamientos tenemos, el rompimiento de la testa, o lijadura de la misma. Los tratamientos mencionados deben realizarse con sumo cuidado para no dañar el embrión y tejidos internos (Bodero, 1980).

#### **2.7.5. Escarificación química**

Este método consiste en colocar las semillas durante segundos o minutos en soluciones concentradas de productos químicos como: ácido sulfúrico, solución de cloro, solución de éter o cloroformo (Iñiguez, 2008).

La semilla de serebó presenta una latencia causada por los fragmentos duros e impermeables del agua que trae, como consecuencia un largo período germinativo y baja germinación. Como tratante germinativo se recomienda, la escarificación con ácido sulfúrico ( $H_2SO_4$ ) al 70% o inmersión al agua caliente (Roncancio *et al.*, 1998).

Iñiguez (2008), el método no es recomendable a los agricultores, puesto que ellos en el campo no cuentan con los implementos necesarios para realizarlo; sin embargo a nivel de laboratorio puede ser de gran ayuda.

#### **2.8. Calidad de plántulas**

Las plántulas provenientes de viveros con un sustrato previamente elaborado y el control debido, disminuyen drásticamente la pérdida que se produce en el campo, sus cuidados son intensivos para minimizar los factores de riesgo que podrían afectar su desarrollo y supervivencia. Para poder evaluar la calidad de las plántulas hay que tomar en cuenta factores como: la altura de la plántula, diámetro de tallo, el número y tamaño de hojas, además deben estar sin muestra de daños o enfermedades (Monotoa, 2012).

## **2.9. Requerimiento de las plántulas**

### **2.9.1. Preparación del sustrato**

La preparación del sustrato es esencial para el éxito del vivero, debido a que este elemento es primordial para la germinación de la semilla y crecimiento de las plantas. Al combinar las diferentes mezclas de los materiales que componen el sustrato, el suelo se tamiza con una zaranda para obtener suelo libre de piedras y otras impurezas (Saavedra y Gutiérrez, 2014).

El medio de germinación debe permitir un buen intercambio gaseoso con el embrión, satisfaciendo sus necesidades en oxígeno ( $O_2$ ) para la respiración de las células y asegurando que no se acumule dióxido de carbono ( $CO_2$ ). Por otro lado el sustrato debe asegurar que no se acumule agua para evitar problemas de asfixia y proliferación de patógenos. El sustrato debe también estar libre de patógenos, si se pretende germinar embriones, se recomienda colocarlos en la superficie de lechos de arena bien humedecida (Monotoa, 2012).

### **2.9.2. Materia orgánica del suelo o mantillo**

La materia orgánica es uno de los componentes del suelo, en pequeña porción, formada por los restos vegetales y animales que por la acción de la microbiota del suelo son convertidos en una materia rica en reservas de nutrientes para las plantas, asegurando la disponibilidad de macro y micronutrientes (Herrera, 2006).

Cajamarca (2012), sostiene aplicando materia orgánica al sustrato, mejora la porosidad del sustrato estimulando el desarrollo radicular de las plantas a la vez se convierte en reservas de nutrientes para las plantas, asegurando la disponibilidad de macro y micro nutrientes

Consiste en residuos vegetativos, cuerpos de organismos muertos y residuos de organismos vivos depositados sobre y dentro del suelo, que sufren un proceso de descomposición desde un estado fresco hasta la formación de humus (Raudes y Sagastume, 2009)

### **2.9.3. Arena**

Las de río son las más adecuadas, son muy económicas, el tamaño de los granos deberá oscilar entre 0.5 y 2 mm, es necesario tener en cuenta que tengan un contenido mínimo de arcilla para evitar que traiga problemas de fijación iónica. No debe ser demasiado fina, pues provoca encharcamientos, compactaciones y asfixia radicular (Ledesma 2010).

### **2.9.4. Siembra**

Vásquez (2005), afirma que se debe sembrar más o menos al doble de la semilla. Utilizando el método en hileras, ubicando por cada hoyo de la bandeja de germinación una semilla.

La siembra de semilla se puede realizar en germinador, sembrando de 200 a 250 semillas/m<sup>2</sup> y luego se trasplanta a bolsa forestal tubular de 8 x 16 cm. También, se puede realizar siembra directa a la bolsa, previo tratamiento germinativo. La plántula se lleva a plantación definitiva cuando alcanza un tamaño promedio de 15 a 20 cm, el cual se consigue aproximadamente entre los 3 y 4 meses de edad (Roncancio *et al.*, 1998).

### **2.9.5. Riego**

DIRECCIÓN DE EDUCACION AGRARIA (s.f.), El agua es vital para el crecimiento y desarrollo de las plantas, en el vivero es importante contar con agua de buena calidad y suficiente para el requerimiento de los diferentes vegetales.

Es necesario aplicar riego fino o nebulizado todos los días (cuando no llueve), mientras dure el proceso germinativo. Algunas de las semillas pueden germinar entre los 2 y 8 días siguientes a la siembra como en el caso de algunas especies (Triviño y Torres, 2005).

### **2.9.6. Control de malezas**

Herrera (2006), menciona que después del riego se realiza esta actividad eliminando las malezas, es muy importante porque permite que el agua penetre con mayor facilidad a las raíces, también favorece la aireación del suelo.

### **2.9.7. Humus**

Es una materia orgánica granulosa, inodora de color café oscuro, posee un pH neutro, ello permite aplicarlo en cualquier dosis, sin correr riesgo de quemar los cultivos. El humus posee alta concentración de micro y macro elementos de disponibilidad inmediata para los cultivos (Zarela *et al.*, 1993).

La baja relación carbono nitrógeno (13 a 19: 1), evita los fenómenos de competencia por nutrientes (nitrógeno) entre los microorganismos del suelo y los cultivos. Su actividad fitohormonal tiene efectos sobre semillas en germinación y plántulas en crecimiento para favorecer el desarrollo radicular (Zarela *et al.*, 1993).

#### **2.9.7.1. Humus de lombriz**

Ledesma (2010), indica que el humus de lombriz se obtiene de la lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*) la cual puede definirse como un organismo vivo que actúa sobre las sustancias orgánicas del terreno donde se aplica y continúa transformándolas en sustancias nutritivas asimilables. El humus posee un alto contenido de N, P, K, Ca. Mg y oligoelementos, sus elementos básicos están presentes en forma más utilizable y asimilable. Una tonelada de humus equivale a 10 toneladas de estiércoles, contiene una gran cantidad de microorganismos, enzimas, auxinas, hormonas vegetales.

### 3. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. Ubicación geográfica de la zona de estudio

El presente trabajo de investigación se realizó en la Provincia Nor Yungas, primera Sección Municipal de Coroico en el Vivero Municipal de San Pedro de la Loma, ubicada en la carretera principal de Coroico a Carmen Pampa.

San Pedro de la Loma se encuentra a 12 km de la población de Coroico, su situación geográfica (Figura 1), está delimitada por los paralelos  $16^{\circ}13'02''$  de latitud Sur y  $67^{\circ}47'00''$  de longitud Oeste, esta a una altitud de 1635 m.s.n.m. con temperatura promedio anual de  $21.6^{\circ}\text{C}$ , precipitación pluvial de 1560 mm/año. La humedad relativa promedio de 72 % (SEDAG-LP, 2005).

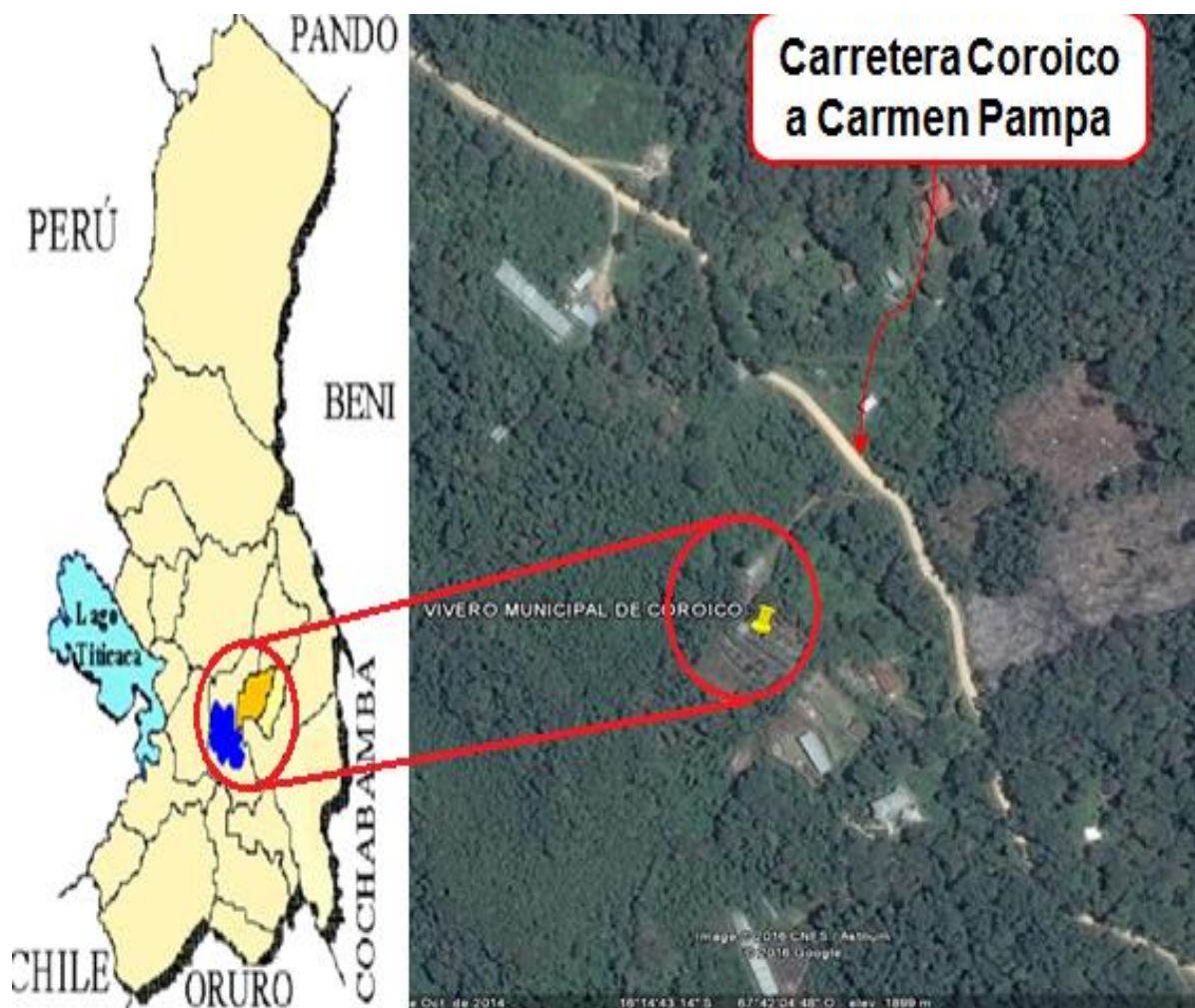


Figura 1. Ubicación geográfica del área de trabajo (GAMC, 2005).

## **3.2. Condiciones climáticas**

### **3.2.1. Clima**

El clima de Coroico corresponde a los regímenes tropical y subtropical, sin cambios térmicos invernales bien definidos, se registran límites climáticos máximos y mínimos comprendidos entre los 8 a 30 °C y las características de humedad obedecen a fenómenos orográficos, con una humedad relativa promedio de 72 % (GAMC, 2005).

La temperatura promedio ambiental de la localidad de San Pedro de la Loma es 20.5 °C, la temperatura mínima es de 12 °C y 28 °C de temperatura máxima, ubicada a 1630 m.s.n.m. de altitud (GAMC, 2005).

### **3.2.2. Precipitación pluvial**

La época de lluvias se inicia en los meses de octubre a noviembre y culmina en los meses de marzo y abril. Con un promedio anual de 1528 mm. (GAMC, 2005).

## **3.3. Materiales**

### **3.3.1. Material de estudio**

El material genético utilizado en el presente trabajo consistió en la semilla de serebó (*Schizolobium p.*) proveniente de la empresa distribuidora de semillas forestales BIOFOR del departamento de Cochabamba.

### **3.3.2. Material de escritorio**

- Lápices y bolígrafos
- Cuaderno de apuntes
- Computadora
- Planillas de evaluación

### **3.3.3. Material de campo y laboratorio**

- Ollas
- Estufa
- Termómetro (-10+110°C)
- Papel absorbente
- Platos desechables
- Cámara fotográfica

- Balde
- Arena o lama
- Suelo negro
- Suelo del lugar o mantillo
- humos de lombriz
- Bolsas de polietileno
- Pala
- Picota
- Repicador
- Romanilla digital
- Regadera
- Tijera
- Vernier
- Caldera eléctrica
- Cuchillo y otro

### **3.4. Metodología**

#### **3.4.1. Desarrollo del ensayo**

##### **3.4.1.1. Procedimiento experimental a nivel de laboratorio**

Para determinar el porcentaje de germinación, se utilizaron 15 platos desechables por cada tratamiento, con 10 semillas cada unidad experimental y se procedió a realizar el tratamiento pre-germinativo, sumergiendo en agua caliente a 80 °C, por tres niveles de tiempo 2, 5 y 10 minutos, se evaluó la germinación cada, 5, 10 y 15 días.

##### **3.4.1.2. Procedimiento experimental a nivel de campo**

###### **3.4.1.2.1. Preparado de sustrato**

La elaboración del sustrato es esencial para el éxito del vivero, debido a que este elemento es primordial para la germinación de la semilla y crecimiento de las plantas. La tierra negra utilizada proveniente de la Comunidad de Capillania (calvario) propiedad del municipio de Coroico, el mantillo se obtuvo de la misma área del vivero, la arena o lama se obtuvo del río Yolosa y por último se compró humos de lombriz de la Universidad Académica Campesina de Carmen Pampa. Para esta investigación se utilizó aproximadamente 0.3 m<sup>3</sup> de sustrato, producto de la mezcla de tierra negra, tierra del

lugar o mantillo, lama o arena y humos de lombriz con una relación 2:1, 1:1, 2:1:1 en el preparado de sustrato.

#### **3.4.1.2.2. Embolsado de sustrato para repique**

El embolsado se realizó en bolsas de polietileno con una medida de 22cm x 12cm, con tres tipos de sustratos preparados; sustrato 1 (tierra del lugar o mantillo 50% + arena 50%), sustrato 2 (tierra negra 75% + arena 25%) y sustrato 3 (tierra negra 50% + arena 25% + humos 25 %), se embolsó por tratamiento 150 bolsas un total de 450 bolsas con los tres tipos de sustrato.

#### **3.4.1.2.3. Tratamientos pre-germinativos**

El tratamiento pre-germinativo se realizó con tres niveles de tiempo 2, 5 y 10 minutos a una temperatura de 80°C marcado por un termómetro, luego se dejó en remojo en agua a temperatura ambiente durante 24 horas, sumergiendo 150 semillas por tratamiento un total de 540 semillas con diferentes niveles de tiempo ya mencionado para acelerar el proceso de germinación.

#### **3.4.1.2.4. Siembra de la semilla**

La semilla utilizada se obtuvo de la semillera BIOFOR de Cochabamba. La siembra de la semilla se realizó en cada bolsa, depositando una semilla por bolsa a una profundidad de 2.5 cm, utilizando un total de 450 semillas, a los cuales se le aplicó tratamientos pre-germinativos.

#### **3.4.1.2.5. Riego**

El riego se realizó al terminar de la siembra, haciendo uso de una regadera, el riego se aplicó todas las tardes, durante 5 minutos por un periodo de quince días, en la primera etapa de crecimiento de los plantines. En este periodo las semillas necesitan más humedad para su germinación y desarrollo; posteriormente se regaron las plántulas día de por medio hasta terminar las mediciones a los 90 días.

### **3.4.2. Diseño experimental**

Para realizar el análisis estadístico del experimento se adoptó el diseño completamente al azar (DCA), con dos factores y con cinco repeticiones: tratamiento pre-germinativo,



escarificación térmica sumergiendo las semillas al agua caliente a 80°C (marcado por un termómetro) en diferentes tiempos de 2, 5 y 10 minutos con tres tipos de sustrato combinando arena, tierra negra y humus en diferentes proporciones.

### 3.4.2.1. Diseño experimental a nivel de laboratorio

El modelo lineal aditivo es el siguiente:

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

Dónde:

$Y_{ij}$  = Una observación cualquiera

$\mu$  = Media poblacional

$\alpha_i$  = Efecto del i-ésimo tratamiento pre-germinativo

$\epsilon_{ij}$  = Error experimental

### 3.4.2.2. Diseño experimental a nivel de campo

El modelo lineal aditivo es el siguiente:

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

Dónde:

$Y_{ijk}$  = Una observación cualquiera

$\mu$  = Media poblacional

$\alpha_i$  = Efecto de la i-ésima tratamiento pre-germinativo factor A

$\beta_j$  = Efecto de la j-ésima sustrato del factor B

$\alpha\beta_{ij}$  = Efecto del i-ésima nivel de tratamiento pre-germinativo con el j-ésima nivel de sustrato (interacción tratamiento pre-germinativo por sustrato)

$\epsilon_{ijk}$  = Error experimental

### **3.4.2.3. Factores en estudio**

Los factores en estudio fueron factor A (tratamientos pre-germinativos) y factor B tipos de (sustrato).

#### **3.4.2.3.1. Factor A (Tratamiento pre-germinativo)**

a1= Inmersión de la semilla en agua caliente a una temperatura de 80°C por 2 minutos

a2= Inmersión de la semilla en agua caliente a una temperatura de 80°C por 5 minutos

a3= Inmersión de la semilla en agua caliente a una temperatura de 80°C por 10 minutos

#### **3.4.2.3.2. Factor B (Sustratos)**

b1= 50% de tierra del lugar o mantillo + 50% de arena

b2= 75% de tierra negra + 25% de arena

b3= 50% de tierra negra + 25% de arena + 25% de humus

### 3.4.2.3.3. Formulación de tratamientos

La combinación de los factores en estudio dio nueve tratamientos que se describen a continuación.

**Cuadro 1. Descripción de la composición de tratamientos**

Nº T	CODIGO	DISCRIPCIONES
1	A1B1	Agua caliente a 80°C por 2 minutos + 50% tierra del lugar o mantillo + 50% arena
2	A1B2	Agua caliente a 80°C por 2 minutos + 75% tierra negra + 25% arena
3	A1B3	Agua caliente a 80°C por 2 minutos + 50% de tierra negra + 25% arena + 25% humus
4	A2B1	Agua caliente a 80°C por 5 minutos + 50% tierra del lugar o mantillo + 50% arena
5	A2B2	Agua caliente a 80°C por 5 minutos + 75% tierra negra + 25% arena
6	A2B3	Agua caliente a 80°C por 5 minutos + 50% tierra negra + 25% arena + 25% humus
7	A3B1	Agua caliente a 80°C por 10 minutos + 50% tierra del lugar o mantillo + 50% arena
8	A3B2	Agua caliente a 80°C por 10 minutos + 75% tierra negra + 25% arena
9	A3B3	Agua caliente a 80°C por 10 minutos + 50% de tierra negra + 25% arena + 25% humus

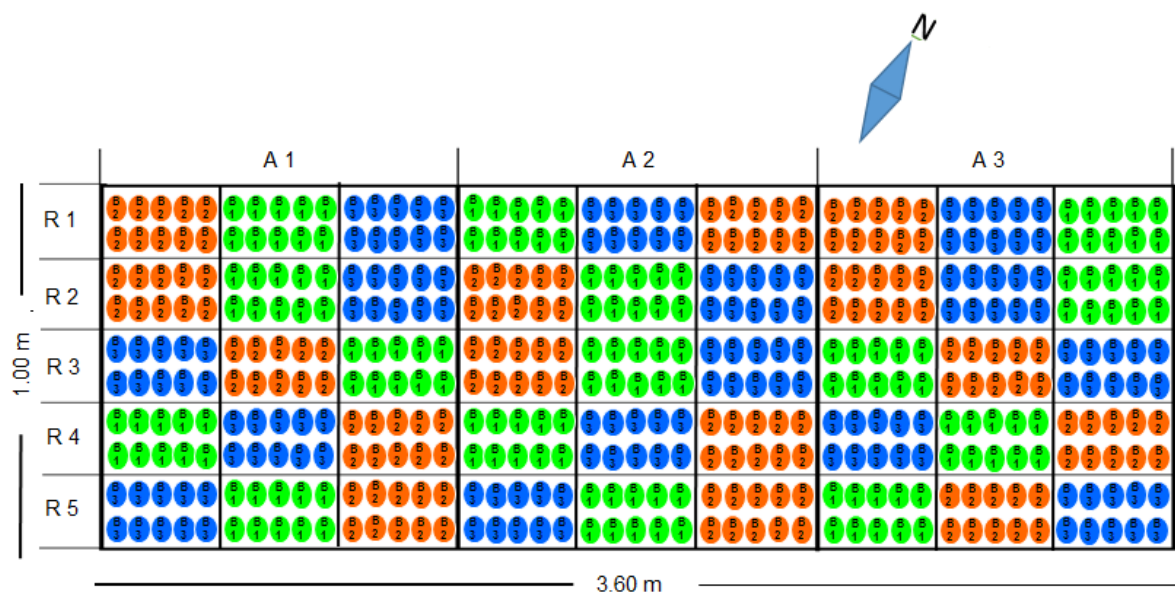
### 3.4.2.4. Especificaciones del campo experimental

Número de tratamientos = 9

Número de repeticiones = 5

Número total de unidades experimentales = 45

### 3.4.2.5. Forma del área experimental



**Figura 2. Croquis del experimento**

Área total del ensayo:	4 m <sup>2</sup>
Área neta del ensayo:	3.60 m <sup>2</sup>
Área neta del tratamiento:	1.60m x 1m
Nº total de semilla de ensayo:	450
Nº de plantas evaluadas por tratamiento:	150 plantas
Numero de unidad experimental:	10 semillas/bolsa

### **3.4.3. Variables de respuesta**

#### **3.4.3.1. Porcentaje de germinación**

Se determinó el porcentaje de semillas que germinaron cada 5, 10 y 15 días a partir de la siembra hasta que germinen más de 50 %. El proceso de germinación se inicia cuando la semilla se hidrata y la radícula empieza a crecer y finaliza cuando la radícula atraviesa la cubierta seminal. Fueron consideradas como germinadas las semillas que presentaban la radícula. Se determinó el porcentaje de germinación con la siguiente fórmula.

$$\%G = N^{\circ} \text{ de semillas sembradas} / N^{\circ} \text{ de plantas germinadas} * 100$$

#### **3.4.3.2. Días a la emergencia**

Se realizó mediante el conteo de plántulas emergidas en relación a la cantidad de semillas sembradas por bolsa (1 semilla por bolsa). Esta variable se contabilizó cada 5, 10 y 15 días después de la siembra, hasta que emergieron el 50% más uno de semillas de cada tratamiento.

#### **3.4.3.3. Altura de la planta**

En esta variable se evaluó la distancia comprendida entre el cuello y el ápice de la planta se expresó en centímetros (cm), la medición se hizo utilizando una regla o cinta métrica, cada 30, 60 y 90 días después de la siembra de cada unidad experimental ver la (figura 2) solo (plantas emergidas y si promedió por el mismo). La medición abarca desde el área basal del cuello de la planta hasta el ápice terminal de la planta con base a lo descripto por (Bobby y Valdivia, 2005).

#### **3.4.3.4. Diámetro del tallo**

Este se determinó utilizando un vernier o (calibrador) metálico realizando la medición en la mitad del tallo, el mismo se expresó en milímetros (mm) cada 30, 60 y 90 días después de la siembra solo (plantas emergidas y si promedió por el mismo).

### 3.4.3.5. Número de hojas

El número de hojas se determinó mediante conteo visual en cada unidad experimental, durante 30, 60 y 90 días después de la siembra.

### 3.4.3.6. Presupuesto

#### 3.4.3.6.1. Metodología del análisis económico

El análisis económico se realizó de acuerdo al manual metodológico de evaluación económica, el indicador beneficio costo por cada tratamiento según (Gispert, 2006).

$$B/C = \frac{IB}{CP}$$

**Donde:**

**B/C** = Relación Beneficio /costo

**IB** = Ingreso Bruto

**CP** = Costo de Producción

Calculo de costos de producción, utilizando la siguiente relación (Gispert, 2006).

$$CP = CA + nR \times PR$$

**Donde:**

**CP** = Costo de producción

**CA** = Costo de plantines

**nR** = Cantidad

**PR** = Precio

Calculo de beneficio neto, usando la siguiente relación (Gispert, 2006).

$$IN = IB - CP$$

**Donde:**

**IN** = Ingreso neto

**IB** = Ingreso bruto

**CP** = Costo de producción

## 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De acuerdo a los datos obtenidos en el presente trabajo de investigación, se presentan los siguientes resultados y discusiones correspondientes para las variables evaluadas.

### 4.1. Investigación a nivel de laboratorio

#### 4.1.1. Porcentaje de germinación

##### 4.1.1.1. Análisis de varianza para porcentaje de germinación a los 5 días

**Cuadro 2. Análisis de varianza para porcentaje de germinación**

F. V.	G. L.	S. C.	C. M.	F. C.	Pr>F
F. A. (tratamiento pre-germinativo)	2	229.6740	146.3370	2.04	0.1466 N.S.
Error	32	2295.897	71.747		
Total	44	2588.571			
C.V. %	51.11				
Media general %	16.57				

De acuerdo con los resultados de análisis de varianza, a los 5 días después de la siembra (Cuadro 2), inmersión en agua caliente a 80°C., en tres tiempo 2, 5 y 10 minutos, no existen diferencias significativas entre tratamientos (NS) para el factor A (tratamientos pre-germinativos). Coincidiendo con Palomino y Barra (2003), el periodo de germinación de la semilla de serebó es de 8 a 15 días con tratamientos pre-germinativos y sin tratamiento pre-germinativo es, a los 22 a 25 días con semillas fresca y si la semilla esta conservado a los 52 a 56 días después de la siembra. Iñes (2008), menciona que la energía germinativa se realiza mayor a los 10 días después de la siembra.

Además, el coeficiente de variación tuvo un valor igual a 51.11%; este valor es elevado por lo que los datos no serían confiables, con una media general de 16.57% (Ochoa, 2009).

#### 4.1.1.2. Análisis de varianza para porcentaje de germinación a los 10 días

**Cuadro 3. Análisis de varianza para porcentaje de germinación**

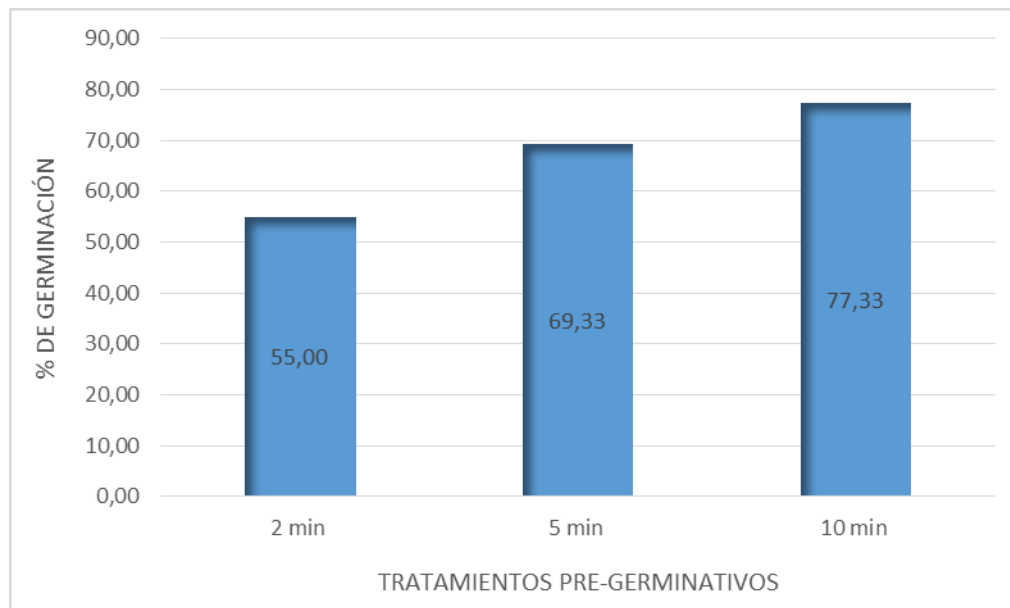
F. V.	G. L.	S. C.	C. M.	F. C.	Pr>F
F. A. (tratamiento pre-germinativo)	2	3688.3333	1844.167	7.18	0.0021 **
Error	41	10536.666	256.992		
Total	44	14225.00			
C.V. %	23.75				
Media general %	67.50				

De acuerdo con el análisis de varianza a los 10 días después de la siembra (cuadro 3), señala que existen diferencias altamente significativas (\*\*) para el factor A (tratamientos pre-germinativos) con una probabilidad presentado  $Pr>F=0.0021$ , siendo este valor inferior al 0.05 (5%) e inferior al 0.01 (1%) por lo que las diferencias entre tratamientos es altamente significativo.

El coeficiente de variación, con un valor igual a 23.75% nos indica que los valores analizados de las unidades experimentales son buenos, con una media general 67.50% semillas germinadas/días.



#### 4.1.1.3. Comparación de medias para porcentaje de germinación a los 10 días



**Figura 3. Porcentaje de germinación bajo diferentes tratamientos pre-germinativos**

De acuerdo con la comparación de medias a los 10 días, para el tratamiento pre-germinativo, tuvieron efectos directos en el porcentaje de germinación, inmersión al agua caliente a 80 °C, con tres niveles de tiempo: 2, 5 y 10 minutos (Figura 3); la inmersión al agua caliente por 2 minutos con una media igual a 55.00%, por 5 minutos con una media igual a 69.33% de germinación con una diferencia de 14.33% de semillas germinadas; este valor, estadísticamente es significativo con una probabilidad de  $Pr>F=0.0207$ . Según el Justiniano *et al.*, (2001), Palomino y Barra (2003), indican que la inmersión en agua hirviendo durante 3 a 5 minutos, hasta su enfriamiento en condición de laboratorio, la tasa de germinación de serebó puede alcanzar hasta un 42%, 76% y 96%. Estos resultados se deben a que el agua caliente provocó la ruptura del endocarpio lo que favoreció la emergencia del embrión.

De la misma forma la inmersión al agua caliente durante 10 minutos se tuvo una media igual a 77.33%, habiendo una diferencia de 8.00% del inmersión al agua caliente por 5 minutos, este valor estadísticamente indica que no existen diferencias significativas con una probabilidad  $Pr>F=0.1782$ . Aunque se observa diferencias numéricas entre los

tratamientos por 5 y 10 minutos inmersión al agua caliente no hubo efectos directos en la germinación de la semilla de serebó.

#### 4.1.1.4. Análisis de varianza para porcentaje de germinación a los 15 días

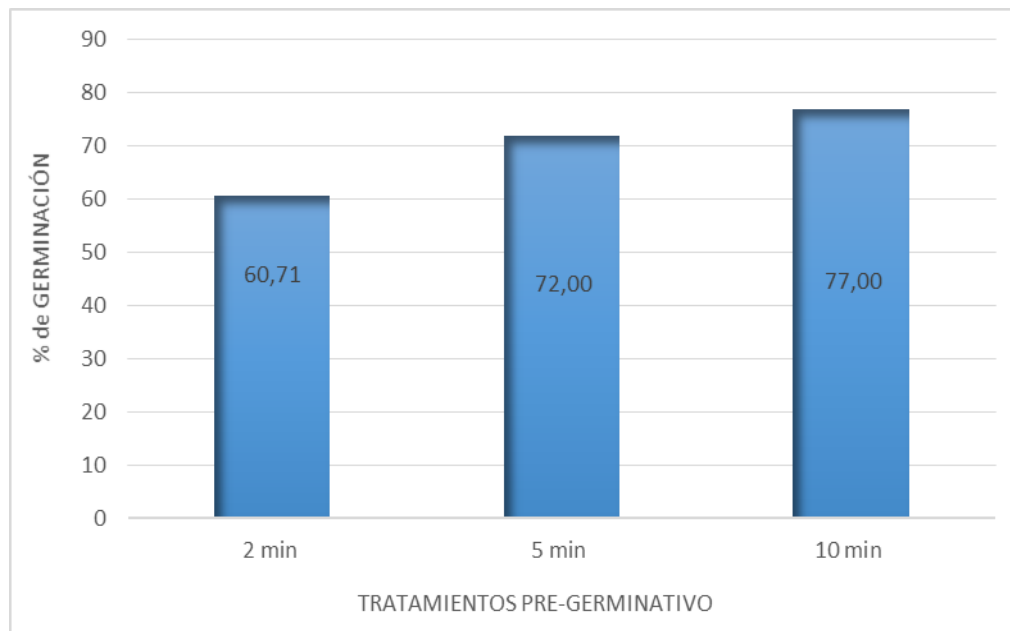
**Cuadro 4. Análisis de varianza para porcentaje de germinación**

F. V.	G. L.	S. C.	C. M.	F. C.	Pr>F
F. A. (tratamiento pre-germinativo)	2	1804.8701	902.4350	3.82	0.0302 *
Error	41	9692.8571	236.4112		
Total	43	11497.727			
C.V. %	22.04				
Media general %	69.77				

De acuerdo con el análisis de varianza, a los 15 días después de la siembra (Cuadro 4) demuestra que existen diferencias significativas (\*) para el factor A (tratamientos pre-germinativos) con una probabilidad de  $Pr>F=0.0302$ ; siendo este valor, es inferior al 0.05 (5%) por lo que las diferencias entre tratamientos es significativo.

El coeficiente de variación con un valor igual a 22.04% nos indica que los valores analizados de las unidades experimentales son buenos, estando dentro del margen de aceptación con una media general de 69.77% semillas germinadas/días.

#### 4.1.1.5. Comparación de medias para porcentaje de germinación a los 15 días



**Figura 4. Porcentaje de germinación bajo diferentes tratamientos pre-germinativos**

De acuerdo con la comparación de medias a los 15 días para tratamiento pre-germinativo tuvieron efectos directos para porcentaje de germinación con tres niveles de tiempo: 2, 5 y 10 minutos (figura 4), donde la inmersión al agua caliente por 2 minutos muestra una media igual a 60.71% y para 5 minutos una media igual a 72.00% de germinación con una diferencia de 11.29%. Este valor estadísticamente es significativo con una probabilidad de  $Pr>F=0.0540$ . Ledesma (2010), manifiesta que al someter las semillas en agua a 75°C, en diferentes tiempos de inmersión facilita la germinación de semillas con testa dura o impermeables. Quiroz (1992), de la misma forma, sostiene que el porcentaje de germinación 70% y 82% aplicando tratamientos pre-germinativos remojo en agua caliente respectivamente. Asimismo, Admin citado por Panduro (2014), sostiene que para conseguir un 75% a 85% de germinación la semilla de serebó requiere un tratamiento pre-germinativo en agua hirviendo durante 5 minutos.

De la misma forma inmersión al agua caliente por 10 minutos se obtuvo una media igual 77.00%, habiendo una diferencia de 4.00% del tratamiento por 5 minutos, este valor estadísticamente demuestra que no existe diferencias significativas con una probabilidad  $Pr>F=0.4802$ . Aunque se observa diferencias numéricas entre los tratamientos pre-

germinativos durante 5 y 10 minutos de inmersión al agua caliente no hubo efectos directos en la germinación de la semilla: se puede decir por la energía germinativa de la semilla de serebó.

## 4.2. Investigación a nivel de campo

### 4.2.1. Días a la emergencia

#### 4.2.1.1. Análisis de varianza para días a la emergencia los 5 días

**Cuadro 5. Análisis de varianza días a la emergencia**

F. V.		G. L.	S. C.	C. M.	F. C.	Pr>F
F. A. (tratamiento pre-germinativo)		2	2.5854	1.2927	2.01	0.1542 N.S.
F. B. (sustrato)		2	0.7455	0.3728	0.58	0.5671 N.S.
Interacción	A*B (trata. pre-germtvo.)*(sustrato)	4	5.4829	1.3707	2.13	0.1542 N.S.
Error		26	16.7167	0.6429		
Total		34	25.8857			
C.V. %			48.39			
Media general			1.66			

De acuerdo con el análisis de varianza, a los 5 días después de la siembra (Cuadro 5), la inmersión al agua caliente, en sus tres niveles de tiempo: 2, 5 y 10 minutos, no existe diferencias significativas (N.S.) para el factor A (tratamientos pre-germinativos), factor B (sustrato) e interacción A\*B (tratamientos pre-germinativos x sustrato): por lo que se puede indicar a los 5 días, los tratamientos pre-germinativos y sustrato no influyeron en la emergencia del serebó. Coincidiendo con Palomino y Barra (2003) el periodo de emergencia de la semilla de serebó es de 8 a 15 días con tratamientos pre-germinativos y sin tratamiento pre-germinativo fue a los 22 a 25 días.

Además, el coeficiente de variación con un valor igual a 48.39 %, es elevado, por lo que los datos no serían confiables (Ochoa, 2009).

#### 4.2.1.2. Análisis de varianza para días a la emergencia a los 10 días

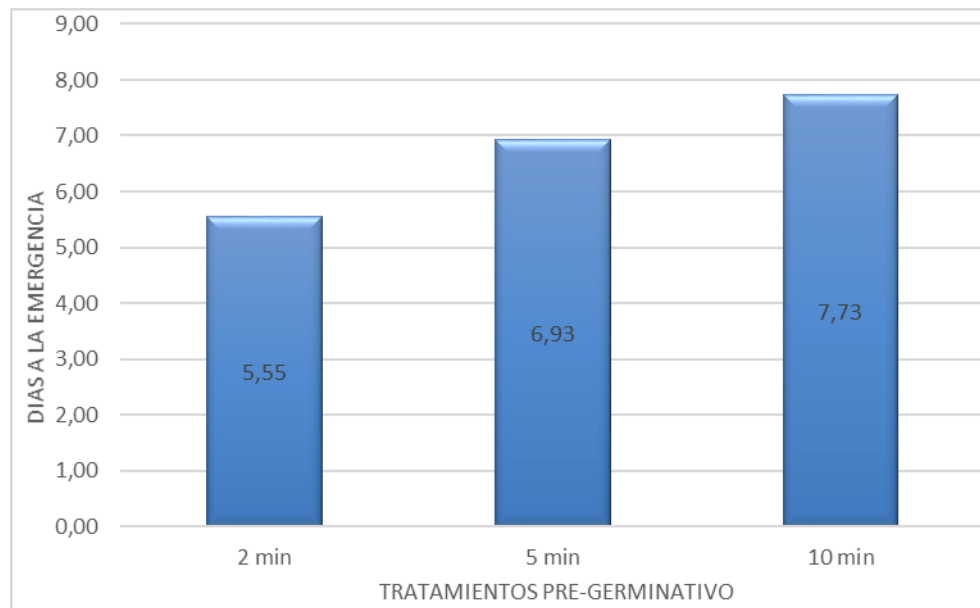
**Cuadro 6. Análisis de varianza días a la emergencia**

F. V.	G. L.	S. C.	C. M.	F. C.	Pr>F
F. A. (tratamientos pre-germinativo)	2	34.9289	17.4645	7.84	0.0015**
F. B. (sustrato)	2	16.9360	8.4680	3.80	0.0320*
Interacción A*B (trata. pre-germtvo.)*(sustrato)	4	10.7117	2.6779	1.20	0.3272 N.S.
Error	35	77.9500	2.2271		
Total	43	142.2500			
C.V. %	22.11				
Media general	6.75				

De acuerdo con el análisis de varianza a los 10 días después de la siembra (Cuadro 6), se muestra que existen diferencias altamente significativas (\*\*) para el factor A (tratamientos pre-germinativos), para el factor B (sustrato) se observaron diferencias significativas (\*) y para la Interacción A\*B (tratamientos pre-germinativos x sustrato); por lo que se puede indicar que a los 10 días, los tratamientos pre-germinativos y tipos de sustrato no influyeron en la emergencia de la semilla de serebó.

El coeficiente de variación con un valor igual a 22.11%, indica que el manejo de las unidades experimentales fueron adecuadas; además los datos registrados son confiables con una media general de 6.75 semillas emergidas/días.

#### 4.2.1.3. Comparación de medias para días a la emergencia a los 10 días

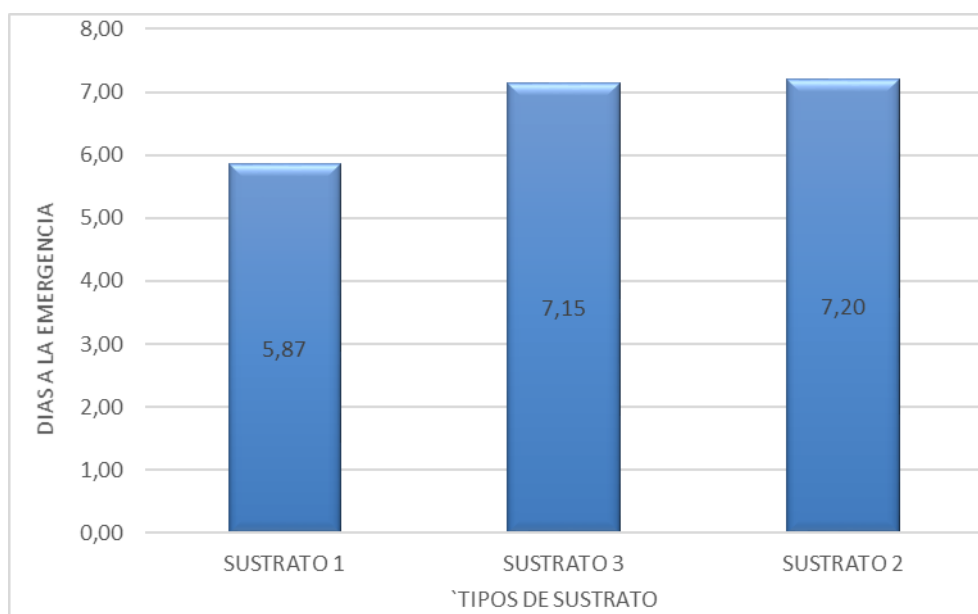


**Figura 5. Días a la emergencia bajo diferentes tratamientos pre-germinativos**

La comparación de medias para días a la emergencia al 1% de significancia, a los 10 días después de la siembra (Figuran 5), se muestra para el factor A (tratamientos pre-germinativos) que hubo influencia en la inmersión al agua caliente a una temperatura de 80°C con tres niveles de tiempos: 2, 5 y 10 minutos; donde la inmersión al agua caliente por 2 minutos muestra una media igual a 5.55 y para 5 minutos una media igual a 6.93, con una diferencia de 1.38 semillas emergidas. Este valor estadísticamente es diferente con una probabilidad  $Pr > F = 0.0178$ . Al respecto Quishpe (2009), menciona que el agua caliente ablanda el tegumento de la semilla permitiendo el ingreso de agua y el intercambio gaseoso, lo que facilita acortar el periodo de emergencia haciendo que el desarrollo de los plantines sea más homogéneo.

Asimismo, la comparación de medias demuestra que la inmersión al agua caliente por 10 minutos tuvo una media igual a 7.73 con una diferencia de 0.8 semilla emergidas con el tratamiento al agua caliente por 5 minutos; este valor estadísticamente no es significativo, con una probabilidad de  $Pr > F = 0.1510$  aunque se observa diferencias numéricas entre tratamientos durante 5 y 10 minutos, inmersión al agua caliente no hubo efectos directos en la germinación de la semilla de serebó. Como menciona Ledesma (2010) y Iñes (2008), la dormancia o latencia de las semilla es un carácter fisiológico que puede ser

debido a embriones no desarrollados de tal forma no germinan a un estado en ambientes adecuadas.



**Figura 6. Días a la emergencia bajo diferentes tipos de sustrato**

La comparación de medias (figura 6) indica en cuanto, a días a la emergencia del factor B (sustrato), para el nivel sustrato 1, (tierra del lugar o mantillo 50% + arena 50%) una media igual a 5.86 y el sustrato 3 (tierra negra 50% + arena 25% + humos 25%) con una media igual a 7.15, habiendo una diferencia de 1.29 semillas emergidas; estadísticamente es diferente con una probabilidad de  $Pr>F=0.0271$ . Coincidiendo con lo manifestado por Quishpe (2009), los valores más altos de emergencia se obtuvieron en (tierra negra 50% + arena 25% + abono orgánico 25%) esto se debe a que el abono orgánico le brinda al sustrato características favorables en cuanto a retención de humedad, textura, aireación, buen aporte de nutrientes lo que favoreció la emergencia de las semillas. Lo que no sucede con el sustrato (tierra negra 75% + arena 25 %) dada su composición no permitió obtener buenos resultados, ya que no conservó una adecuada humedad para la emergencia de los plantines.

De la misma forma para el nivel de sustrato 2 (tierra negra 75% + arena 50%) la información de medias demuestra que se tuvo una media igual a 7.20, habiendo una diferencia de 0.05 semillas emergidas del sustrato 3 estadísticamente no es significativo con una probabilidad  $Pr>F=0.9289$ . Se puede decir las características físicas y químicas

del sustrato 2 y sustrato 3 son similares para la emergencia de semilla de serebó a los 10 días después de la siembra.

#### 4.2.1.4. Análisis de varianza para días a la emergencia a los 15 días

**Cuadro 7. Análisis de varianza días a la emergencia**

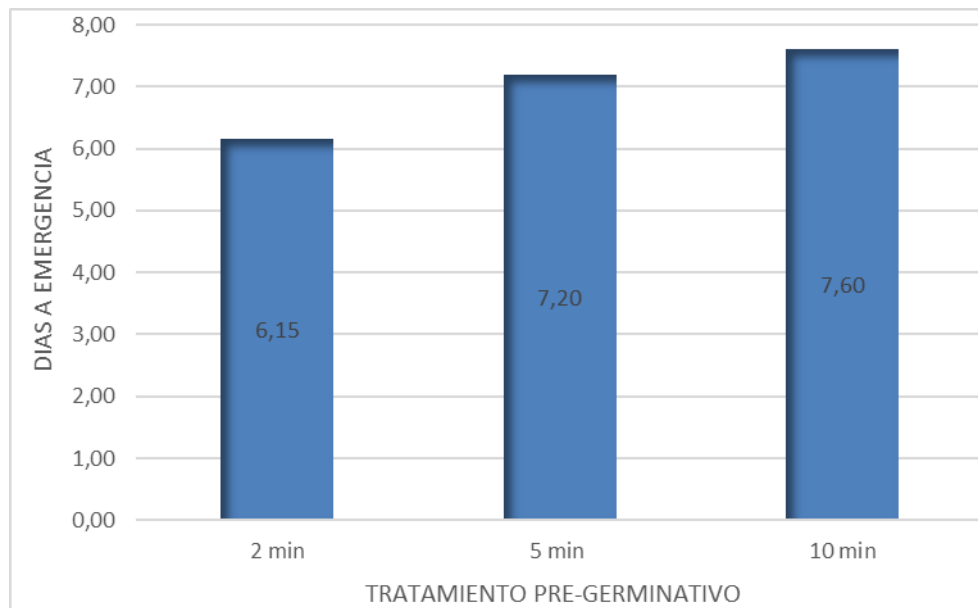
F. V.	G. L.	S. C.	C. M.	F. C.	Pr>F
F. A. (tratamiento pre-germinativo)	2	16,0026	8,0013	3,59	0,0381*
F. B. (sustrato)	2	8,6623	4,3311	1,94	0,1582 N.S.
Interacción A*B (trata. pre-germinativo.)*(sustrato)	4	10,9117	2,7279	1,22	0,3180 N.S.
Error	35	77,9500	2,2271		
Total	43	114,9773			
C.V. %	21.39				
Media general	6.98				

De acuerdo con el análisis de varianza a los 15 días después de la siembra (Cuadro 7), indica que existen diferencias significativas (\*) en el factor A (tratamientos pre-germinativos) y para el factor B (sustrato) no hay diferencias significativas (N.S.) ni para la interacción A\*B (tratamiento pre-germinativo x sustrato).

El coeficiente de variación, es de 21.39%, situación que indica los valores analizados de las unidades experimentales son buenas, con una media general de 6.98 semillas germinadas/días.



#### 4.2.1.5. Comparación de medias para días a la emergencia a los 15 días



**Figura 7. Días a la emergencia bajo diferentes tipos de tratamientos pre-germinativo**

La figura 7, muestra que el factor A (tratamientos pre-germinativo), tuvo efectos directos en la emergencia a los 15 días, donde la inmersión al agua caliente en sus tres niveles de tiempo: 2, 5 y 10 minutos, en cada unidad experimental indica que por 2 minutos hubo una media igual a 6.15 semillas emergidas y por 5 minutos una media igual a 7.20 semillas emergidas, habiendo una diferencia de 1.05 semillas emergidas con una probabilidad  $Pr>F=0.0674$ ; el cual, estadísticamente no es significativa. Aunque se observa diferencias numéricas entre tratamientos demuestra poca diferencia en sus efectos para emergencia de la semilla de serebó, por que la energía germinativa sucede en 5 a 10 días después de la siembra (Ledesma, 2010).

De la misma forma, la comparación de medias por 10 minutos con una media a 7.60 semillas emergidas, con una diferencia de 0.4 semillas emergidas en el tratamiento por 5 minutos; este valor estadísticamente no es significativo con una probabilidad  $Pr>F=0.4678$ . Al respecto Rojas (1985), señala sobre los factores necesarios para la germinación, considerando factores internos, es decir la semilla no germina porque el embrión se encuentra inmaduro, cubierta impermeable al oxígeno o al agua o generalmente a los dos factores; es decir que el embrión debe estar bien conformada y

con las sustancias de reserva suficiente para poder germinar. Como se puede observar, no emergieron, 3 semillas de un total de 10 semillas de cada unidad experimental como menciona Ledesma (2010) y Iñes (2008), la dormancia o latencia de la semilla es un carácter fisiológico que puede ser debido a embriones no desarrollados de tal forma no germinan a un estado en ambientes adecuadas.

#### 4.2.2. Altura de planta

##### 4.2.2.1. Análisis de varianza para altura de la planta a los 30 días

**Cuadro 8. Análisis de varianza para altura de la planta después de la siembra**

F. V.	G. L.	S. C.	C. M.	F. C.	Pr>F
F. A. (tratamiento pre-germinativo)	2	1.4799	0.7399	0.97	0.3907 N.S.
F. B. (sustrato)	2	0.0926	0.0463	0.06	0.9415 N.S.
Interacción A*B (trata. pre-germinativo.)*(sustrato)	4	1.2001	0.3000	0.39	0.8133 N.S.
Error	35	26.8238	0.7664		
Total	43	29.5960			
C.V. %	9.81				
Media general	8.93				

En análisis de varianza para la altura de las plantas a los 30 días después de la emergencia (Cuadro 8), indica que no hay diferencias significativas (N.S.) para el factor A (tratamientos pre-germinativo), inmersión al agua caliente a una temperatura de 80°C, en sus tres niveles de tiempo: 2, 5 y 10 minutos. Para el factor B (sustrato), los diferentes tipos de sustrato demuestran diferencias no significativas (N.S.) por lo tanto, no influyeron en el desarrollo de los plantines de serebó ni para la interacción A\*B (tratamientos pre-germinativos x sustratos). Al respecto, mencionan Saavedra y Gutiérrez (2014), Ledesma (2010), que reportaron para el análisis de varianza diferencias no significativas para altura planta con tratamientos pre-germinativos, tipos de sustrato e interacción tratamientos pre-germinativos por sustrato en un periodo de 30 días.

Asimismo, Quishpe (2009), menciona que para mejor desarrollo de una planta sus raíces deben estar bien desarrolladas; por lo cual se puede decir en este periodo los plantines no se encontraba bien desarrollada sus raíces.

El coeficiente de variación, es de 9.81%, situación que indica los valores analizados de las unidades experimentales son buenas, con una media general de 8.93 cm/planta.

#### 4.2.2.2. Análisis de varianza para altura de la planta a los 60 días

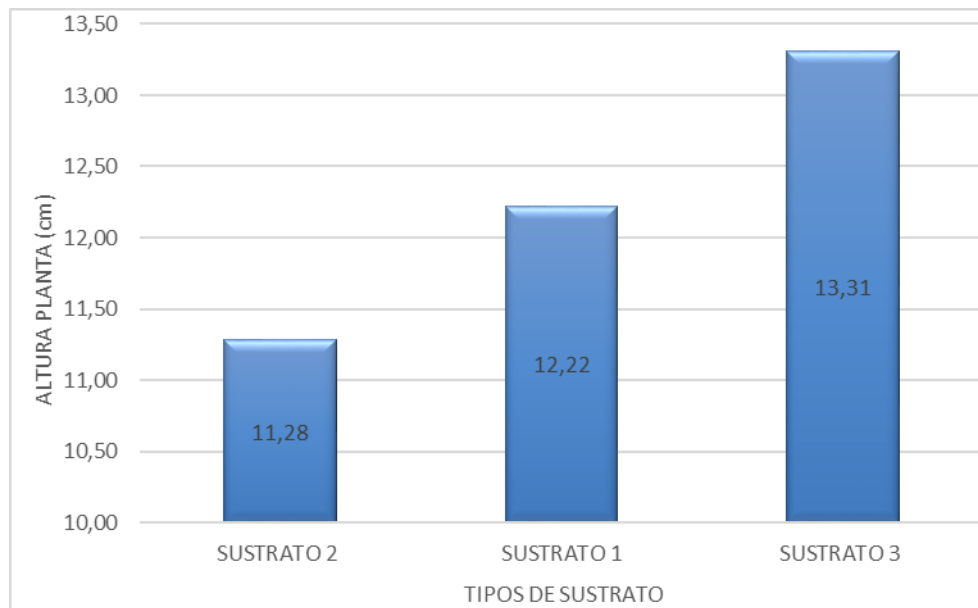
**Cuadro 9. Análisis de varianza para la altura de la planta después de la siembra**

F. V.	G. L.	S. C.	C. M.	F. C.	Pr>F
F. A. (tratamiento pre-germinativo)	2	2.9025	1.4513	1.00	0.3794 N.S.
F. B. (sustrato)	2	29.5088	14.7544	10.13	0.0003**
Interacción A*B (trata. pre-germ.)*(sustrato)	4	2.9397	0.7349	0.50	0.7326 N.S.
Error	35	50.9760	1.4565		
Total	43	87.4965			
C.V.%	9.85				
Media general	12.25				

En análisis de varianza para la altura de las plantas a los 60 días después de la emergencia (Cuadro 9), indica que no existen diferencias significativas (N.S.) para el factor A (tratamientos pre-germinativos), para factor B (sustrato) al menos en uno de ellos hay diferencias altamente significativa (\*\*), no así para la interacción A\*B que presenta diferencias no significativa (N.S.).

El coeficiente de variación con un valor igual a 9.85% indica que el manejo de las unidades experimentales fueron adecuadas, además que los datos registrados son confiables con una media general de 12.25 cm/planta.

#### 4.2.2.3. Comparación de medias para altura de la planta a los 60 días



**Figura 8. Altura de la planta bajo diferentes tipos de sustrato**

La comparación de medias (Figura 8) indica en cuanto a la altura planta del factor B (sustrato), a los 60 días el sustrato 2 (tierra negra 75% + arena 25%) con una altura media igual a 11,28 cm y el sustrato 1 (tierra del lugar o mantillo 50% + arena 50%), provee una altura media de 12,22 cm, con una diferencia de 0.94 cm de crecimiento del sustrato 2, este valor estadísticamente es significativo con una probabilidad  $Pr>F= 0.0411$ . Al respecto, Arteaga *et al.*, (2003), menciona que el sustrato que contiene suelo de bosque que se extrae del primer horizonte del suelo, es el que presenta más contenido en materia orgánica 11.4% al 14.4% provenientes de la descomposición de hojarascas acumulado en la superficie del suelo.

El sustrato 3 (tierra negra 50% + arena 25% + humos 25%), alcanzó una altura media de 13.31 cm, habiendo una diferencia de 1.09 cm, del sustrato 1 este valor estadísticamente es significativo con una probabilidad  $Pr>F= 0.0208$ . Ledesma (2010) y Quishpe (2009), en 60 días, reportaron el más sobresaliente (tierra negra 50% + arena 25% + abono 25%) con un promedio de desarrollo de 10.02 cm y el menor rango que se reporta es el sustrato comercial (tierra negra 75% + arena 25%) con un promedio de 8.82 cm de altura planta. Coincidiendo con Artiaga *et al.*, (2003) a medida que se aumenta suelo del bosque,

materia orgánica o humos en la mezcla del sustrato, se logran mayores crecimiento en la altura planta.

#### 4.2.2.4. Análisis de varianza para la altura de la planta a los 90 días

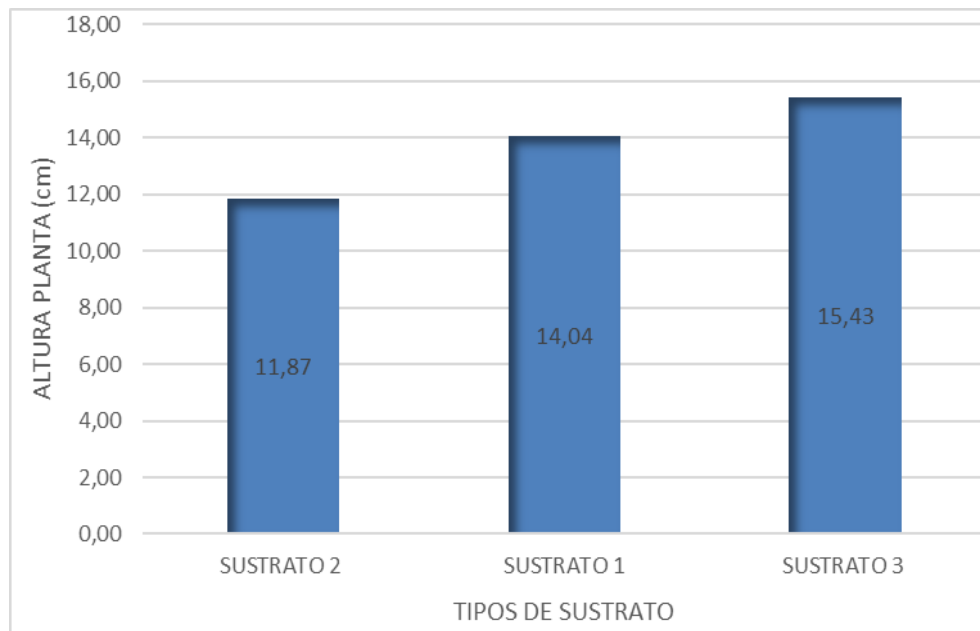
**Cuadro 10. Análisis de varianza para la altura de la planta después de la siembra**

F.V.	G. L.	S. C.	C. M.	F. C.	Pr>F
F. A. (tratamiento pre-germinativo)	2	12,5940	6,2970	2,99	0,0635 N.S.
F. B. (sustrato)	2	93,2989	46,6494	22,12	0,0001**
Interacción A*B (trata. pre-germinativo.)*(sustrato)	4	10,1037	2,5259	1,20	0,3292N.S.
Error	35	73,8269	2,1093		
Total	43	193,3417			
C.V. %	10.55				
Media general	13.77				

Según el análisis de varianza para la altura de planta a los 90 días después de la emergencia (Cuadro 10) indica que no existen diferencias significativas (N.S) para el factor A (tratamientos pre-germinativos), con una probabilidad de  $Pr>F=0.0635$ . Para el factor B (sustrato) al menos en uno de ellos hay diferencias altamente significativas (\*\*) con una probabilidad  $Pr>F=0,0001$ , no así para la interacción A\*B que presenta diferencias no significativas (N.S.) con una probabilidad de  $Pr>F=0.3292$ .

El coeficiente de variación con un valor igual a 10.55% indica que el manejo de las unidades experimentales fueron buenas. Además que los datos registrados son confiables, el experimento fue bien manejado respecto a los factores en estudio con una media general de 13.77 cm/planta.

#### 4.2.2.5. Comparación de medias para la altura de la planta a los 90 días



**Figura 9. Altura de la planta bajo diferentes tipos de sustratos**

La comparación de medias (Figura 9), indica en cuanto a la altura de planta del factor B (sustrato), a los 90 días el sustrato 2 (tierra negra 75% + arena 25%) con una altura media igual a 11.87 cm y el sustrato 1 (tierra del lugar o mantillo 50% + arena 50%), provee una altura media de 14.04 cm, con una diferencia de 2.17 cm de desarrollo del sustrato 2, este valor estadísticamente es altamente significativo con una probabilidad  $Pr>F= 0.0002$ .

El sustrato 3 (tierra negra 50% + arena 25% + humos 25%), alcanzó una altura media de 15.43 cm., con una diferencia de 1.39 cm de desarrollo del sustrato 1; este valor estadísticamente es altamente significativo con una probabilidad  $Pr>F= 0.0144$ . Ledesma (2010), reporta similares resultados en altura planta a los 90 días después de la siembra, con diferentes tipos de sustratos preparados (tierra negra 50% + turba 50%), (tierra negra 50% + arena 25% + humos 25%), los mejores resultados obtenidos por los sustratos mencionados, el sustrato (tierra negra 75% + arena 25%) el que tuvo menor desarrollo en la altura planta. Cajamarca (2012), sostiene aplicando materia orgánica al sustrato, mejora la porosidad del sustrato estimulando el desarrollo radicular de las plantas a la vez se convierte en reservas de nutrientes para las plantas, asegurando la disponibilidad de macro y micro nutrientes.

### 4.2.3. Diámetro del tallo

#### 4.2.3.1. Análisis de varianza para el diámetro del tallo a los 30 días

**Cuadro 11. Análisis de varianza para el diámetro del tallo después de la siembra**

F. V.	G. L.	S. C.	C. M.	F. C.	Pr>F
F. A. (tratamiento pre-germinativo)	2	0,0557	0,0278	0,07	0,9293 N.S.
F. B. (sustrato)	2	0,1968	0,0984	0,26	0,7726 N.S.
Interacción A*B (trata. pre-germinativo.)*(sustrato)	4	0,4367	0,1092	0,29	0,8836 N.S.
Error	36	13,6317	0,3787		
Total	44	14,3209			
C.V.%	18.33				
Media general (mm)	3.37				

De acuerdo con el análisis de varianza a los 30 días después de la siembra (Cuadro 11), indica que no existe diferencias significativas (N.S.) para el factor A (tratamientos pre-germinativos), factor B (sustrato) e interacción A\*B (tratamientos pre-germinativos x sustrato) por lo que se puede indicar que a los 30 días los tratamientos pre-germinativos y sustrato no influyeron en el diámetro del tallo de serebó. Este comportamiento se asume, que al inicio de emergencia de la planta, no necesita nutrientes por lo que el resultado es no significativo para todas las fuentes de variación.

El coeficiente de variación con un valor igual a 18.33% indica que el manejo de las unidades experimentales fueron buenas. Además que los datos registrados son confiables, el experimento fue bien manejado respecto a los factores en estudio con una media general de 3.37 mm/planta.

#### 4.2.3.2. Análisis de varianza para el diámetro del tallo a los 60 días

**Cuadro 12. Análisis de varianza para el diámetro del tallo después de la siembra**

F. V.			G. L.	S. C.	C. M.	F. C.	Pr>F
F. A. (tratamiento pre-germinativo)			2	0,4230	0,2115	2,63	0,0864 N.S.
F. B. (sustrato)			2	0,4280	0,2140	2,66	0,0840 N.S.
Interacción	A*B	(trata. pre-germinativo.)*(sustrato)	4	0,3488	0,0872	1,08	0,3794 N.S.
Error			35	2,8157	0,080		
Total			43	4,0193			
C.V. %				7.90			
Media general (mm)				3.59			

El análisis de varianza, a los 60 días después de la emergencia (Cuadro 12), demuestra diferencias no significativas (N.S.) para ninguna de las fuentes de variación, para el factor A (tratamientos pre-germinativos), factor B (sustrato) e interacción A\*B (tratamientos pre-germinativos x sustrato), por lo que se puede indicar que a los 60 días después de la emergencia, los tratamientos pre-germinativos y sustrato a un no mostraron efecto directo en el desarrollo del diámetro de tallo de serebó.

El coeficiente de variación con un valor igual a 10.55% indica que el manejo de las unidades experimentales fueron adecuadas, además que los datos registrados son confiables, el experimento fue bien manejado respecto a los factores en estudio con una media general de 13.17 mm/planta.



#### 4.2.3.3. Análisis de varianza para el diámetro del tallo a los 90 días

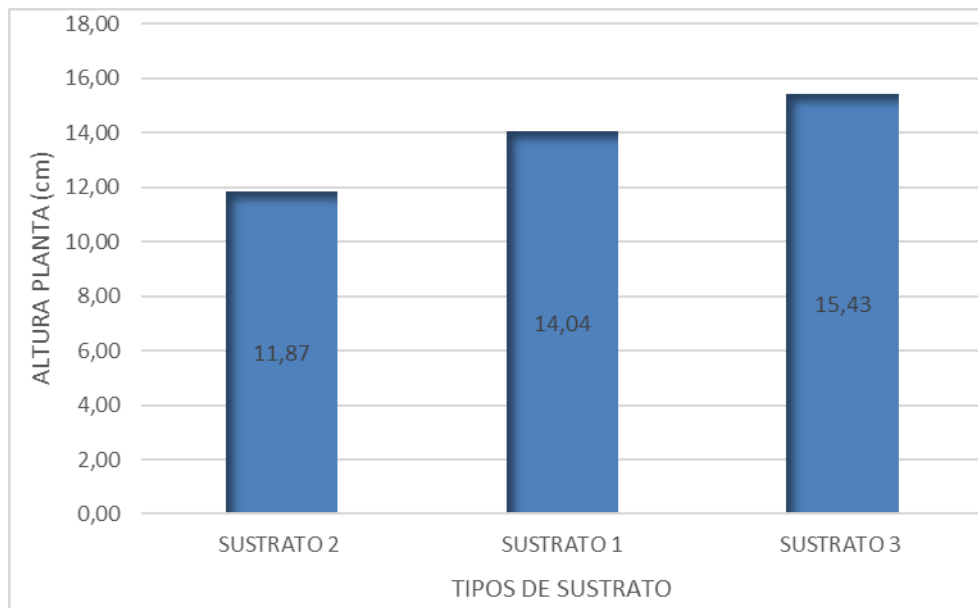
**Cuadro 13. Análisis de varianza para el diámetro del tallo después de la siembra**

F. V.		G. L.	S. C.	C. M.	F. C.	Pr>F
F. A. (tratamiento pre-germinativo)		2	0.0777	0.0388	0.48	0.6233 N.S.
F. B. (sustrato)		2	2.3983	1.1991	14.79	0.0001**
Interacción A*B	(trata. pre-germ.)*(sustrato)	4	0.2978	0.0744	0.92	0.4641 N.S.
Error		35	2.8368	0,0811		
Total		43	5.6268			
C.V.%			7.65			
Media general (mm)			3.72			

El análisis de varianza para diámetro del tallo a los 90 días después de la emergencia (Cuadro 13), muestran diferencias no significativas (N.S.) para el factor A (tratamientos pre-germinativos), para factor B (sustrato) hay diferencias altamente significativa (\*\*), no así para la interacción A\*B que presenta diferencias no significativa (N.S.).

El coeficiente de variación con un valor igual a 7.65% indica que el manejo de las unidades experimentales fueron apropiadas. Además que los datos registrados son confiables, el experimento fue bien manejado respecto a los factores en estudio con una media general de 3.72 mm/planta.

#### 4.2.3.4. Comparación de medias para diámetro del tallo a los 90 días



**Figura 10. Diámetro del tallo bajo diferentes tipos de sustratos**

La comparación de medias para diámetro del tallo a los 90 días después de la emergencia (Figura 10) demuestra para el factor B (sustrato), para el nivel sustrato 2 (tierra negra 75% + arena 25%), obtuvo un diámetro de 3.41 mm y el sustrato 1 (tierra del lugar o mantillo 50% + arena 50%), proporcionó un diámetro del tallo 3.81 mm que tiene una diferencia de 0.40 mm en diámetro del tallo del sustrato 2, este valor estadísticamente es altamente significativo con una probabilidad  $Pr>F= 0.0004$ . Ledesma (2010), los valores más altos se encuentra en los sustratos que contiene materia orgánica un 25% en su composición, en cambio el sustrato comercial compuesto por (tierra negra 75% + arena 25%) se encuentran los valores más bajos en el desarrollo del diámetro del tallo. Como menciona. Organero y Gimeno (s.f.), a medida que el cambium crece, el diámetro del tallo aumenta dando lugar a los anillos de crecimiento.

Para el sustrato 3 (tierra negra 50% + arena 25% + humos 25%), alcanzando un diámetro del tallo con una media de 3.93 mm habiendo una diferencia de 0.12 mm del sustrato 1, estos resultado se observan diferencias no significativas con una probabilidad  $Pr>F= 0.1714$ , aunque se observa diferencias numéricas entre tratamientos, se puede decir la materia orgánica de los sustratos 1 y sustrato 3 son similares.

#### 4.2.4. Número de hojas

##### 4.2.4.1. Análisis de varianza para número de hojas a los 30 días

**Cuadro 14. Análisis de varianza para número de hojas después de la siembra**

F. V.	G. L.	S. C.	C. M.	F. C.	Pr>F
F. A. (tratamiento pre-germinativo)	2	29.0609	14.5305	1.52	0.2323 N.S.
F. B. (sustrato)	2	24.6415	12.3208	1.29	0.2879 N.S.
Interacción A*B (trata. pre-germinativo.)*(sustrato)	4	30.6377	7.6594	0.80	0.5320 N.S.
Error	35	334.1123	9.5461		
Total	43	420.2287			
C.V. %		8.27			
Media general		37.34			

El análisis de varianza para número de hojas a los 30 días después de la emergencia (Cuadro 14), indica que no existen diferencias significativas para ninguna de las fuentes de variación, por lo que se entiende que el factor A (tratamientos pre-germinativo), factor B (sustrato) y la interacción A\*B no tuvieron efecto directo en la formación de hojas hasta los 30 días después de la emergencia. Este comportamiento se asume al inicio de emergencia la planta no necesita nutrientes para el desarrollo, porque las semillas tienen reservas de nutrientes en sus cotiledones o endospermo.

El coeficiente de variación fue de 8.27% el cual indica que los valores analizados están dentro los parámetros estadísticos de aceptación, se puede decir que el manejo de las unidades experimentales fueron adecuadas, con un promedio general de 37.34 hojas/planta.

#### 4.2.4.2. Análisis de varianza para número de hojas a los 60 días

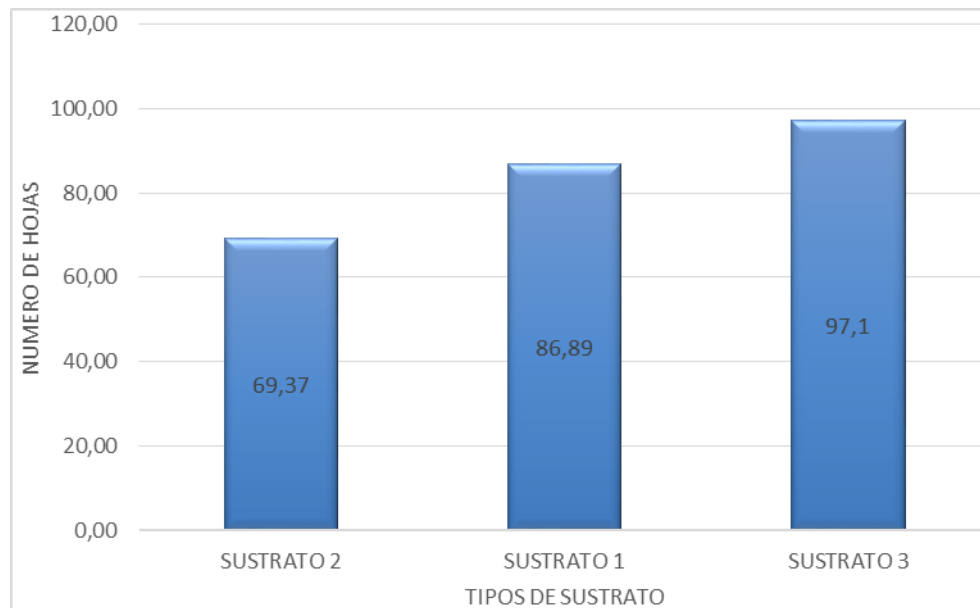
**Cuadro 15. Análisis de varianza para número de hojas después de la siembra**

F. V.	G. L.	S. C.	C. M.	F. C.	Pr>F
F. A. (tratamiento pre-germinativo)	2	228,9343	114,4671	0,40	0,6701 N.S.
F. B. (sustrato)	2	5710,3980	2855,1990	10,10	0,0003**
Interacción A*B (trata. pre-germinativo.)*(sustrato)	4	834,1323	208,5331	0,74	0,5726 N.S.
Error	35	9893,4113	282,6689		
Total	43	16857,9903			
C.V. %	19.94				
Media general	84.33				

El análisis de varianza para número de hojas de los plantines a los 60 días después de la emergencia (Cuadro 15), indica que no hay diferencias significativas (N.S.) para el factor A (tratamientos pre-germinativos), para el factor B (sustratos), hay diferencias altamente significativa y para la interacción A\*B (tratamientos pre-germinativos x sustratos) nos presenta diferencias no significativas (N.S.).

El coeficiente de variación fue de 19.94% el cual indica que los valores analizado están dentro los parámetros estadísticos de aceptación se puede decir que el manejo de las unidades experimentales fueron adecuadas, con un promedio general de 84.33 hojas/planta.

#### 4.2.4.3. Comparación de medias para número de hojas a los 60 días



**Figura 11. Numero de hojas bajo diferentes tipos de sustrato**

La comparación de media (Figura 10), muestra en cuanto al número de hojas para el factor B (sustrato), para el nivel sustrato 2 (tierra negra 75% + arena 25%), con una media igual a 69.37 hojas y el sustrato 1 (tierra del lugar o mantillo 50% + arena 50%), con una media igual a 86.89 hojas, habiendo una diferencia de 17.52 hojas/planta este valor estadísticamente es altamente significativa con una probabilidad  $Pr > F = 0.0072$ . Arteaga *et al.*, (2003), menciona el sustrato que contiene suelo de bosque que se extrae del primer horizonte del suelo, es el que presenta más contenido en materia orgánica 11.4% al 14.4%, provenientes de la descomposición de hojarasca acumulado en la superficie del suelo. Martínez *et al.*, (2013), señala las sustancias húmicas o humos son un producto final de la degradación de la materia orgánica, por lo tanto el desarrollo de la planta a mayor altura planta, mayor será en número de hojas.

El sustrato 3 (tierra negra 50% + arena 25% + humus 25%) con una media igual a 97.09 hojas habiendo una diferencia de 10.21 hojas del sustrato 1, este valor demuestra estadísticamente no significativo con una probabilidad de  $Pr > F = 0.1125$ . Como menciona Cajamarca (2012), la materia orgánica mejora la porosidad del suelo, estimula el desarrollo radicular de las plantas y mayor será el desarrollo foliar. Por lo tanto el

comportamiento del sustrato 3 y el sustrato 1 se puede decir que son similares en cuanto a Materia Orgánica, macro y micro nutrientes.

#### 4.2.4.4. Análisis de varianza para número de hojas a los 90 días

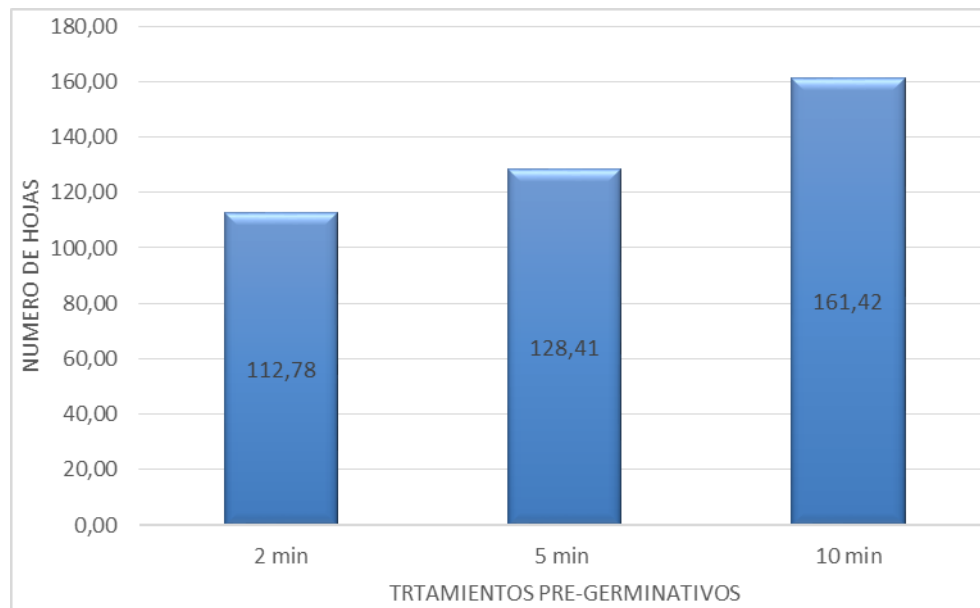
**Cuadro 16. Análisis de varianza para número de hojas después de la siembra**

F. V.	G. L.	S. C.	C. M.	F. C.	Pr>F
F. A. (tratamiento pre-germinativo)	2	17953.8783	8976.9391	9.92	0.0004**
F. B. (sustrato)	2	45887.6265	22943.81323	25.36	0.0001**
Interacción A*B (trata. pre-germinativo.)*(sustrato)	4	7668.7400	1917.1850	2.12	0.0992 N.S.
Error	35	316663.6115	904.6746		
Total	43	104704.2455			
C.V. %	22.42				
Media general	134.12				

El análisis de varianza para número de hojas a los 90 días después de la emergencia se observa (Cuadro 16), para el factor A (tratamientos pre-germinativo), manifiesta hay diferencias altamente significativas (\*\*), para el factor B (sustratos) de la misma forma hay diferencias altamente significativas (\*\*), y para la interacción, A\*B no existe diferencias significativas (N.S.).

El coeficiente de variación fue de 22.42% el cual indica que los valores analizado están dentro los parámetros estadísticos de aceptación, con un promedio general de 134.12 hojas/planta.

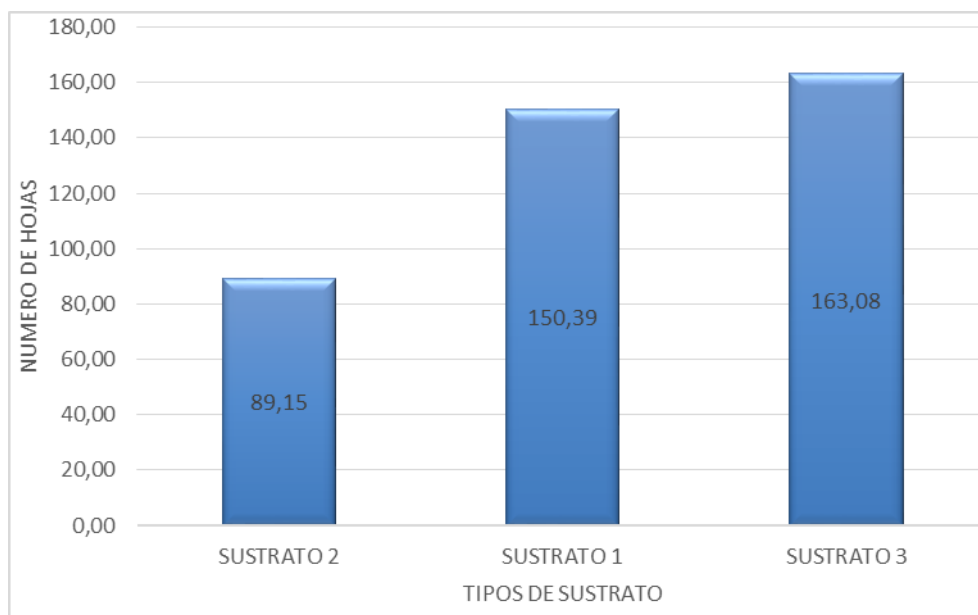
#### 4.2.4.5. Comparación de medias para número de hojas a los 90 días



**Figura 12. Número de hojas bajo diferentes tratamientos pre-germinativos**

La Figura 12 muestra que el factor A (tratamiento pre-germinativo), obtuvieron efectos directos a los 90 días de inmersión al agua caliente, en sus tres niveles de tiempo: 2, 5 y 10 minutos; por lo cual, la inmersión al agua caliente por 2 minutos tuvo una media igual a 112.78 hojas; de la misma forma inmersión al agua caliente por 5 minutos tuvo una media igual 128.41 hojas, habiendo una diferencia de 15.63 hojas este valor estadísticamente es no significativo (N.S.) con una probabilidad de  $Pr>F= 0.1719$ .

De la misma forma, la comparación de medias por 10 minutos muestra una media de 161.42 hojas, con una diferencia de 33.01 hojas del tratamiento por 5 minutos de inmersión al agua caliente; este valor estadísticamente, es altamente significativo con una probabilidad de  $Pr>F= 0.0049$ , como menciona Monotoa (2012), que la semilla está dotada de energías, materiales químicos suficientes para su desarrollo y que habrá mayor cantidad de hojas cuando las condiciones de crecimiento sean mejores. Demostrando lo que dice Strassburger (1994) que una semilla sin modificaciones internas está compuesta de una provisión de reservas nutritivas almacenadas en el embrión la cual dará mayor actividad a los meristemas apicales y al alargamiento de los entrenudos.



**Figura 13. Número de hojas bajo diferentes tipos de sustratos**

La figura 13, los resultados de la comparación de medias a los 90 días después de la siembra para el factor B (sustrato), aplicado nivel sustrato 2 (tierra negra 75% + arena 25%), proporcionó una media igual a 89.15 hojas y el sustrato 1 (tierra negra del monte o mantillo 50% + arena 50%) contribuyó con una media igual 150.39 hojas habiendo una diferencia de 61.24 hojas, este valor estadísticamente es altamente significativo con una probabilidad  $Pr>F=0.0001$ . Arteaga *et al.*, (2003), menciona el sustrato que contiene suelo de bosque que se extrae del primer horizonte del suelo, es el que presenta más contenido en materia orgánica 11.4% al 14.4%, provenientes de la descomposición de hojarasca acumulado en la superficie del suelo. Martínez *et al.*, (2013), señala las sustancias húmicas o humos son un producto final de la degradación de la materia orgánica, por lo tanto el desarrollo de la planta a mayor altura planta mayor será en número de hojas.

De la misma forma la comparación de medias demuestra para el sustrato 3 (tierra negra 50% + arena 25% + humus 25%), manifiesta con una media igual 163.08 hojas, habiendo una diferencia de 12.93 hojas del sustrato 1, este valor estadísticamente no es significativo con una probabilidad  $Pr>F= 0.2654$ . Como menciona Cajamarca (2012), la materia orgánica mejora la porosidad del suelo, estimula el desarrollo radicular de las plantas y mayor será el desarrollo foliar. Por lo tanto el comportamiento del sustrato 3 y el sustrato 1 se puede decir que son similares en cuanto a Materia Orgánica, macro y micro nutrientes.



#### 4.2.5. Costos de producción

##### 4.2.5.1. Costos de producción de plantines de serebó (Expresado en Bs.)

**Cuadro 17. Costo de producción**

Tratamientos		Costo de prod. (Bs/trat.)	Rendimt. (plan/trat.)	Rendimt. Ajuste al 10% (plan/trat.)	Ingreso Bruto (Bs/trat.)	Ingreso Neto (Bs/trat.)	Beneficio/Costo (B/C)
Factor A	Factor B						
A1	B1	78.00	22	19.8	99	21.00	0.27
	B2	71.83	30	27	135	63.17	0.88
	B3	136.28	25	22.5	112.5	<b>-23.78</b>	<b>-0.17</b>
A2	B1	78.00	33	29.7	148.5	70.50	0.90
	B2	71.83	33	29.7	148.5	76.67	1.1
	B3	136.28	38	34.2	171	34.72	0.25
A3	B1	78.00	33	29.7	148.5	70.50	0.90
	B2	71.83	45	40.5	202.5	<b>130.67</b>	<b>1.82</b>
	B3	136.28	38	34.2	171	34.72	0.25

El Cuadro 17, para los costos de producción de plantines de serebó, indica que el tratamiento A3\*B2 (inmersión de la semilla en agua a 80°C por 10 minutos en sustrato compuesto por tierra negra 75% + arena 25%), presenta el mayor ingreso neto Bs. 130.67, con un beneficio costo (B/C) 1.82 Bs; con un total de costos de producción o inversión de Bs. 71.83 a diferencia de A1\*B3 (inmersión de la semilla en agua a 80°C por 2 minutos con un sustrato compuesto por tierra negra 50% + arena 25% + humos 25%), que tiene un beneficio neto de Bs. -23.78 el beneficio costo (B/C) que presenta -0.17 y un total de costos de producción de Bs. 136.28 los ingresos obtenidos en los tratamientos descritos están relacionados con el rendimiento obtenido en el ensayo.

## 5. CONCLUSIONES

- El mejor tratamiento pre-germinativo fue la inmersión al agua caliente durante 5 y 10 minutos, que presentó mayores porcentajes de germinación (69.33, 77.33%) a diferencia de inmersión por 2 minutos en agua en un tiempo de 15 días.
- Para días a emergencia de la semilla de serebó, inmersión al agua caliente por 5 y 10 minutos se tuvo una media igual a 7.20, 7.60 semillas emergidas/unidad experimental en un tiempo de 15 días después de la siembra.
- El tipo de sustrato que influyó en días a emergencia es el sustrato 3 (tierra negra 50% + arena 25% + humos 25%) y sustrato 2 (tierra negra 75% + arena 25%) con una media igual a 7.15, 7.20 semillas emergidas/unidad experimental en un tiempo de 10 días después de la siembra.
- El sustrato que influyó en altura de planta fue el sustratos 3 (tierra negra 50% + arena 25% + humos 25%) que proporcionó los resultados más representativos con una media de 13.31 cm/plantin en un lapso de 60 días.
- El sustratos 1 (tierra del lugar o mantillo 50% + arena 50%) y sustrato 3 (tierra negra 50% + arena 25% + humos 25%) que alcanzaron significativamente con una media 14.04 cm, 15.43 cm de altura de planta en un periodo de 90 días.
- Para el diámetro del tallo a los 90 días los mejores resultados se tuvo con el sustrato 1 (tierra del lugar o mantillo 50% + arena 50%) con una media de 3.81 mm/plantin y el sustrato 3 (tierra negra 50% + arena 25% + humos 25%) con una media de 3.93 mm/plantin en comparación con el sustrato 2 (tierra negra 75% + arena 25%) tan solo con una media de 3.41 mm/plantin de desarrollo.
- La inmersión de semilla en agua caliente durante 10 minutos influyo en el mejor comportamiento y desarrollo de hojas, con una media igual a 161.42 hojas/plantin, en comparación con 2 y 5 minutos que presentan diferencias no significativas en un periodo de 90 días después de la siembra.
- Los sustratos (sustrato 1 y sustrato 3), también influyeron en el incremento de numero de hojas, que alcanzaron una media igual 86.89, 97.10 hojas/plantin, en un periodo de 60 días a diferencia del sustrato 2 que presento diferencias no significativas.

- A los 90 días después de la siembra, el sustrato 3 tuvo el mejor comportamiento, con una media igual a 161.42 hojas/plantin, a diferencia de los sustratos 1 y 2, que presentaron diferencias no significativas.
- El análisis económico demuestra que el tratamiento A3B2, (remojo de la semilla en agua a 80°C por 10 minutos con sustrato compuesto por (tierra negra 75% + arena 25%) proporcionó el ingreso neto de 130.67 Bs. con un beneficio costo (B/C) de 1.82 Bs., a diferencia del tratamiento A1B3, que obtuvo menor ingreso neto -23.74 Bs. con un beneficio costo (B/C) de -0.17 Bs.

## 6. RECOMENDACIONES

- Para la producción de plantines de serebó será mejor someter a un tratamiento pre-germinativo por un tiempo de 5 minutos, con el fin de acelerar y homogenizar la germinación y emergencia de las mismas; constituyendo que es un método sencillo y de bajo costo y que está, al alcance de todos los viveristas forestales.
- Para la producción de plantines de serebó se recomienda utilizar un sustrato con tierra negra (50%) + arena (25%) + abono orgánico (25%) para la producción de plantines en vivero.
- Con el fin de disminuir costos de producción de los plantines de serebó, se debe utilizar un sustrato compuesto por (tierra negra 50% + arena 25% + abono orgánico 25%); se puede aplicar otros tipos de abonos orgánicos como la gallinaza o pollinaza, cuyo costo es más bajo además se produce bastante pollo en el lugar, que el humos de lombriz tiene un coste muy elevado.
- Se recomienda realizar trabajos de investigación con similares características en tratamientos pre germinativos en algunas semillas forestales como por ejemplo, semilla de toco colorado (*Piptadenia burchienni*) para homogenizar en la etapa de germinación.
- Probar con los mismos sustratos en otras especies forestales para conocer el comportamiento y comparar con los resultados obtenidos.

## 7. BIBLIOGRAFÍA

- Artiaga, B.; León, S.; Amador, C. 2003. Efecto de la mezcla de sustratos y fertilización sobre el crecimiento de (*Pinus durangensis*) en vivero. Recursos Genéticos Forestales. Foresta Veracruzana vol. 5. Xalapa – México. pp. 9-16. Consultado el 21 de mayo del 2016. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=49750202>.
- Bewley, JD.; Black, M. 1982 physiology and biochemistry of. Heidelberg. Springer – verlang, berling. Consultado el 21 de mayo del 2016. Disponible en: [orton.catie.ac.cr/REPDOG.pdf](http://orton.catie.ac.cr/REPDOG.pdf).
- Besnier, RF. 1989. Semillas. Biología y Tecnología. Madrid. 625 p.
- Bobby, M.; Valdivia, E. 2005. Evaluación del comportamiento de tres especies forestales a nivel de vivero en el municipio de Telica, departamento de León. Tesis. Ingeniero Forestal. Universidad Nacional Agraria, Facultad de Recursos Naturales y del Ambiente. Managua. 53 p.
- Bonner, R. y Galston, W. 1973. Principios de fisiología. Trad. Del inglés por Federico Portillo. 5 ed. Madrid - Aguilar. 485 p.
- Cajamarca, D. (2012). Procedimientos para la elaboración de abonos orgánicos. Monografía previa a la obtención del título de Ingeniero Agrónomo. Universidad de Cuenca, Facultad de Ciencias Agropecuarias. Cuenca - Ecuador. 118 p.
- Centurión, T. 1993. Caesalpinioideae. En: Guía de Arboles de Bolivia. Killeen T. S., S. Beck y E. García (Eds.). Instituto de Ecología. U.M.S.A. La Paz, Bolivia.
- DIRECCIÓN DE EDUCACIÓN AGRARIA, s.f. Manual de vivero. 2º año ciclo básico agrario. Versión preliminar, Buenos Aires – Argentina 174 p. Consultado el 25 de febrero del 2016. Disponible en: [www.easdonboscouribe.edu.ar.pdf](http://www.easdonboscouribe.edu.ar.pdf).

- Duran, R; Abelardo, A. 2014. Evaluación preliminar de recuperación de suelo (pH, materia orgánica y nitrógeno) con pino chuncho (*schizolobium amazonicum* huber ex ducke) del proyecto cero deforestación, distrito Hermilio Valdizan, Huánuco. Practica pre-profesional. Universidad Nacional Agraria de la Selva. Facultad de Recursos Naturales Renovables. Departamento Académico de Ciencias Ambientales. Tingo María – Perú. 91 p.
- FAO, 2015. Edición especial “Ecología y gestión forestal”. Consultado el 25 de febrero del 2016. Disponible en: [www.fao.org/news/story/es/item/327382/icode/](http://www.fao.org/news/story/es/item/327382/icode/).
- Gispert, C. 2006. Mundo de la matemática. Estadística.
- Herrera, M. 2006. Apuntes del curso de semillas y viveros. Consultado el 21 de agosto del 2013. Disponible en: <http://html.rincondelvago.com/viveros-forestales-1.html>
- Iñiguez, LF. 2008. Propagación en vivero de seis especies forestales promisorias de la zona seca de la provincia del oro, para la reforestación en áreas de explotación de material pétreo y embellecimiento vial del proyecto Huaquillas, Santa Rosa. Tesis de grado de la Universidad Nacional de Loja Área Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables. Loja – Ecuador. 143 p.
- Jiménez, E. 2004. Sistema de escarificación de semillas de tagua (*Phytelephasa ecuatorialis*) para mejorar la germinación. Revista Tecnológica. 17(1). 46-54 p.
- Justiniano, MJ.; Fredericksen, TS.; Nash, D. 2001. “Ecología y Silvicultura de Especies Menos Conocidas. Serebó o Sombrerillo (*Schizolobium parahyba*) S.F. Blake, Caesalpiniaceae” Proyecto de Manejo Forestal Sostenible BOLFOR. Santa Cruz-Bolivia. 37 p.
- Leguía, JD.; Villegas, H.; Aliaga, J. 2011. Deforestación en Bolivia una aproximación espacial. Revista latinoamericana de desarrollo económico. Consultado el 16 de marzo del 2016. Disponible en: [cienciasyletras.edu.bo/libro/CAPITULO](http://cienciasyletras.edu.bo/libro/CAPITULO).

- Ledesma, GP. 2010. Evaluación de tres tratamientos pre-germinativos con cuatro tipos de sustratos para la propagación de pumamaqui (*Oreopanaxecuadorensis Kunt*). Tesis de grado. Ing. Forestal. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Facultad de Recursos Naturales. Escuela de Ingeniería Forestal. Riobamba – Ecuador. 122 p.
- Martínez, R.; Camacho, A.; Calderón, M.; Rivera, R.; Cerezo, A. 2008. Manual de Reforestación Especies Maderables No Tradicionales. Cuenca Hidrográfica del Canal de Panamá. Volumen 3. Balboa - República de Panamá. 41 p.
- Martínez, E.; Aguilar, JA.; Osornio, A.; Aguilar R.; Bucio, MA.; Bosque, G. 2013. Manual teórico – práctico los biofertilizantes y su uso en la agricultura. Secretaría de Agricultura Ganadería Desarrollo Rural Pesca y Alimentación. Editorial Prado S. A. Col. Roma Sur – México. 50 p.
- Monotoa, CH. 2012. Escarificación Mecánica y Química Como Tratamientos Pre Germinativos en Semillas de Olivo (*Olea Europea*) Trabajo De Investigación. Facultad de Ingeniería Agronómica Cevallos – Ecuador. 54 p.
- Ochoa, RR. 2009. Diseños experimentales. 1ra edición. La Paz – Bolivia. p. 19.
- Ospina, CM.; Posada, F.J.; Gil, Z.N.; Castro, B.L. 2003. Especies forestales nativas: tambor. Gerencia técnica programa de investigación científica centro nacional de investigación de café. Chinchina, Caldas – Colombia. 41 p. Consultado el 07 de julio del 2016. Disponible en: [biblioteca.cenicafe.org/bitstream](http://biblioteca.cenicafe.org/bitstream)
- Organero, A.; Gimeno, M. s.f. Conceptos básicos de botánica. Consultado el 16 de marzo del 2016. Disponible en: [www.jardibotanic.org/fotos/pdf](http://www.jardibotanic.org/fotos/pdf).
- PDM - Coroico, 2005. Plan de Desarrollo Municipal, Coroico. Primera Sección Municipal. Prefectura del Departamento de La Paz. 16 – 23 p.
- Parrotta, JA., JK. Francis y R. Rolo De Almeida.1995. Trees of Tapajós (A photographic field guide). Unites States Department of Agriculture. Río Piedras, Puerto Rico. 166-167p.

- Patiño, F 1983. Guía para la recolección y manejo de semillas de especies forestales. Boletín divulgativo. Mexico DF. 60 p.
- Panduro, FA. 2014. Preparación del sitio de plantación para (*Schizolobium parahybum* Vell.). Tesis de grado. Facultad de Ciencias Forestales. Escuela de Formación Profesional de Ingeniería Forestal. Universidad Nacional de la Amazonia Peruana. Iquitos-Perú. 101 p.
- Quishpe, JA. 2009. Evaluación de seis tratamientos pre germinativos y cuatro tipos de sustrato para propagación de arupo (*Chionanthus pubescens*). Tesis de grado. Ing. Forestal. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Facultad de Recursos Naturales. Escuela de Ingeniería Forestal. Riobamba – Ecuador. 147 p.
- Quino, K. 2013. Germinación de semillas y crecimiento inicial de plántulas de (*Enterolobium cyclocarpum*) procedentes de la Costa de Oaxaca. Trabajo de experiencia recepcional. Facultad de Ciencias Agrícolas. Universidad Veracruzana. Xalapa de Enriquez, Veracruz – Mexico. 78 p.
- Quiroz, E. 1992. Tratamiento de semillas de serebó (*Schizolobium parahyba*) para acelerar la germinación. Tesis de grado. Universidad Autónoma Gabriel René Moreno. Santa Cruz, Bolivia.
- Quino, K. 2013. Germinación de semillas y crecimiento inicial de plántulas de (*Enterolobium cyclocarpum*). Procedente de la Costa de Oaxaca Trabajo de Experiencia Recepcional. Facultad de Ciencias Agrarias. Xalapa de Enriquez – Veracruz. 78 p.
- Raudes, M.; Sagastume, N. 2009. Manual de Conservación de Suelos. Programa para la Agricultura Sostenible en Laderas de América Central. Carrera de Ciencia y Producción Agropecuaria. Escuela Agrícola Panamericana. Consultado el 30 de junio del 2016. Disponible en: <http://www.se.gob.hn/unidadmedia2/manuales/modulo..pdf>
- Rojas, E. 1990. Tratamientos pre-germinativos con semillas de (*Schizolobium amazonicum*). INIIA-GTZ. San Ramón-Chanchamayo. Perú. 60 pp.



- Rojas, EA. 1985. Ensayos de germinación de las semillas de cuatro especies forestales de la selva central en relación con dos métodos de almacenamiento (refrigeración y aire libre). Proyecto Peruano – Alemán, desarrollo forestal y agroforestal en la selva central. San Ramón - Perú. Documento de trabajo N° 59. 121 p.
- Romero, A.; Toledo, M.; Zuidema, PA. 2015. Trayectoria de crecimiento radial de especies maderables, yesquero blanco (*Carina ianeirensis*) y serebó (*Schizolobium parahyba*) en un bosque sub húmedo de la provincia Guarayos. Instituto Boliviano de Investigación Forestal. Facultad de Ciencias Agrícolas. Universidad Autónoma Gabriel Rene Moreno. Santa Cruz – Bolivia. Artículo, Ecología en Bolivia 50 (1). Consultado el 30 de junio del 2016. Disponible en: [www.scielo.org.bo/pdf](http://www.scielo.org.bo/pdf)
- Roncancio, D.; Vega, E.; Herrera, G.; Castañeda, A. 1998. Guía para plantaciones forestales comerciales SANTANDER. Corporación Nacional de Investigación y Fomento Forestal CONIF. Serie de Documentación N° 39. Santa Fe de Bogotá-Colombia. 42 p. Consultado el 30 de junio del 2016. Disponible en: [www.scielo.org.bo/pdf](http://www.scielo.org.bo/pdf)
- Reynel, C.; Pennington, RT.; Pennington, TD.; Flores, C.; Daza, A. 2003. Árboles útiles de la Amazonía Peruana. Un manual con apuntes de identificación, ecología y propagación de las especies. 50 p. Consultado el 05 de julio del 2016. Disponible en: [sisbib.unmsm.edu.pe/biologia/pdf](http://sisbib.unmsm.edu.pe/biologia/pdf).
- Strasburguer, E. 1994. Tratado de la Botánica. Bilbao. España. 6ª ed. Ilust. Grfs. 798 p.
- Saavedra, AF.; Gutierrez SL. 2014. Evaluación del efecto de tres sustratos en el desarrollo de plantas de (*Moringa oleífera*) en vivero. Trabajo de graduación Universidad Nacional Agraria. Facultad de Ciencia Animal. Departamento Sistema Integral de Producción Animal. Managua-Nicaragua. 48 p.
- Sanabria, D; Silva, R; Oliveros, M; y Barrios, R; 2001. Escarificación química y térmica de semillas subterráneas de (*Centrosema rotundifolium*). Revista. Bioagro 13 (3). 117-124 p.

- Saldías, M.; Johnson, A.; Lawrence, R.; Quevedo y García, R. 1994. Guía para el uso de árboles en sistemas agroforestales. Centro de Investigación Agrícola Tropical. Santa Cruz, Bolivia. 188 p.
- SEDAG, LP. 2005. Proyecto de manejo y conservación de germoplasma de café y de cítricos en la Estación Experimental de San Pedro de la Loma Coroico 23 - 58 p.
- Toledo, E. y Rincón, C. 1996. Utilización industrial de nuevas especies forestales en el Perú. OIMT-Cámara Nacional Forestal del Perú. Lima-Perú.
- Triviño, E. y Torres R. 2005. Manual práctico manejo de semillas y viveros agroforestales Editorial Semicol Ltda. Cartón, Colombia. 41 p. Consultado el 9 de marzo del 2016. Disponible en: [www.semicol.com.co](http://www.semicol.com.co)
- Vazquez, I. 2005. Multiplicación o reproducción de árboles frutales por semillas. Consultado el 20 de agosto del 2013. Disponible en: <http://articulos.infojardin.com/Frutales/semillas-sembrar-multiplicacion-frutales.htm>
- Vásquez, A. 2011. Silvicultura de plantaciones forestales en Colombia. Facultad de Ingeniería Forestal de la Universidad del Tolima. Ibagué. Tolima – Colombia. 304 p.
- Westwood, N. 1982. Fruticultura de zonas templadas; propagación por semilla. Madrid. Mundi-Prensa. 85 p
- Zarela, O.; Salas, S y Sánchez, M. 1993. Manual de lombricultura en trópico húmedo. Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana. Primera edición. Edit. Industrial Grafico S.A., CRI-IIAP-Ucayali. Lima – Perú. 70 p.
- Zalles, T. 1988. Manual de Técnico Forestal. Silvicultura I, Viveros. Universidad Mayor de San Simón, Cochabamba, Bolivia.



**Anexo 3. Días a emergencia a los 10 días después de la siembra**

Factor A	Factor B	REPITICIONES					SUMA	OBSERVACIONES
		1	2	3	4	5		
A1	B1	6	5	5	2	4	4,4	
	B2	4	9	5	7	5	6	
	B3	6	5	7	0	7	5	
A2	B1	8	6	6	7	6	6,6	
	B2	7	6	6	6	8	6,6	
	B3	8	4	9	10	7	7,6	
A3	B1	6	10	7	5	5	6,6	
	B2	9	9	9	10	8	9	
	B3	7	9	8	7	7	7,6	
<b>Z TOTAL</b>							59,4	

**Anexo 4. Altura de planta (cm) a los 30 días después de la siembra**

Factor A	Factor B	REPITICIONES					TOTAL	OBSERVACIONES
		1	2	3	4	5		
A1	B1	8,65	9,6	9,33	9,23	7,95	8,952	
	B2	7,97	8,6	10,7	9,22	7,1	8,718	
	B3	9,19	7,78	9,88	0	8,34	7,038	
A2	B1	9,1	7,76	7,98	10,5	8,5	8,768	
	B2	7,96	8,5	9,3	9,57	9,36	8,938	
	B3	7,78	8,6	9,01	8,86	8,79	8,608	
A3	B1	8,34	9,61	9,77	9	7,59	8,862	
	B2	7,93	9,83	9,34	10,08	8,97	9,23	
	B3	9,69	9,76	8,9	10,13	8,77	9,45	
<b>Σ TOTAL</b>							78,564	

**Anexo 5. Altura de planta (cm) a los 60 días después de la siembra**

Factor A	Factor B	REPITICIONES					TOTAL	OBSERVACIONES
		1	2	3	4	5		
A1	B1	12,58	12,16	12,3	11,8	10,6	11,888	
	B2	10,7	10,51	13,4	10,59	11,43	11,326	
	B3	12,86	11,77	14,71	0	11,78	10,224	
A2	B1	12,38	9,49	11,62	14,63	12,82	12,188	
	B2	10,66	11,58	11,58	11,13	11,26	11,242	
	B3	10,98	12,54	13,66	15,28	12,84	13,06	
A3	B1	11,84	13,97	13,13	12,65	11,31	12,58	
	B2	9,54	13,17	11,13	11,79	10,43	11,212	
	B3	13,41	14,38	14,2	13,86	14,56	14,082	
<b>Σ TOTAL</b>						107,802		

**Anexo 6. Altura de planta (cm) a los 90 días después de la siembra**

Factor A	Factor B	REPITICIONES					TOTAL	OBSERVACIONES
		1	2	3	4	5		
A1	B1	14,1	13,36	13,45	13,48	11,7	13,218	
	B2	11,57	10,91	14,37	11,37	11,58	11,96	
	B3	14,73	13,75	16,89	-	12,14	14,3775	
A2	B1	13,38	12,07	12,86	16,41	15,31	14,006	
	B2	11,19	11,86	12,28	12,14	12,14	11,922	
	B3	12,42	14,58	16,09	18,06	14,18	15,066	
A3	B1	14,21	17,16	15,95	15,2	11,9	14,884	
	B2	10,55	12,07	11,8	12,48	11,75	11,73	
	B3	16,4	17,05	17,69	16,05	17,05	16,848	
<b>Σ TOTAL</b>						124,0115		

**Anexo 7. Diámetro del tallo (mm) a los 30 días después de la siembra**

Factor A	Factor B	REPITICIONES					TOTAL	OBSERVACIONES
		1	2	3	4	5		
A1	B1	3,3	3,48	3,33	3,74	3,43	3,456	
	B2	3,53	3,6	3,5	3,23	3,38	3,448	
	B3	3,54	4,6	3,7	0	3,36	3,04	
A2	B1	3,52	3,86	3,47	3,26	3,26	3,474	
	B2	3,26	3,45	3,51	3,37	3,15	3,348	
	B3	3,42	3,5	3,63	3,15	3,2	3,38	
A3	B1	3,25	3,4	3,23	3,47	3,49	3,368	
	B2	3,62	3,44	3,03	3,2	3,2	3,298	
	B3	3,76	3,43	3,19	3,31	3,28	3,394	
<b>Σ TOTAL</b>							<b>30,206</b>	

**Anexo 8. Diámetro del tallo (mm) a los 60 días después de la siembra**

Factor A	Factor B	REPITICIONES					TOTAL	OBSERVACIONES
		1	2	3	4	5		
A1	B1	3,56	3,46	3,95	3,58	4,43	3,796	
	B2	3,33	3,28	3,67	3,65	3,84	3,554	
	B3	3,63	3,68	3,94	0	3,58	2,966	
A2	B1	3,37	3,66	3,56	3,56	4,15	3,66	
	B2	3,26	3,18	3,33	3,26	3,28	3,262	
	B3	3,32	3,5	3,6	3,4	3,44	3,452	
A3	B1	3,63	3,83	3,38	3,6	3,3	3,548	
	B2	4,46	3,41	3,14	3,43	3,31	3,55	
	B3	4,21	3,69	3,69	3,79	3,74	3,824	
							31,612	







### Anexo 13. Costos de producción de plantines de serebó en Bs.

ÍTEM	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	TRATAMIENTOS		
				A1*B1	A2*B2	A3*B3
Semilla de serebó	Kg	0.17	300	51	51	51
Romanilla digital	Pieza	1	20/3	6.66	6.66	6.66
tierra negra	m3	0.11	94	0.00	10.34	10.34
arena	m3	0.06	120	7.2	7.2	7.2
compost	m3	0.05	4000	0.00	0.00	200
recolección del suelo del lugar	jornal	0.5	60	30.00	0.00	0.00
vernier (metálico)	pieza	1	60/3	20	20	20
bolsitas de repique	unidad	450	0.03	13.5	13.5	13.5
preparado de sustrato	jornal	1	80/3	26.7	26.7	26.7
siembra del serebó	jornal	1	80/3	26.7	26.7	26.7
embolsado de sustrato	jornal	1	80/3	26.7	26.7	26.7
labores culturales	jornal	1	80/3	26.7	26.7	26.7
<b>TOTAL Bs.</b>				<b>235.16</b>	<b>215.50</b>	<b>408.84</b>

### Anexo 14. Preparado y embolsado de sustrato



**Anexo 15. Tratamiento pre-germinativo**



**Anexo 16. Plantines de serebó**

