

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



**TESIS DE GRADO**

**EVALUACIÓN DE DIFERENTES ESPECIES FORESTALES  
EN VIVERO BAJO TRES TRATAMIENTOS PREGERMINATIVOS  
EN EL CANTÓN VICTORIO LANZA - IRUPANA**

**FRANKLIN GARZÓN MANGO**

**La Paz - Bolivia**

**2021**

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

**EVALUACIÓN DE DIFERENTES ESPECIES FORESTALES**  
**EN VIVERO BAJO TRES TRATAMIENTOS PREGERMINATIVOS**  
**EN EL CANTÓN VICTORIO LANZA - IRUPANA**

Tesis de grado presentado como requisito  
parcial para optar al título de  
Ingeniero Agrónomo

**FRANKLIN GARZÓN MANGO**

**Asesores:**

Ing. M.Sc. Juan José Vicente Rojas

Ing. Agustín Choque Ticona

**Tribunal revisor:**

Ing. M.Sc. Fernando Manzaneda Delgado

Ing. Celso Ticona Quispe

**Presidente Tribunal Examinador:**

**Aprobado**

**La Paz - Bolivia**

**2021**

## *DEDICATORIA*

*Con todo cariño y veneración, a mis padres Francisco Garzón Cerezo y Lina Mango de Garzón, que con amor, esfuerzo y consejos impulsaron mi formación profesional.*

*A mis hermanos Arminda, Sergio, Vilma, Juan Pablo y Eloy por su apoyo y cariño.*

*Así mismo a mi gran amor Magaly A. Aruquipa por su cariño y apoyo que me brindo.*

*A todas las personas que me apoyaron desde el inicio de mi formación académica.*

## **AGRADECIMIENTOS**

*Ante todo, a Dios por que sin duda toda inteligencia y sabiduría vienen de él y la fortaleza y discernimiento que me dio ante toda adversidad.*

*A mis padres Francisco y Lina por brindarme su inmenso amor, comprensión y paciencia; por depositar su confianza en mí en toda mi formación académica.*

*A PRODENA (Asociación Pro Defensa de la Naturaleza), por el apoyo constante durante el transcurso de la tesis.*

*A mis asesores Ing. M.Sc. Juan José Vicente Rojas e Ing. Agustín Choque Ticona por todo el apoyo y por haberme brindado las herramientas necesarias para la elaboración de la presente investigación, por la confianza, paciencia y consejos valiosos.*

*Al comité revisor; Ing. M.Sc. Fernando Manzaneda Delgado y Ing. Celso Ticona Quispe, por toda su colaboración, realizando las revisiones, correcciones, recomendaciones y sugerencias para la presentación del documento final de tesis.*

*A nuestra casa de estudio Universidad Mayor de San Andrés, en especial a la Facultad de Agronomía por que fue un medio para mi formación académica, brindándome las herramientas necesarias para salir adelante.*

*A mis queridas amigas (os) y compañeros (as) de la Facultad de Agronomía.*

## CONTENIDO GENERAL

INDICE.....	i
INDICE DE TABLAS.....	v
INDICE DE GRAFICOS.....	vii
INDICE DE ANEXOS.....	viii
RESUMEN.....	ix
ABSTRACT.....	xi

### INDICE

<b>1. INTRODUCCION.....</b>	<b>1</b>
1.1. OBJETIVOS .....	3
1.1.1. Objetivo general.....	3
1.1.2. Objetivos específicos.....	3
<b>2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA .....</b>	<b>3</b>
2.1. SEREBÓ (SCHIZOLOBIUM PARAHYBA).....	3
2.1.1. Clasificación taxonómica.....	3
2.1.2. Características morfológicas.....	4
2.1.3. Distribución geográfica.....	6
2.1.4. Usos e importancia.....	8
2.2. CEIBO (ERYTHRINA CRISTA GALLI). .....	8
2.2.1. Clasificación taxonómica.....	9
2.2.2. Características morfológicas.....	9
2.2.3. Distribución geográfica.....	10
2.2.4. Usos e importancia.....	11
2.3. JACARANDA (JACARANDA MIMOSIFOLIA D. DON.) .....	11
2.3.1. Clasificación taxonómica.....	12
2.3.2. Características morfológicas.....	13
2.3.3. Distribución geográfica.....	15

2.3.4. Usos e importancia .....	16
2.4. PLAGAS Y PATÓGENOS FORESTALES.....	17
2.4.1. Serebó .....	17
2.4.2. Ceibo .....	17
2.4.3. Jacaranda.....	17
2.5. SEMILLA .....	18
2.5.1. Partes de la semilla .....	18
2.6. PROPIEDADES EXTERNAS DE LA SEMILLA.....	18
2.6.1. Pureza física .....	18
2.6.2. Número de semillas por kilogramo .....	18
2.6.3. Contenido de humedad .....	19
2.6.4. Porcentaje de germinación .....	20
2.7. PROPIEDADES INTERNAS DE LA SEMILLA.....	21
2.7.1. Germinación y emergencia .....	21
2.7.2. Viabilidad.....	22
2.7.3. Energía germinativa .....	22
2.7.4. Periodo de energía .....	22
2.7.5. Sanidad .....	22
2.8. PROCESO DE LA GERMINACIÓN .....	23
2.9. FACTORES QUE INFLUYEN EN LA VELOCIDAD DE GERMINACIÓN .....	23
2.9.1. Agua .....	23
2.9.2. Luz.....	24
2.9.3. Temperatura.....	24
2.9.4. Oxígeno.....	24
2.9.5. Longevidad de las semillas .....	25
2.10. TIPOS DE GERMINACIÓN.....	25
2.10.1. Germinación epigea .....	25
2.10.2. Germinación hipogea .....	26
2.11. LATENCIA .....	26
2.11.1. Tipos de latencia.....	27
2.12. CRECIMIENTO DE LOS PLANTINES.....	28

2.13. TRATAMIENTOS PRE GERMINATIVOS.....	28
2.13.1. Lixiviación.....	29
2.13.2. Escarificación en agua caliente .....	30
2.13.3. Estratificación.....	31
2.14. EL VIVERO .....	31
2.15. SUSTRATOS EN VIVEROS FORESTALES .....	32
2.15.1. Sustrato .....	32
2.15.2. Tierra del lugar .....	33
2.15.3. Turba .....	33
2.15.4. Arena .....	33
2.16. EMBOLSADO.....	34
2.16.1. Preparación de las bolsas.....	34
2.16.2. Llenado de los contenedores .....	34
2.16.3. Siembra .....	34
2.16.4. Siembra directa en bolsas.....	34
2.17. CUIDADOS CULTURALES .....	34
2.17.1. Riego .....	34
2.17.2. Deshierbe.....	35
2.17.3. Semi sombra.....	35
<b>3. MATERIALES Y MÉTODOS.....</b>	<b>35</b>
3.1. LOCALIZACIÓN.....	35
3.1.1. Ubicación geográfica .....	35
3.1.2. Características del lugar.....	35
3.2. MATERIALES .....	38
3.2.1. Material vegetal.....	38
3.2.2. Material, equipo y herramientas de campo .....	39
3.2.3. Material y equipo de laboratorio .....	39
3.3. METODOLOGÍA .....	39
3.3.1. Procedimiento experimental.....	39
3.3.2. Diseño experimental .....	42
3.3.3. Formulación de tratamientos .....	43

3.3.4. Dimensiones del área experimental .....	44
3.3.5. Variables de respuesta.....	45
3.3.6. Análisis económico.....	46
<b>4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>	<b>47</b>
4.1. RESULTADOS PREVIOS .....	47
4.1.1. Comportamiento agroclimático .....	47
4.2. DETERMINACIÓN DE LAS VARIABLES DE RESPUESTA .....	50
4.2.1. Porcentaje de germinación .....	50
4.2.2. Altura de planta.....	56
4.2.3. Diámetro de tallo.....	63
4.2.4. Número de hojas .....	69
4.3. VARIABLES ECONÓMICAS .....	75
4.3.1. Análisis de costos variables.....	75
4.3.2. Cálculo del beneficio costo .....	77
<b>5. CONCLUSIONES.....</b>	<b>78</b>
<b>6. RECOMENDACIONES.....</b>	<b>79</b>
<b>7. BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>80</b>
<b>8. ANEXOS.....</b>	<b>87</b>



## INDICE DE TABLAS

Cuadro 1. Características Climáticas Del Sector De Irupana.....	36
Cuadro 2. Tratamientos Aplicados En El Área Experimental .....	44
Cuadro 3. Croquis Del Experimento.....	45
Cuadro 4. Análisis De Varianza Para El Porcentaje De Germinación .....	50
Cuadro 5. Prueba De Duncan: Medias Estimadas De Las Especies Respecto Al Porcentaje De Germinación (%).....	51
Cuadro 6. Prueba De Duncan: Medias Estimadas De Los Tratamientos Pre Germinativos Del Porcentaje De Germinación (%).....	52
Cuadro 7. Prueba De Medias Duncan Al 5% De La Interacción De Los Factores A Y B En La Variable Porcentaje De Germinación.....	55
Cuadro 8. Análisis De Varianza Para Altura De Planta.....	56
Cuadro 9. Prueba De Duncan: Medias Estimadas De Las Especies Respecto La Variable Altura De Planta (Cm) .....	57
Cuadro 10. Prueba De Duncan: Medias Estimadas De Los Tratamientos .....	58
Cuadro 11. Prueba De Medias Duncan Al 5% De La Interacción De Los Factores A Y B En La Variable Altura De Planta.....	61
Cuadro 12. Análisis De Varianza Para Diámetro De Tallo.....	63
Cuadro 13. Prueba De Duncan: Medias Estimadas De Las Especies Respecto La Variable Diámetro De Tallo (Mm) .....	64
Cuadro 14. Prueba De Duncan: Medias Estimadas De Los Tratamientos .....	65
Cuadro 15. Prueba De Duncan: Medias Estimadas De Los Tratamientos Pre Germinativo Para El Diámetro De Tallo (Mm).....	67
Cuadro 16. Análisis De Varianza Para El Número De Hojas.....	69
Cuadro 17. Prueba De Duncan: Medias Estimadas De Las Especies Respecto La Variable Número De Hojas .....	70

Cuadro 18. Prueba De Duncan: Medias Estimadas De Los Tratamientos Pregerminativos Para El Número De Hojas .....	71
Cuadro 19. Prueba De Medias Duncan Al 5% De La Interacción De Los Factores A Y B En La Variable Numero De Hojas. ....	74
Cuadro 20. Análisis De Presupuesto Para La Producción De Plántulas .....	76
Cuadro 21: Cálculo Del Beneficio Neto Y La Relación Beneficio/Costo De La Producción De Plántulas .....	77

## INDICE DE GRAFICOS

Gráfico 1. Temperaturas Medias Registradas En Irupana Durante El Período De Estudio (2018-2019).....	47
Gráfico 2. Humedad Relativa Registrada En Irupana Durante El Período De Estudio (2018-2019).....	48
Gráfico 3. Precipitación Pluvial Registrada En Irupana Durante El Período De Estudio (2018-2019) .....	49
Gráfico 4. Promedio Del Porcentaje De Germinación (%) De La Interacción.....	54
Gráfico 5. Promedio De Altura De Planta (Cm) De La Interacción Tratamientos Pre Germinativos * Especies Forestales.....	60
Gráfico 6. Diámetro De Tallo (Mm) De La Interacción Tratamientos Pre Germinativos * Especies Forestales.....	66
gráfico 7. Número De Hojas De La Interacción Tratamientos Pregerminativos * Especies Forestales .....	73

## INDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Tabla de datos para el análisis estadístico.....	89
Anexo 2. Costos de producción para los 12 tratamientos.....	91
Anexo 3. Extracción y preparación del sustrato.....	92
Anexo 4. Desinfección del sustrato al 40%.....	93
Anexo 5. Embolsado y distribución de las bolsas de polietileno.....	94
Anexo 6. Medición de altura de planta.....	95
Anexo 7. Medición de diámetro de tallo.....	96
Anexo 8. Germinación hipogea (alargamiento del epicótilo) en semillas de Ceibo....	97
Anexo 9. Germinación epigea (alargamiento del hipocótilo) en semillas de Serebó y jacaranda.....	98
Anexo 10. Plantines forestales de Serebó, Ceibo y Jacaranda.....	99
Anexo 11. Resultados de las variables de respuesta del Serebó.....	101

## RESUMEN

El presente estudio se llevó a cabo en sistemas agroforestales que permiten mitigar el efecto del cambio climático mediante la absorción de dióxido de carbono, también generan ingresos económicos para el agricultor con el aprovechamiento de especies maderables muy valiosas. Su objetivo fue Evaluar diferentes especies forestales en vivero bajo tres tratamientos pre germinativas en el cantón Victorio Lanza –Irupana. Se plantearon 4 tratamientos con tres repeticiones. Las variables fueron Determinación del porcentaje de germinación, Altura de planta, Diámetro de tallo, número de hojas y Análisis económico.

Para el experimento se utilizaron tres especies (serebo (*Schizolobium parahyba*), ceibo (*Erythrina crista galli*) y jacaranda (*Jacarandá mimosifolia* D. Don.) y cuatro tipos de tratamientos pre germinativos (Testigo, Estratificación durante 8 días, escarificación en agua caliente a 85°C por 3 minutos y lixiviación durante 24 horas) por cada tratamiento, se utilizó el diseño completamente al azar, con arreglo factorial 3\*4, con tres niveles para factor A (Especies forestales) a1 = Serebó, a2 = Ceibo a3 = jacaranda y cuatro tratamientos en factor B (Tratamientos pregerminativos) b1 = testigo, b2 = Estratificación durante 8 días, b3 = escarificación en agua caliente a 85°C por 3 minutos b4 = lixiviación durante 24 horas, con 12 tratamientos y tres repeticiones teniendo como resultado los siguientes tratamientos T1 = a1b1; T2 = a1b2; T3 = a1b3; T4 = a1b4; T5 = a2b1; T6 = a2b2; T7 = a2b3; T8 = a2b4; T9 = a3b1; T10 = a3b2; T11 = a3b3; T12 = a3b4.

En los tratamientos pre germinativos el que tuvo mayor influencia en el proceso de germinación de las diferentes especies forestales se obtuvo el resultado más relevante con el tratamiento de estratificación durante 8 días en las especies de Serebó con un resultado de 76.67% y jacaranda de 76,67% siendo resultados similares debido a que reacciones similares fisiológicas debido a que este tratamiento conserva humedad y temperatura al interior de la bandeja.

Según el análisis de varianza de la variable porcentaje de germinación, con un coeficiente de variabilidad de 8,74% lo que indica que hubo un buen manejo agronómico en las diferentes unidades experimentales.

El análisis de varianza de la variable altura de plata, con un coeficiente de variabilidad de 4,32 %, lo que indica que hubo un manejo agronómico adecuado y este no influyo en los resultados finales de la variable altura de plata, muestra que hubo una significancia importante en cuanto al factor especies forestales, lo cual este factor influyo de manera significativa sobre los resultados de la variable altura de plata de los diferentes tratamientos.

Según el análisis de varianza, existe una significancia importante en el factor especie forestal, lo que indica que uno de las especies supero en promedio de hojas a las demás especies, aceptando la hipótesis alterna. De igual manera hubo una significancia importante en el factor tratamientos pre germinativo, lo que indica que uno de los tratamientos supero al resto de los tratamientos. La interacción entre el factor especies y el factor tratamientos pre germinativos influyeron de manera crucial en la investigación, por lo cual una interacción entre ambos factores supero de manera importante a las demás interacciones en cuanto a la variable número de hojas.

La relación B/C de los tratamientos, presenta valores mayores a 1 en todo el caso, considerándose entonces una especie forestal más rentable, obteniéndose mayores beneficios con el tratamiento T12 (tratamiento pre germinativo, estratificación durante 8 días en semillas de Jacaranda) con un valor B/C de 2.74 Bs., en comparación con los tratamientos: T1, T2, T3, T4, T5, T6, T7, T8. T9. T10 y T11.

## ABSTRAC

The present study was carried out in agroforestry systems that allow to mitigate the effect of climate change through the absorption of carbon dioxide, also generate economic income for the Farmer with the use of very valuable timber species. Its objective was to evaluate different forest species in nursery under three pre germinative treatments in the canton Victorio Lanza -Irupana. 4 treatments with three repetitions were proposed. The variables were Determination of the percentage of germination, Plant height, stem diameter, number of leaves and Economic analysis.

For the experiment three species were used (serebo (*Schizolobium parahyba*), cei-bo (*Erythrina crista galli*) and jacaranda (*Jacarandá mimosifolia* D. Don.) and four types of pre germinative treatments (Control, Stratification for 8 days, scarification in hot water at 85°C for 3 minutes and leaching for 24 hours) for each treatment, the completely random design was used, with factorial arrangement 3\*4, with three levels for factor A (Forest species) a1 = Serebo, a2 = Ceibo a3 = ja-caranda and four treatments in factor B (Pregerminative treatments) b1 = testi-go, b2 = Stratification for 8 days, b3 = scarification in hot water at 85°C for 3 minutes b4 = leaching for 24 hours, with 12 treatments and three repetitions resulting in the following treatments T1 = a1b1; T2 = a1b2; T3 = a1b3; T4 = a1b4; T5 = a2b1; T6 = a2b2; T7 = a2b3; T8 = a2b4; T9 = a3b1; T10 = a3b2; T11 = a3b3; T12 = a3b4.

In the pre germinative treatments the one that had the greatest influence on the germination process of the different forest species was obtained the most relevant result with the treatment of stratification for 8 days in the species of Serebo with a result of 76.67% and jacaranda of 76.67% being similar results de-bido to that physiological similar reactions because this treatment conserves humidity and temperature inside the tray.

According to the analysis of variance of the variable germination percentage, with a variability quotient of 8.74%, which indicates that there was good agronomic management in the different experimental units.

The analysis of variance of the variable silver height, with a coefficient of variance of 4.32 %, which indicates that there was an adequate agronomic management and this did not influence the final results of the variable silver height, shows that there was an important significance in terms of the forest species factor, which this factor significantly influenced the results of the variable silver height of the different treatments.

According to the analysis of variance, there is an important significance in the forest species factor, which indicates that one of the species exceeded on average the leaves to the other species, accepting the alternate hypothesis. Similarly, there was an important significance in the factor pre germinative treatments, which indicates that one of the treatments surpassed the rest of the treatments. The interaction between the species factor and the pre-germinative treatments factor influenced crucially in the research, so that an interaction between both factors significantly surpassed the other interactions in terms of the variable number of leaves.

The B / C ratio of the treatments, presents values greater than 1 in the whole case, being considered then a more profitable forest species, obtaining greater benefits with the T12 treatment (pre germinative treatment, stratification last-te 8 days in Jacaranda seeds) with a B / C value of 2.74 Bs., compared to the treatments: T1, T2, T3, T4, T5, T6, T7, T8, T9, T10 and T11.



## 1. INTRODUCCIÓN

Bolivia cuenta con una superficie total de 1.098.581 km<sup>2</sup> de los que 48% están cubiertos de bosques, de diferentes tipos, desde bosques interandinos hasta bosques amazónicos. El departamento de La Paz presenta una superficie de 133.985 km<sup>2</sup> de los cuales 61.381 km<sup>2</sup> es cobertura boscosa, representando el 45.82%. Entre los departamentos más deforestados desde 1990 se encuentra La Paz con el 15.4 % es decir aproximadamente 10.000 ha/año (Muñoz, 2001).

El año 2004 a causa de la deforestación existió una pérdida de 276.000 ha de cobertura forestal a nivel nacional (Superintendencia Forestal BO, 2006).

Po tal motivo nuestro país presenta un nivel de gases de efecto invernadero (GEI), el sector con mayor preponderancia en las emisiones de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) es el sector del uso del suelo y cambio en el uso del suelo, con 77%, seguido del sector energético con un 21%, y el sector de procesos industriales, con 1.8% (MMA y A, 2010).

En Bolivia, el Serebó se empleaba, hasta hace poco, casi exclusivamente en sistemas agroforestales y silvopastoriles, por su rápido crecimiento y fácil adaptación a sitios con alto grado de perturbación del suelo y la vegetación. En la actualidad, gracias al avance de la industria laminadora en el país, el uso de la madera de Serebó se ha acrecentado y ésta se ha constituido en una de las principales para este rubro.

El árbol de *Jacaranda mimosifolia* D. Don., proporciona diferentes productos y servicios en los diferentes países de origen. La supervivencia y el aumento de la productividad en el establecimiento de plantaciones de *Jacarandá mimosifolia* D. Don., están influenciadas por las distintas técnicas y manejo silviculturales (Killeen et al., 2010).

En la región de Irupana Sud Yungas, no existen muchos estudios de investigación por esta razón se plantea el estudio de tres Especies forestales nativas y no nativas, como el serebo (*Schizolobium parahyba*), ceibo (*Erythrina crista galli*) y jacaranda (*Jacarandá mimosifolia* D. Don.), son de gran utilidad y beneficio dentro la implementación y manejo de un Sistema Agroforestal (sistema silvoagrícola), que significa la producción de cultivos asociados con diferentes especies forestales, maderables, frutales, medicinales y otros cultivos de diferentes ciclos de vida. Favoreciendo a la producción del cultivo de cítricos, banano, coca, café; mediante la incorporación de biomasa, manteniendo y mejorando la fertilidad de los suelos, sin fertilizantes ni abonos químicos. Dichas especies están disponibles en la zona, son de rápido crecimiento y desarrollo, con gran valor económico y ocupan diferentes estratos verticales que dan sombra, produciendo abundante biomasa que contribuye al mantenimiento del reciclaje de nutrientes, estabilizando la estructura del suelo entre otros beneficios.

La producción de plantas de especies forestales en vivero generará a la población nuevas fuentes de ingreso económico además que el conocimiento técnico desarrollado permitirá que la población se familiarice con el manejo y aprovechamiento en vivero.

Por esta razón al no existir muchos estudios se planteó el presente trabajo para conocer la capacidad de germinación de la semilla, y la forma de acelerar el crecimiento de los plantones en especies forestales Serebo, Ceibo y Jacaranda, efectuando la evaluación de cuatro tratamientos pre germinativos Testigo, Estratificación durante 8 días, escarificación en agua caliente a 85°C por 3 minutos y lixiviación durante 24 horas estos juegan un papel muy importante en la producción y propagación de plantas destinadas tanto a plantaciones o para áreas deforestadas en nuestra ciudad. Disminuir los tiempos de germinación y en consecuencia, bajar costos en la producción de especies del bosque andino, contribuye a facilitar el uso de la especie para reforestación y para ornamentar diversas áreas de las ciudades (BOLFOR s/f).

## 1.1. OBJETIVOS

### 1.1.1. Objetivo general

- Evaluar diferentes especies forestales en vivero bajo tres tratamientos pre germinativos en el cantón Victorio Lanza -Irupana

### 1.1.2. Objetivos específicos

- Evaluar la influencia de los tratamientos pre germinativos en el proceso de germinación de las diferentes especies forestales.
- Describir las características agronómicas de cada especie.
- Realizar el análisis económico parcial de la producción de plántulas.

## 2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

### 2.1. Serebó (*Schizolobium parahyba*)

En los bosques naturales, los árboles de serebó no son abundantes, ya que su presencia está sujeta a la apertura del dosel y la perturbación del suelo. (Justiniano *et al.*, 2001).

#### 2.1.1. Clasificación taxonómica

Según Lizarro, (1999) la taxonomía del Serebó es la siguiente:

<b>Nombre Científico</b>	<i>Schizolobium parahyba</i>
<b>Reino</b>	Plantae
<b>División</b>	Magnoliophyta
<b>Clase</b>	Magnoliopsida
<b>Orden</b>	Fabales
<b>Familia</b>	Fabaceae
<b>Género</b>	Schizolobium
<b>Especie</b>	Parahyba
<b>Autor Específico</b>	(Vell.) S.F. Blake

## **2.1.2. Características morfológicas**

### **2.1.2.1. Forma del tronco y la copa**

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. 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 Toledo, (1996) citado por (Justiniano *et al.*, 2001).

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 (Justiniano *et al.*, 2001).

Posee una copa mediana, redondeada y abierta con un follaje de color verde claro, con ramas dispersas casi verticales.

El tronco es bien formado, recto en árboles jóvenes con cicatrices transversales dejadas por las hojas ya caídas, FAO/PAF-BOL.MDSP, (1999) Citado por (Macusalla, 2012).

#### **2.1.2.2. Corteza y madera**

La corteza del Serebó es dura y delgada, con una superficie lisa a finamente fisurada con abundantes lenticelas conspicuas, suberificadas y distribuidas en forma irregular; de color café oscuro en la base y grisácea hacia la parte media y apical del tronco. La corteza interna tiene un grosor de hasta 2 cm, es de color crema o blanco amarillento, textura arenosa, sabor amargo, olor conspicuo y no presenta exudación alguna. El duramen es de color crema o blanco rosa y la albura amarillenta. Generalmente, los árboles de Serebó presentan engrosamiento en las ramas y con menor frecuencia, “mamelones” de color un poco más oscuro en el tronco y ramas primarias, los que pueden alcanzar hasta 30 cm de diámetro (Justiniano *et al.*, 2001).

#### **2.1.2.3. Hojas**

Las hojas de *S. parahyba* son compuestas, bipinnadas, 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. El pecíolo y los peciolulos son pulvinulados. Los foliolulos son lineales-oblongos, con el margen entero, el ápice y la base redondeada; el haz verde grisáceo y el envés verde pálido. Las yemas foliares o brotes nuevos son pegajosos al tacto, esta característica es más notoria en individuos jóvenes. Los folíolos son retráctiles y se repliegan al contacto, (Justiniano *et al.*, 2001).

#### **2.1.2.4. Frutos**

El fruto de *S. parahyba* 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 (Justiniano *et al.*, 2001).

El fruto es vaina de forma de espátula aplanadas de 8 a 13 cm y aproximadamente 3 cm en su máximo ancho cerca del ápice, glabros y con una nerviación reticulada conspicua en ambas superficies, ápice redondeado, base atenuada terminado en estirpe corto de 1.2 a 1.5 cm de largo, se abre en dos partes que muestra una malla llamativa en la superficie interior FAO/PAF-BOL.MDSP, (1999) citado por (Macusalla, 2012).

#### **2.1.2.5. Flores**

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. 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).

#### **2.1.3. Distribución geográfica**

En Bolivia, *Schizolobium* tiene una amplia distribución geográfica, que se extiende desde el norte del país hasta la zona centro-oriental de éste y comprende las áreas húmedas de las tierras bajas de los departamentos de Pando, Beni, La Paz, Cochabamba y Santa Cruz (Justiniano *et al.*, 2001).

### **2.1.3.1. Ecología**

CATIE (2000) citado por Macusalla (2012) señala que, es una especie caducifolia, heliofita de corta vida, crecimiento rápido que crece bajo diversas condiciones climáticas (ecuatorial, subtropical, tropical). Además, indica que presenta auto poda intensa, aun desde joven. Es común en bosques secundarios y campos abiertos, donde pueden formar grupos densos. Ocurre en áreas bajas hasta 650 m.s.n.m. en América central, aunque se le puede encontrar hasta los 2000 m.s.n.m. en América del sur.

### **2.1.3.2. Clima**

El Serebó es una especie común en las zonas húmedas del neo trópico, prefiere un clima tropical húmedo a subhúmedo estacional, con una precipitación anual promedio que oscile entre los 1200 y 2500. (Justiniano *et al.*, 2001).

El Serebó se desarrolla favorablemente con temperaturas iguales a los 19°C a 23°C, temperaturas menores afectan su desarrollo sobre todo las heladas, puede soportar condiciones de precipitación anual de 1100 a 2500 mm. CATIE, (2000) citado por (Macusalla, 2012).

### **2.1.3.3. Suelo**

La especie prefiere suelos bien drenados, pero tolera suelos con drenaje deficiente durante períodos cortos de tiempo. En Bolivia, en la provincia Guarayos (departamento de Santa Cruz), los árboles de Serebó se presentan comúnmente en áreas con pendiente y planas bien drenadas. La especie es poco frecuente en bajíos, valles fluviales y áreas ribereñas. Por otra parte, en las provincias Chapare (departamento de Cochabamba) e Ichilo (departamento de Santa Cruz), el Serebó se presenta en zonas planas o con poca pendiente y sujetas a inundaciones periódicas. (Justiniano *et al.*, 2001).

Prefiere suelos fértiles bien drenados y húmedos, tolera suelos con drenaje deficiente durante los periodos cortos y crecen bien en suelos desde neutros, aluviales hasta

muy ácidos con una textura media a pesada Saldias, (1994) citado por (Macusalla, 2012).

#### **2.1.4. Usos e importancia**

La madera de Serebó es blanda y liviana se utiliza para laminados, enchapados, aglomerados, puertas, cajas, maquetas, juguetería, tacos de calzados y embalajes aislamiento térmico y acústico. Se emplea como tableros multilaminados como encofrados y adecuado para la elaboración de pulpa de papel. FAO/PAF-BOL.MDSP, (1999) Citado por (Macusalla, 2012).

El Serebó es apropiado para sistemas agroforestales debido a su rápido crecimiento y buena forma y se lo considera una especie fijadora de nitrógeno, por lo que es utilizada para la recuperación de suelos empobrecidos. (Justiniano *et al.*, 2001).

#### **2.2. Ceibo (*Erythrina crista galli*).**

Bernardi, L. (1999) menciona que, es un árbol de porte mediano, con un diámetro de fuste que puede superar el metro, y alturas de entre 5 a 10 m, llegando raramente hasta los 20 m. Su raíz es pivotante, con nudosidades producidas por bacterias nitrificantes que viven en simbiosis, facilitando a esta la absorción del nitrógeno que fijan y de la cual toman las sustancias orgánicas que elabora.



### 2.2.1. Clasificación taxonómica

Según Rojas (2001), el Ceibo presenta la siguiente clasificación taxonómica:

<b>Reino</b>	Plantae
<b>Sub reino</b>	<i>Tracheobionta</i>
<b>División</b>	Angiospermas
<b>Clase</b>	Magnoliopsida
<b>Sub clase</b>	<i>Rosidae</i>
<b>Orden</b>	<i>Fabales</i>
<b>Familia</b>	<i>Fabaceae</i>
<b>Género</b>	<i>Erytrina</i>
<b>Especie</b>	<i>E. crista-galli L</i>
<b>Nombre común:</b>	<i>Ceibo</i>

### 2.2.2. Características morfológicas

#### 2.2.2.1. Forma del tronco y la copa

El tronco es tortuoso, es decir, que no crece recto, sino algo inclinado y como haciendo eses. Su copa está formada por ramas espinosas, que se desarrollan de tal manera que conforman una copa más o menos redondeada, aparasolada. (Justiniano *et al.*, 2001).

#### 2.2.2.2. Hojas

Alternas, pecioladas, compuestas, pinnado-trifolioladas, folíolos ovales o elíptico-lanceolados, Longitud. Hasta 12 cm. Ancho. De 2-5 cm, con los márgenes entero con dos glándulas en la base de los peciolos. (PIAF - EL CEIBO, 2002).

### **2.2.2.3. Frutos**

PIAF- EL CEIBO (2011) describe que, el fruto en legumbre linear, estipitada, arqueada, a veces irregularmente toluosa, estrechada en ambos extremos, de 11-20 (-30) cm de largo y hasta 1.5 cm de anchura, leñosa, de color pardo oscuro dehiscente en 2 valvas, conteniendo hasta un máximo de 10-12 semillas algo reniformes, de color castaño oscuro, lisas, de 10-15 x 6-7mm, con hilo destacado.

### **2.2.2.4. Flores**

Las flores, dispuestas en inflorescencia arracimadas, son pentámeras, completas y de simetría bilateral. Su color es rojo. Las plantas florecen de octubre hasta abril. El cáliz es gamosépalo, como un pequeño dedal de color rojo. Forma con la corola un perianto donde sépalos y pétalos son de color semejante, pero de forma distinta. Su borde se caracteriza por el color marrón que le da aspecto de marchito. La corola, semejante a la de *Phaseolus vulgaris*, es amariposada, pero se diferencia de ésta en que el estandarte, que es el pétalo más grande, se dispone en la parte inferior. Los pétalos llamados alas, son muy pequeños y están prácticamente escondidos dentro del cáliz. Los otros dos pétalos se sueldan a veces parcialmente y forman la quilla o carena, sirviendo de protección a los órganos de reproducción. (FAO, 1993).

### **2.2.3. Distribución geográfica**

Es una especie de amplia distribución en las regiones tropicales y subtropicales del país. Principalmente en los valles interandinos y subtropical. (Toledo et al., 2008).

#### **2.2.3.1. Ecología**

El ceibo se encuentra en las cabeceras de los valles interandinos, frecuentemente en suelos con buen drenaje y también en lugares pedregosos. Su rango altitudinal en Bolivia va desde los 1600 hasta 3400 msnm (Varela, 2007).

### **2.2.3.2. Clima**

Se halla en lugares bajos inundables y a lo largo de los cursos de agua. No habita en bosques altos ni los sitios secos sin inundaciones. Tolera muy bien a suelos saturados de agua y las semillas son transportadas por el agua. Germinan en sitios tales como bancos de arena, en donde ayudan a estabilizar la tierra y a formar islas nuevas. (PIAF-EL CEIBO, 2011).

### **2.2.3.3. Suelo**

La especie *Erythrina crista-galli* se desarrolla mejor en suelos con pH ácido neutro o alcalino. Su parte subterránea crece con vigor en soportes con textura arenosa, franca o arcillosa, éstos se pueden mantener generalmente húmedos. Teniendo en cuenta la información anterior, (intentando mantener la humedad del suelo estable) teniendo en cuenta factores tales como: temperatura, exposición al sol, humedad ambiental, textura del soporte, Un aspecto no tolera los encharcamientos, por lo que la zona de plantación debe estar muy bien drenada. (PIAF - EL CEIBO, 2002).

### **2.2.4. Usos e importancia**

Viscarra y Lara (1992) señalan que, su madera es blanda, porosa y liviana (densidad: 0,250 a 0,296 kg/dm<sup>3</sup>). Es utilizada para la fabricación de armazones de monturas, tarugos para caballerizas, balsas, ruedas, cajones para colmenas, aparatos ortopédicos. Es también empleada en artesanías, elaborándose con ella esculturas. Su corteza ha sido utilizada como corcho y para curtir cueros por ser rica en tanino.

## **2.3. Jacaranda (*Jacaranda mimosifolia* D. Don.)**

Magne y Centurión (1987) mencionan que, es un árbol subtropical oriundo de Sud América, del noreste de Argentina – Bolivia – Brasil – Paraguay, ampliamente cultivado por sus vistosas y duraderas flores azules, el nombre de Jacaranda proviene del vocablo guaraní que significa “madera dura”; y *mimosifolia* es un epíteto

latín que se refiere a la similitud de sus hojas con cierto tipo de leguminosas (mimosa).

En condiciones naturales es un árbol de tamaño mediano a grande, alcanza una altura de 7 a 11 metros y en sitios óptimos de hasta 15 metros y de 40 a 70 cm de diámetro, copa ancha con ramas largas, fustes recto, cilíndrico y suavemente acanalado en la base. La corteza externa es de color castaño claro, semi-aspero con grietas cortas que se desprenden en escamas rectangulares. La corteza interna delgada y de color dorado a amarillento. El grosor total de la corteza varía de 4 a 6 mm (Niembro, 1983).

### 2.3.1. Clasificación taxonómica

Según Rojas (2001), el Jacarandá presenta la siguiente clasificación taxonómica:

<b>Reino</b>	Plantae
<b>Sub reino</b>	<i>Tracheobionta</i>
<b>División</b>	Magnoliophyta
<b>Filo</b>	<i>Magnoliophyta</i>
<b>Clase</b>	Magnoliopsida
<b>Sub clase</b>	<i>Asteridae</i>
<b>Orden</b>	<i>Scrophulariales</i>
<b>Familia</b>	<i>Bignoniaceae</i>
<b>Género</b>	<i>Jacaranda</i>
<b>Especie</b>	<i>Jacaranda mimosifolia</i> D. Don.
<b>Nombre común:</b>	Jacaranda o Tarco

## **2.3.2. Características morfológicas**

### **2.3.2.1. Forma del tronco y la copa**

El tronco recto, cilíndrico, a veces ligeramente inclinada y tiene una altura de 8 a 15 m y un diámetro de 40 a 70 cm de corteza fracturada, ligeramente corchosa, con camellones medianos limitados por hendiduras poco profundas, cortas y abiertas, de distribución medianamente uniforme y paralela al fuste, es de color pardo grisáceo y de textura lisa en la juventud, y áspera, fisurada y oscura con la edad, forma escamas rectangulares que se pueden desprender. El jacarandá alcanza 8 a 12 m de altura. Es un árbol semidecíduo de crecimiento medio y una longevidad de más de 100 años (Niembro, 1983).

La copa de jacaranda no tiene una forma: algunas veces en forma de una sombrilla, o forma piramidal, pero nunca densa. En general, forma una copa ovoide o irregular. La estructura, es de ramificación principal extendida. La copa, de forma natural, alcanza un diámetro de 10 a 12 m, proyectando una sombra de mediana intensidad (Niembro, 1983).

### **2.3.2.2. Hojas**

Hojas opuestas, decusadas, bipinnadas, de contorno algo ovalado de 20 – 60 cm de largo, pecioladas, con 14 – 24 pares de pinnas sub opuestas, divididas a su vez en 10 – 30 pares de foliolos, sésiles, aovado-oblongos o elípticos, agudos, con borde entero, de 6 – 8 cm de largo, siendo el terminal más grande y largamente acuminado, de hasta 20 mm, glabros, de color verde medio en el haz y más claro en el envés (Magne y Centurión, 1987).

Dimitri *et al.* (2000) menciona que, las hojas son compuestas, grandes, opuestas, decusadas, bipinnadas, de hasta 60 cm de largo incluido el peciolo; el raquis lleva de 14 a 24 pares de pinas sub-opuestas.

Pieter (1982) menciona que, las hojas son bipinnadas quiere decir que cada hoja está compuesta por entre 14 a 24 pares de hojas con “pinnas primarias” Estas hojas son divididas a su vez, entre 10 a 30 pares de folíolos “hojitas” más pequeñas que tienen forma oval-lanceoladas de entre 0.5 - 1 cm de largo.

#### **2.3.2.3. Flores**

Flores sobre pedicelos de 3 – 7 mm, con el cáliz anchamente acampanados, puberulento, con 5 dientes de 1 mm de largo; corola tubular – acampanada, de color azul – violeta, de unos 3 – 5 cm de longitud, con un tubo estrecho y pubescente en la parte inferior y un limbo con 5 lóbulos sub iguales, de 6 – 10 mm de largo. Estambres 4, inclusos, didinamos, insertos en la parte superior de la parte más delgada del tubo corolino, con filamentos de 8 – 12 mm de largo y anteras monotecas por aborto; estaminodio de 2 – 2.5 cm de largo, con un mechón de pelos en el ápice, más largo que los estambres. Ovario elipsoide, pubescente, de unos 3 mm de largo; estilo glabro, de 16 a 20 mm de longitud; estigma bilobulado (FAO, 1993).

Carranza (2007), son tubulosas, reunidas en racimos de cimas que tienen entre 25 a 30 cm de longitud. Tienen un cáliz acampanado con 5 dientes, conocidas como flores zigomorfas Son hermafroditas es decir que vamos a ver que tiene estambres y un pistilo. La floración como ya mencionamos aparece en primavera antes que la brotación de las hojas nuevas, en octubre hasta enero. Esta primera floración tan intensa hace que sea elegido como arbolito para souvenir de nacimiento y de souvenir de bodas y la segunda floración se da a fines de verano entre febrero, marzo y también puede extenderse hasta el mes de abril.

#### **2.3.2.4. Frutos**

Cápsula seca leñosa suborbicular o elíptica, castaña, comprimida lateralmente, de 6 a 8 cm de diámetro, de borde algo ondulado, dehiscente por dos valvas. Semillas numerosas y livianas, castañas, elípticas, aplanadas, rodeadas por un ala membranácea, transparente, de 1.5 a 2 cm de diámetro (incluida el ala) (Magne y Centurión, 1987).

Dimitri *et al.* (2000) indica que, las semillas son cápsulas chatas, suborbiculares, de hasta 6 cm de largo y algo menos de ancho, de borde ondulado; leñosa a la madurez en la que se abre por dos valvas, dejando escapar las numerosas semillas aladas.

CATIE-PROSEFOR (2000) muestra que, el fruto es capsulas leñosas, elípticas de unos 6 cm de largo y unos 4 a 4,5 cm de ancho de bordes ondulados, planas y orbiculares A la madurez se abre por 2 valvas (que forman la capsula orbicular leñosa) dejando caer numerosas semillas aladas de 1 a 2 cm de diámetro de forma más o menos elíptica. Los frutos están a lo largo de todo el año en el árbol coexistiendo verdes y maduros (estos de color castaño) que corresponden a la temporada anterior. Sus frutos maduros de color castaño que ya han abierto sus 2 valvas y dispersado las semillas aladas, son utilizados en diversas artesanías, especialmente para centros de mesas en la época navideña como también para diversos arreglos y bouquet con flores secas.

### **2.3.3. Distribución geográfica**

El Jacarandá está distribuido en Brasil, Bolivia, Ecuador, Paraguay y también en el Noroeste de Argentina, se ha introducido en áreas ajenas a su hábitat natural donde crece muy bien en la provincia de Buenos Aires (Argentina), Nueva Zelanda, Florida, California, el sur de Texas, en Lafayette, sur de Luisiana, en el altiplano de México, en España, tanto en la Península como en las Islas Canarias, sur de Portugal, sur de Italia, Hawái, sureste y suroeste de Australia y Sudáfrica. (Friesen, 2004).

Se cultiva ampliamente en América Tropical y Subtropical donde se utiliza como árbol ornamental, se distribuye de 2000 a 2900 msnm. (Salazar, 2000).

#### **2.3.3.1. Ecología**

Árbol de crecimiento relativamente rápido, que resiste tanto fríos transitorios y como olas de calor y florece abundantemente si crece en lugares soleados, es muy utilizado como ornamental, de forma aislada o en grupo. Se adapta perfectamente al clima de canarias, con sus extremos térmicos ocasionales, donde crece desde el nivel del mar hasta los 1000 m de altitud. (Salazar, 2000).

### **2.3.3.2. Clima**

Requiere un clima suave en los que no se produzcan heladas y en los que el descenso de temperatura sea esporádico, con heladas débiles. La jacaranda vive mejor en la cercanía de la costa, aunque a resguardo de vientos marinos fuertes; en todo caso, es necesario que su ubicación no supere unos pocos centenares de metros sobre el nivel del mar. Hay que ubicarla en lugares a pleno sol pues florece abundantemente en exposición soleada.

### **2.3.3.3. Suelo**

Es una planta rústica en cuanto a tipo de suelo, aunque prefiere terrenos arenosarcillosos que mantengan la humedad.

### **2.3.4. Usos e importancia**

Prado y Valdebenito (2000) mencionan que, el follaje es consumido por el ganado vacuno y caprino, así mismo, en las épocas de escasez se da a los animales las ramas tiernas cortadas.

Rodríguez (2000) indica que, en el campo utilizan como postes travesaños de las construcciones, para cerrar apriscos y también es usado como combustible y fuente de innumerables remedios caseros usados por los poblados del lugar. En Cochabamba se la llama Pakjpacu, por que al momento de diseminar la semilla (tipo samara) el fruto en forma de cápsula leñosa, elíptica, aplanada, bordes ondulados, provoca un ruido “pakj” debido a ello el nombre.

Cuando los ejemplares son rectos se usan en la construcción de casas como umbrales, bolillos, vigas corrientillos y listones. La madera es especial para artesanías porque es de fácil trabajo, se usa en charangos (diapasón), cucharas chuas y bateones, utensilios de labranza, yugos, arado, timón; otros utensilios como escaleras y trancas. (Torrico *et al.*, 1997).



## **2.4. Plagas y patógenos forestales**

### **2.4.1. Serebó**

Una mariposa nocturna de la familia *Pyralidae*, semejante a *Hypsiphylia grandella*, ataca las yemas terminales del Serebó. Este insecto causa una gran reducción en las plántulas de Serebó, especialmente en las menores a 2 m de altura. Por ejemplo, se constató que en la concesión La Chonta un 76.9% de las plántulas de *S. parahyba* mostraba daños causados por esta mariposa y de éstas, 47% estaban considerablemente dañadas. Sin embargo, las plántulas mayores a 2 m de altura no evidenciaron niveles altos de ataque. Asimismo, se reporta que algunas plantaciones de Serebó son devastadas por el ataque de este tipo de insectos barrenadores (INIA, 1996; Nina y Rodríguez 1999) citado por (Justiniano *et al.*, 2001).

También han observado una gran cantidad de larvas e insectos adultos alimentándose de la corteza interna y la albura de los árboles de Serebó. Aparentemente, éstos son coleópteros de la familia *Hysteridae*, los cuales perforan galerías en la base del tronco facilitando el ataque de hongos. Este ataque es fácil de evidenciar por las secreciones fétidas que emanan los pequeños orificios en la corteza.

### **2.4.2. Ceibo**

Las hojas son muy apetecibles para coleópteros de la familia *Bruchidae* y barrenadores del ápice de la familia *Curculionidae*, causando estragos en el vivero y plantaciones (CATIE, 2003).

### **2.4.3. Jacaranda**

Las jacarandas no son plantas particularmente sometidas a plagas y enfermedades (CATIE, 2003).

## **2.5. Semilla**

Rodríguez (2000) define que, la semilla es “como el embrión en estado de vida latente, acompañado o no de tejido nutritivo y protegido por la episperma”. En otros términos, se llama también semilla, “al óvulo fecundado y maduro”.

### **2.5.1. Partes de la semilla**

Las semillas maduras están generalmente formadas por: una cubierta protectora con dos capas, la cubierta externa que tiene diferentes formas (testa) y la interna como de papel (tegumento). Dentro de la semilla estará la planta potencial (embrión) formado por el óvulo fertilizado. En algunas especies de angiospermas el embrión puede ser pequeño y rodeado de un tejido nutritivo (endosperma), o puede que no haya endosperma y en tal caso el embrión llena toda la semilla (Jara, 1996).

## **2.6. Propiedades externas de la semilla**

### **2.6.1. Pureza física**

Tapia (2000) citado por Lohse (1997) menciona que, pureza es un índice que señala los límites máximos de semillas extrañas y materia inerte, por tanto, eliminando semillas rotas y menores a 3/4 partes del tamaño normal, se conoce el peso neto de las semillas puras.

### **2.6.2. Número de semillas por kilogramo**

Cosme (2002) señala que, es el número de semillas que contiene en un kilogramo de peso, y sirve para la densidad de siembra, donde la semilla debe ser pura, libre de semillas deformes y vacías.

Según PIAF – EL CEIBO (2008) indica que, el número de semillas por kilogramo para cada especie es el siguiente:

- Serebo (*Schizolobium parahyba*), 1005 semillas por kilogramo.
- Ceibo (*Erythrina crista-galli*). 7000 semillas por kilogramo.
- Jacaranda (*Jacarandá mimosifolia* D. Don.). 130000 semillas por kilogramo.

### **2.6.3. Contenido de humedad**

Zeleny (1962) citado por Lohse (1997) menciona que, el contenido de agua en las semillas influye en el tiempo de conservación en ambientes a temperatura normal, cuando la humedad relativa es de 75% y las semillas contienen de 13 a 15% de humedad, estas pierden su vitalidad rápidamente y desarrollan moho y como consecuencia se reduce la viabilidad de la semilla.

#### **2.6.3.1. Clasificación de la semilla de acuerdo al contenido de humedad**

##### **2.6.3.1.1. Semillas ortodoxas**

Bartolomé y Vega (2001) mencionan que, la semilla de la mayoría de las especies forestales es “ortodoxas”, es decir, se conservan perfectamente y durante un largo período de tiempo a baja temperatura y con un contenido de humedad bajo.

Las semillas ortodoxas pueden secarse hasta un contenido de humedad bajo, de alrededor del 5% (peso en húmedo), y almacenarse perfectamente a temperaturas bajas o inferiores a 0°C durante largos períodos (Willan, 1991).

Farías (1997) señala que, sus longevidades aumentan cuando disminuye el contenido de humedad y con la temperatura durante el almacenamiento en una forma cuantificable y predecible.

### **2.6.3.1.2. Semillas recalcitrantes**

Bartolomé y Vega (2001) señalan que, las semillas “recalcitrantes” como ser: bellotas, avellanas, castañas, nueces, etc., se caracterizan porque una pérdida de humedad significa la reducción de su viabilidad. Éstas necesitan un almacenaje húmedo y frío.

Las semillas recalcitrantes no pueden sobrevivir si se las seca más allá de un contenido de humedad relativamente alto (con frecuencia en el intervalo de 20 y 50%, peso en húmedo) y que no toleran el almacenamiento durante largos períodos (Willan, 1991).

Farías (1997) señala que, a pesar de que existe gran variación en el contenido de humedad crítico entre las especies, bajo el cual la viabilidad se reduce, algunas especies comienzan a morir rápidamente aun en equilibrio con una humedad relativa ambiental de 98 – 99%, la mayoría de las semillas muere cuando su contenido de humedad está en equilibrio con una humedad ambiental de 60 – 70% (que corresponde a un contenido de humedad de 16 – 30% sobre el peso fresco). Todavía no existe un método satisfactorio para mantener la viabilidad de las semillas de estas especies, en particular las de origen tropical, por arriba de un período corto, menor a un año.

### **2.6.4. Porcentaje de germinación**

Hartmann y Kester (1997) mencionan que, el porcentaje de germinación, es el número de plantas producido por un número dado de semillas. Son características adicionales de alta calidad de germinación rápida, el crecimiento vigoroso de las plántulas y un aspecto normal de ellas.

$$\% \text{ Germinación} = \frac{\text{Número de semillas germinadas}}{\text{Número de semillas ensayadas}} \times 100 \%$$

## **2.7. Propiedades internas de la semilla**

### **2.7.1. Germinación y emergencia**

Jara (1996) menciona que, la germinación es el proceso que termina con la emergencia y crecimiento de la raíz embrionaria (radícula).

Cruz (2007) señala que, la germinación es un proceso que comienza con la rehidratación de los distintos tejidos de la semilla y termina con el inicio del crecimiento de la radícula. Entre los factores que afectan la germinación se tiene a la humedad (rehidratación de los diferentes tejidos que forman la semilla), oxígeno (respiración aerobia, embrión) y temperatura (actividad enzimática).

La germinación se define como el surgimiento y desarrollo, a partir del embrión de la semilla, de las estructuras esenciales que indican la capacidad de la semilla para producir una planta normal en condiciones favorables. Con la desecación de la semilla está asociada una reducción de la actividad metabólica, de manera que el embrión se encuentra temporalmente en un estado de reposo o inactividad, que en las semillas no durmientes puede reactivarse fácilmente mediante las condiciones adecuadas (Willan, 1991).

El mismo autor menciona que, en la mayoría de las semillas la radícula del embrión está cerca del micrópilo, por donde el agua se absorbe con más facilidad y rapidez que atravesando la cubierta seminal. A medida que la radícula se hincha, ejerce una presión sobre la cubierta, que normalmente se abre por vez primera en este punto para liberar la radícula.

Esta da lugar a la raíz primaria, que penetra en el suelo y produce pronto raíces laterales. Las fases siguientes dependen de si la especie presenta germinación epigea, el hipocótilo se alarga y los cotiledones se elevan por encima del suelo; germinación hipogea, no se desarrolla el hipocótilo, y los cotiledones se quedan sobre el suelo o enterrados en él (Willan, 1991).

### **2.7.2. Viabilidad**

Para una población o lote de semillas, la viabilidad es la fracción de semillas que están vivas, por ejemplo, aquellas en las que se dan los procesos metabólicos, aunque en forma lenta. Algunas veces la viabilidad se emplea como sinónimo de vigor para indicar la habilidad del embrión para germinar y continuar el desarrollo, pero esto se debe evitar (Jara, 1996).

### **2.7.3. Energía germinativa**

Justice (1972) citado por Cosme (2002) señala que, es el porcentaje en número de semillas de una muestra determinada que germina hasta llegar al momento de máxima germinación, que generalmente significa el número máximo de germinación en 24 horas.

### **2.7.4. Periodo de energía**

ISTA (1973) citado por Lohse (1997) indica que, es el número de días transcurridos desde la siembra hasta el día en que se llega a la máxima germinación de un lote de semillas en determinadas condiciones.

### **2.7.5. Sanidad**

Anderson y Leach (1962) mencionan que el estado sanitario se refiere a la presencia o ausencia de enfermedades, parásitos en las semillas, siendo importante conocer las siguientes causas: Un inóculo transmitido por semillas causa daños a los cultivos y por la dispersión o transporte de las semillas se introduce en nuevas regiones, las enfermedades en orden de importancia se caracterizan por ser: hongos, bacterias, virus nematodos y otros.

## **2.8. Proceso de la germinación**

Según Willan (1991), la germinación consiste en tres procesos parcialmente simultáneos:

- absorción de agua, principalmente por imbibición, que hace que la semilla se hinche y acabe abriéndose la cubierta seminal.
- actividad enzimática e incremento de las tasas de respiración y asimilación, que indican la utilización de alimento almacenado y su transposición a las zonas en crecimiento.
- engrandecimiento y divisiones celulares que tienen como consecuencia la aparición de la radícula y la plúmula.

## **2.9. Factores que influyen en la velocidad de germinación**

Rodríguez (2000) menciona, los siguientes factores: El agua, luz, temperatura, oxígeno y longevidad de las semillas.

### **2.9.1. Agua**

Las moléculas de agua que entran en las semillas secas provocan una fuerza de imbibición considerable, muchas veces suficiente para hacer romper el tegumento. Así en algunas semillas, las limitaciones físicas que la cubierta impone al desarrollo del embrión, se vencen por la rotura de la cubierta, provocada por la fuerza de la imbibición (Rodríguez, 2000).

El mismo autor señala que, en otras especies la cubierta no se rompe a consecuencia de la fuerza de la presión de imbibición, sino que es rota por la presión interna originada por el crecimiento de la radícula o por la digestión enzimática de la cubierta y de otros tejidos que rodean el embrión.

Existen semillas que cuando están intactas, son tan impermeables al agua que en ellas no se realiza la imbibición. Estas semillas sólo germinan cuando son escarificadas. Este término se utiliza para indicar cualquier tratamiento mecánico o químico del que resulta el adelgazar o romper el tegumento (Rodríguez, 2000).

### **2.9.2. Luz**

Respecto a la germinación las semillas varían considerablemente en cuanto a su respuesta a la luz. Algunas semillas tienen unas necesidades de luz absolutas para germinar, en otras semillas la exposición a la luz actúa como inhibidora de la germinación y en un tercer grupo, la germinación está relacionada con una respuesta foto periódica; es decir, con una alternancia de periodos de luz y oscuridad. Todo esto resulta aún más complejo por el hecho de que la temperatura puede interactuar con la luz durante la germinación de muchas semillas (Rodríguez, 2000).

### **2.9.3. Temperatura**

Rodríguez (2000) señala que, las semillas de cualquier especie germinan dentro de una gama específica de temperatura. En temperaturas superiores o inferiores a los valores límites de esa gama, la germinación no se verifica. De una manera general las semillas de las especies espontáneas de las regiones templadas, germinan a temperaturas más bajas que las semillas de especies nativas de regiones tropicales o subtropicales.

### **2.9.4. Oxígeno**

Los tegumentos secos son generalmente menos permeables al oxígeno que los que embebieron agua. Sin embargo, la variación de permeabilidad al oxígeno está, de un modo general, asociada a las células muertas del tegumento, es posible que la permeabilidad al oxígeno de las membranas de las células vivas internas, sea también directa o indirectamente afectada, cuando la semilla embebe agua. La importancia del oxígeno en el proceso de la germinación proviene de su acción en la respiración aeróbica (Rodríguez, 2000).



### **2.9.5. Longevidad de las semillas**

La longevidad de las semillas varía de algunas semanas a muchos años, conforme las especies y las condiciones ambientales a que las semillas están sujetas. Las semillas de la mayoría de las plantas cultivadas, tienen una vida relativamente corta en condiciones normales de almacenamiento, permaneciendo vivas, apenas unos tres años (Rodríguez, 2000).

El mismo autor menciona que, la longevidad de esta semilla puede, en muchos casos, aumentar francamente, si ellas se mantuvieran en condiciones adecuadas. En otro extremo, hay algunas semillas que se mantienen vivas durante más de cien años.

### **2.10. Tipos de germinación**

#### **2.10.1. Germinación epigea**

En otras especies, el hipocótilo comienza a crecer rápidamente una vez que la radícula está suficientemente desarrollada. Esto generalmente hace que brote un arco fuera del suelo y después se endereza. El hipocótilo se hace más fuerte y los cotiledones se expanden, se vuelven verdes y comienzan a funcionar como hojas. Durante este tiempo la cubierta de la semilla se cae (Jara, 1996).

El mismo autor señala que, poco después el epicótilo comienza a crecer y la plúmula se desarrollará para convertirse en el tallo primario y producir las primeras hojas verdaderas. Si la semilla tiene un endosperma, este es absorbido por los cotiledones durante el crecimiento inicial.

### **2.10.2. Germinación hipogea**

El punto de crecimiento (epicótilo) que está sobre los cotiledones comienza a crecer rápidamente formando un brote que termina en hojas rudimentarias (plúmula). La plúmula se dobla hacia atrás mientras que el brote sale del suelo, pero eventualmente se vuelve hacia la luz, y forma las primeras hojas de la plántula (Jara, 1996).

El mismo autor indica que durante este periodo, los nutrientes de los cotiledones son absorbidos hasta secarse. Luego la plántula se nutre por si sola mediante la raíz y las hojas verdes con capacidad de fotosíntesis.

### **2.11. Latencia**

El término “latencia” se refiere a una condición de una semilla viable que impide que ésta germine en presencia de los factores que normalmente se consideran suficientes para la germinación: temperatura adecuada, humedad y medio ambiente gaseoso. Una semilla viable es la que puede germinar en condiciones favorables, siempre que en su caso se elimine la latencia que pueda estar presente (Willan, 1991).

El mismo autor menciona que, la intensidad de la latencia en la semilla varía no solo entre especies, sino también entre árboles de la misma especie. Algunas veces es causada por las condiciones ambientales prevalecientes durante el desarrollo de la semilla. Un manejo inapropiado puede hacer que entre en este estado. Ciertas especies tienen semillas que germinan inmediatamente después de estar totalmente desarrolladas y maduras.

Las semillas entran en latencia al estar en contacto con el oxígeno y condiciones más secas, ya que desarrollan una cubierta dura que evita la entrada de agua y por consiguiente la germinación. Si las semillas se secan al vacío o en una atmósfera con nitrógeno, la cubierta permanece verde y permeable al agua y germinarán inmediatamente (Jara, 1996).

Varela y Arana (2011) explican que, se considera que la latencia es una adaptación que contribuye a la supervivencia del individuo, ya que restringe la germinación cuando los factores ambientales son desfavorables para el desarrollo de la plántula. Mediante la aplicación de tratamientos pregerminativos en vivero es posible disminuir la latencia a un grado mínimo, promoviendo la germinación de la semilla; estos tratamientos varían según la especie.

### **2.11.1. Tipos de latencia**

Según Willan (1991), la latencia puede ser de varios tipos distintos, y a veces la misma semilla presenta más de un tipo. La clasificación más sencilla distingue entre: a) latencia exógena o del pericarpo/cubierta seminal; b) latencia endógena o del embrión, y c) latencia combinada, en la que la latencia afecta al mismo tiempo a la cubierta seminal y al embrión.

#### a) Latencia exógena

- Física: Es decir, impermeabilidad de la cubierta o el pericarpo al agua.
- Química: Es decir, inhibidores en el pericarpo o la cubierta.
- Mecánica: Es decir, resistencia mecánica del pericarpo o la cubierta al crecimiento del embrión.

#### b) Latencia endógena (morfológica)

- Morfológica: Es decir, subdesarrollo del embrión.

#### c) Latencia endógena (fisiológica)

- Fisiológica: Es decir, mecanismo fisiológico inhibitor que impide la germinación.
- Superficial: Mecanismo inhibitor débil.
- Intermedia: Mecanismo inhibitor intermedio.
- Profunda: Mecanismo inhibitor fuerte.

#### d) Latencia combinada morfofisiológica

- Combinación de subdesarrollo del embrión con mecanismo fisiológico inhibitor fuerte.
- Combinación de subdesarrollo del embrión con mecanismo fisiológico inhibitor fuerte del crecimiento del epicótilo.

#### e) Latencia combinada exógena/endógena

- Diversas combinaciones de latencia de la cubierta o el pericarpo con latencia fisiológica endógena.

### **2.12. Crecimiento de los plantines**

Rodríguez (1991) citado por Mamani (2006) define que, el crecimiento vegetativo es un proceso fisiológico muy complicado y depende de la mayoría de los otros factores que tienen lugar en una planta, como: la fotosíntesis, respiración, absorción de agua y sustancias nutritivas minerales y orgánicas. Los procesos fisiológicos se caracterizan por el desarrollo de los órganos de asimilación, como las raíces, tallos y hojas.

### **2.13. Tratamientos pre germinativos**

Para Acuña (2000) citado por Poblete (2007) señala que, los tratamientos para eliminar la latencia son: Estratificación, escarificación, lixiviación, combinación de tratamientos, hormonas y otros estimulantes químicos.

Varela y Arana (2011) mencionan que, los tratamientos pregerminativos, son todos aquellos procedimientos necesarios para romper la latencia de las semillas, esto es, el estado en que se encuentran algunas tal que, estando vivas, no son capaces de germinar sino hasta que las condiciones del medio sean las adecuadas para ello.

El tratamiento de semillas antes de la siembra es necesario para semillas con reposo vegetativo interno que puede retrasar la germinación por meses o años. La germinación irregular y retrasada es desastrosa para los viveros, porque las plantas deben alcanzar tamaño uniforme para la plantación en fechas específicas. El propósito de tratamientos previos es abreviar el reposo vegetativo para obtener una germinación más uniforme (Ruiz, 2002).

### **2.13.1. Lixiviación**

Fossati y Olivera (1996) explican que, el método más simple para ayudar a germinar a las semillas es remojarlas en agua limpia por 24 o 48 horas y bajo techo (sombra). Una vez terminado este proceso, se pueden sembrar las que se han hinchado directamente en bolsas de polietileno.

Varela y Arana (2011) mencionan que, las semillas son remojadas en agua corriente con la finalidad de remover los inhibidores químicos presentes en la cubierta. Este tratamiento también es empleado con el objetivo de ablandar la testa. El tiempo de remojo puede ser de 12, 24, 48 y hasta 72 horas, y en algunos casos cambiándoles el agua con cierta frecuencia; habitualmente el remojo se efectúa en agua a temperatura ambiente.

Este tratamiento en húmedo combina a veces dos efectos, el de ablandar la cubierta dura y el de extraer por lixiviación los inhibidores químicos (Willan, 1991).

Mérola y Díaz (2012) mencionan que, las semillas pueden contener varias sustancias químicas que impiden la germinación y que reciben el nombre de inhibidores. Entre estos se mencionan la lactona, cumarina y sus derivados; amoniaco, ácido cianhídrico, aceites esenciales, glucósidos, etc.

### **2.13.2. Escarificación en agua caliente**

Ruiz (2002) señala que, el método de humedecimiento en agua caliente envuelve el calentamiento del agua a temperatura de 77°C a 100°C (171 a 212°F).

Fossati y Olivera (1996) mencionan que, se prepara una olla con agua hirviendo. Al mismo tiempo, se coloca un manojito de semillas dentro de un trapo o tela delgada. Se sumerge el trapo con las semillas dentro del agua hirviendo por el tiempo de 3 a 4 minutos, teniendo el cuidado de menear la tela o red para que los efectos del tratamiento alcancen a todas las semillas. Con este tratamiento se suaviza la capa dura que protege la semilla para permitir la entrada de la humedad, de este modo la semilla empieza a germinar.

Mesén *et al.* (1996) señalan que, el método de escarificación en agua caliente permite la entrada de agua y facilita el intercambio de gases lo cual ayuda positivamente a la germinación de la semilla.

El tratamiento con agua caliente ha dado buenos resultados en varias semillas de leguminosas. Por lo general se colocan las semillas en agua hirviendo, que se retira inmediatamente de la fuente de calor y se deja enfriar poco a poco. Por imbibición, las semillas se van hinchando a medida que se enfría el agua (Willan, 1991).

El mismo autor menciona que, la relación adecuada entre el volumen de agua y el volumen de semillas puede determinarse experimentalmente. Puede variar de una manera considerable según la especie de que se trate, y se ha sugerido que la cantidad de agua sea mayor que la de semilla en 2-3 veces, 4-5 veces, y 5-10 veces.

Fossati y Olivera (1996) mencionan que, luego de este proceso se debe seleccionar las semillas hinchadas, ya que inmediatamente se debe realizar la siembra directa en bolsas de polietileno, una semilla por bolsa; obteniendo así un excelente porcentaje de germinación, ahorrándose los trabajos que significan el almacigo y repique.

### **2.13.3. Estratificación**

La estratificación es un método que sensu stricto consiste en colocar las semillas en capas que alternan con otras de un medio que conserva la humedad, como arena, turba o vermiculita (Willan, 1991).

Varela y Arana (2011) señalan que, en el caso de la estratificación cálida, esta se basa en la necesidad de las semillas de estar sometidas a altas temperaturas para poder germinar. En este caso la temperatura empleada oscila entre 22°C y 33°C.

Fossati y Olivera (1996) manifiestan que, en este método es muy importante el mantener la humedad de la arenilla siempre alta, lo que significa que se debe regar dos veces por semana. Las semillas deben permanecer en la caja o bandeja de estratificación por un periodo no mayor a 10 días. Una vez terminado el plazo las semillas hinchadas serán sembradas directamente en bolsas de polietileno y las demás serán desechadas.

Solórzano (2005) menciona que, la caja o bandeja de estratificación debe estar en un lugar con sombra. Las semillas se las retira una vez que aparezca el punto blanco del tallito. Esto puede suceder de varias semanas o meses según la especie.

### **2.14. El vivero**

El vivero forestal es el sitio donde nacen y se crían las plantas forestales, permaneciendo el tiempo necesario para lograr la altura y el vigor indispensables para llevarlas al sitio definitivo de la forestación (Díaz, s./f.).

Huchani y Carvajal (2005) mencionan que, el vivero es una infraestructura adecuada para la producción y cuidado de plantas desde el almácigado o enraizamiento de estacas hasta el momento de trasplante al lugar definitivo.

## **2.15. Sustratos en viveros forestales**

### **2.15.1. Sustrato**

Sustrato es el medio donde germina la semilla, sirve de sostén y alimento a la nueva planta en la primera etapa de su vida (Varela, 2007).

Fossati y Olivera (1996) explican que, un sustrato es la mezcla de distintos materiales utilizados en un vivero, entre los que encontramos: Tierra vegetal, tierra negra, arenilla, lama, guano, compost y tierra vegetal.

Los mismos autores mencionan que, el sustrato utilizado para el llenado de bolsas debe tener contener un mayor número de nutrientes y una textura franco limosa a franco arcillosa. En este sustrato las plántulas crecen y se desarrollan hasta su establecimiento en plantación.

Según Bartolomé y Vega (2001) señalan que, el sustrato debe tener las siguientes características concretas:

- Ser el soporte físico de las plantas.
- Tener la alta capacidad de absorción de agua y de rehidratación para disminuir la frecuencia del riego.
- Poseer alta porosidad para suplir el aporte de oxígeno a las raíces y un buen drenaje, evitando así encharcamientos.
- Presentar pH ligeramente ácido, para evitar ataque de hongos y desequilibrios en la absorción de nutrientes por parte de la planta. También deberán tener gran capacidad de retención y cesión de nutrientes, con los que alimentara a la planta.
- Ser ligeros para reducir el esfuerzo de transporte y facilitar el manejo en el cultivo y la plantación.
- Ser estériles, es decir, no contener agentes patógenos que puedan afectar a las plantas o semillas de hierbas anuales o invasivas.
- Tener una textura fibrosa para la formación de cepellones consistentes.



### **2.15.2. Tierra del lugar**

Fossati y Olivera (1996) mencionan que, aquellas tierras ubicadas en sitios sobre los 3.000 m.s.n.m o en zonas húmedas, presentan características de suelos de textura mediana (francos arcillosos) y reacción ácida, semejantes a la tierra negra. En cambio, aquellos suelos de zonas por debajo de los 3.000 m.s.n.m presentan características desde ligeramente ácidas a ligeramente alcalinas, con suelos livianos o franco arenosos y suelos semi pesados o francos limosos (estos últimos compuestos de arcillas rojas con pocos nutrientes).

Los mismos autores señalan que, la función de la tierra del lugar es substituir, en forma barata y sencilla, a materiales del sustrato que son difíciles de encontrar. Además, le da a la planta un medio parecido al que tendrá en su sitio de plantación.

### **2.15.3. Turba**

La formación de la turba obedece a un proceso natural y es mayormente bajo agua, es decir en condiciones anaerobias y de baja temperatura donde la vegetación acuática, musgo, pastos y otras plantas van acumulándose y descomposición es lenta Varela (2007).

### **2.15.4. Arena**

La arena está caracterizada por la granulometría que va desde 20 a 200 micrones; es generalmente suelta, porosa y estéril. El contenido de nutrientes es bajo y sus valores de pH tienden a ser alcalino.

Se prefieren sustratos arenosos que tenga un buen drenaje para la germinación de la semilla. Otros sustratos inertes como la vermiculita, que es un material mixsaceo, desintegrado, también es recomendable Varela (2007).

## **2.16. Embolsado**

### **2.16.1. Preparación de las bolsas**

Según Huchani y Carvajal (2005), las bolsas negras deben tener dos huecos en la base para que salga el agua de riego sobrante, evitando así que los plantines mueran.

### **2.16.2. Llenado de los contenedores**

Si los contenedores son bolsas de polietileno, deben llenarse hasta que tomen la forma semejante a un cilindro y con sustrato hasta 1 cm antes del borde. Para el llenado, tomar un poco de sustrato, compactarlo (sujetar la bolsita con las manos y golpearla contra el piso), apretar con los dos dedos, y volver a repetir las operaciones hasta la bolsita se llene (Díaz, s./f.).

### **2.16.3. Siembra**

Huchani y Carvajal (2005) señalan que, la profundidad de siembra debe ser la suficiente para que el agua de riego no destape la semilla, no debe ser mayor a dos veces el tamaño de la semilla.

### **2.16.4. Siembra directa en bolsas**

Méndez y Cárdenas (2009) mencionan que, Utilizada generalmente con semillas grandes que tienen alto porcentaje de germinación.

## **2.17. Cuidados culturales**

### **2.17.1. Riego**

Méndez y Cárdenas (2009) señalan que, el riego debe hacerse antes y después de la siembra para obtener un buen crecimiento de los plantines la humedad inicial depende de la cantidad de agua utilizada, por lo que es importante regar uniforme y lentamente.

### **2.17.2. Deshierbe**

Méndez y Cárdenas (2009) mencionan que, es un trabajo manual que si no se realiza a tiempo ocasiona graves pérdidas en la producción puesto que las hierbas compiten con las plantas por nutrientes, luz y agua.

### **2.17.3. Semi sombra**

Méndez y Cárdenas (2009) explican que, la semisombra puede ser alta o baja y se utiliza en la mayoría de los casos para que las especies no reciban directamente la luz del sol, especialmente en la fase inicial y gradualmente se puede controlar su exposición al sol. Cuando existe demasiada sombra las plantas son más altas, delgadas, inclinadas y sus hojas son de color verde oscuro. La semisombra puede ser de hojas de palmera o de tela milimétrica.

## **3. MATERIALES Y MÉTODOS**

### **3.1. Localización**

#### **3.1.1. Ubicación geográfica**

El presente estudio de investigación se realizó en la comunidad Llojeta ubicada a 27 km de la localidad de Irupana en la región sector Irupana, provincia Sud Yungas, del departamento de La Paz. Irupana geográficamente se encuentra ubicada entre 16°24'05'' de latitud sud y 67°25'55'' de longitud oeste y una altitud aproximada de 1730m.s.n.m., (PDM, 2011).

#### **3.1.2. Características del lugar**

##### **3.1.2.1. Clima**

Esta zona de los Yungas presenta un clima cálido que corresponde la región de bosques de Yungas y bosques de pie de monte, esto significa que los cambios de un tipo de vegetación a otro son graduales a condición progresiva es el cambio en el clima.

Presenta una temperatura promedio de 18,9 °C, respecto a las precipitaciones este sector tiene un valor promedio de 1380 mm/año, así mismo presenta 268 días de lluvia anuales, de los cuales 159 días tienen precipitaciones mayores a 4 mm, es decir el 42,7% del año, la humedad relativa es del 85% (cuadro 1).

**Cuadro 1. Características Climáticas del sector de Irupana.**

<b>Características</b>	<b>Valores</b>
Temperatura máxima anual	24.8 °C
Temperatura mínima anual	13 °C
Temperatura promedio anual	18.9 °C
Humedad Relativa	85
Meses de lluvia	De diciembre a marzo
Meses con heladas	De abril a agosto

*Fuente: Elaboración en base a los datos de SENAMHI (2018).*

### **3.1.2.2. Relieve**

El territorio de la sección municipal presenta un relieve con cordilleras, colinas y valles profundos, es un “municipio arrugado”, los paisajes fisiográficos existentes son:

- Serranías altas: son moderadamente disectadas lo que permite formar valles estrechos con pendientes que oscilan entre el 3 al 70%.
- Montañas: paisaje común en el sector Illimani donde se localizan los nevados de la cordillera oriental formando en su recorrido desfiladeros y ventisqueros.
- Colinas altas y pie de monte: son mayormente laderas con micro relieves de ondulación suave con pendientes moderadas de entre el 8 al 30%, (PDM, 2011).

### **3.1.2.3. Uso de suelos**

Los suelos son de profundos a poco profundos, con presencia de gravas y piedras, con textura franco a franco arcilloso con una reacción de fuerte a moderadamente ácida, variando el color del suelo de oscuro a claro.

Se cuentan con algunas características particulares como ser la utilización de las laderas de los cerros con poca pendiente y las quebradas para la producción agrícola, que es la principal actividad del municipio, la producción de frutales y café es a nivel familiar y no en gran escala, siendo una actividad agregada al cultivo de la coca.

De acuerdo a los datos obtenidos en el Diagnóstico Municipal se tiene: una superficie total de 156.807 has, las cuales el 40.37% es la superficie cultivable para producción agrícola (principalmente el cultivo de coca, seguido por producción en cítricos y café y la segunda producción es el mango), el suelo incultivable con 28.87% debido a su topografía accidentada, presencia de estructuras rocosas y la erosión presente en el Municipio; la superficie forestal cuenta con 19.31% y finalmente con el 11.45% de terreno en descanso, (PDM, 2011).

### **3.1.2.4. Erosión**

Por presentar suelos con pendientes pronunciadas y poca cobertura vegetal, como es el cultivo de coca, el municipio queda expuesto a un alto grado de erosión; que afecta la fertilidad del sistema suelo, tanto por pérdida de superficie, por falta de retención de humedad como por pérdida de microorganismos asociados en el ecosistema suelo-planta-animal.

En el Municipio se presentan dos tipos de erosión predominantes que son la hídrica y eólica, la combinación de estos factores hace que sean aún peores las condiciones adversas con las que cuenta el productor del Municipio.

El monocultivo de coca debilitó tanto el suelo que solo desarrollan especies de pastos y arbustos de bajo porte, esto sumado a la deficiencia de nutrientes han deteriorado tanto el suelo que ya perdió las propiedades originales con cultivo de frutas y forestales, acelerando los procesos de erosión, sumándose la escases y falta de agua, (PDM, 2011).

### **3.1.2.5. Ámbito forestal**

En los pisos de Yungas medios y bajos, la diversidad vegetal es mayor, las alturas de los árboles pueden alcanzar hasta los 10 a 15 m. Las especies más importantes son: Cedro (*Cedrela odorata*), Nogal (*Juglans regia*), Laurel (*Laurus nobulus*), Ceibo (*Erythrina crista-galli*), Sikily (*Inga edulis*), Ambaybo (*Cecropia*), entre otras, la mayoría son de interés comercial, (PDM, 2011).

Algunas especies, son utilizadas en sistemas agroforestales de la zona, en el caso del Sikily en asociación con cultivos de café en comunidades de los alrededores de Irupana. En el sector de Lambate, Taca y otros, algunas especies como la Chillca, Andreshuaylla, Chachacoma y otras, sirven de barreras rompevientos y evitan deslizamientos en alrededores de cultivos.

## **3.2. MATERIALES**

### **3.2.1. Material vegetal**

De acuerdo al planteamiento de la investigación se utilizó como material genético experimental semillas certificadas de tres especies forestales procedentes de Bolfor y Cooperativa Ceibo.

- Semillas de Serebo (*Schizolobium parahyba*). Las semillas son únicas de 1.5 cm de largo, 8 mm de diámetro y alargadas, color café moreno brillante.
- Semillas de Ceibo (*Erythrina crista galli*). Son lisas reniformes de 0,8 a 1,3 cm de largo de color castaño, envueltas en un epispermo más o menos duro.

- Semillas de Jacaranda (*Jacaranda mimosifolia* D. Don.). Las semillas presentan una forma vagamente circular, comprimidas, de 7 a 9 mm de largo, provistas de un ala marginal translúcida, fina delgada, de color moreno y de 22 a 24 mm de largo incluyendo de semilla.

### **3.2.2. Material, equipo y herramientas de campo**

Sustratos: tierra del lugar, arena y turba, postes, estacas, malla semi sombra, vernier, cámara fotográfica, libreta y planillas de registro, 1080 bolsas de polietileno negro de 80 micras de grosor y de 12 x 20 cm de tamaño, pala, picota, machete, tamizador, regadera, flexómetro, rastrillo, clavos, guantes, soga, alambre tejido y pala de jardinería.

### **3.2.3. Material y equipo de laboratorio**

Tela de algodón, agua corriente, balanza de precisión (digital), termómetro de 100°C, seis bandejas de plástico, hornilla, seis bolsas negras.

## **3.3. Metodología**

### **3.3.1. Procedimiento experimental**

#### **3.3.1.1. Construcción de vivero**

Una vez ubicado el lugar para la construcción del vivero se realizó la delimitación, nivelación y deshierbe del terreno; se utilizó materiales del lugar para la instalación de postes en las cuatro esquinas y caña hueca para darle soporte a la malla semi sombra a una altura de 2 m sobre el nivel del suelo.

Se protegió el área experimental con cerco de alambre tejido dejando una puerta de acceso en la zona de trabajo.

### **3.3.1.2. Preparación del sustrato y llenado de bolsas**

Se preparó sustrato con una proporción de tierra del lugar al 50%, 30% de turba y 20% arena fina, con el fin de tener una mezcla suelta con capacidad de aireación y buen drenaje.

Para ello se acopió tierra del mismo lugar donde se instaló el vivero, se recolectó arena a orillas del río Solacama y la turba se trajo tierra negra de altura de formación lenta que obedece a un proceso natural, donde musgos, pastos y otras plantas van acumulándose y descomponiéndose lentamente sus valores de pH tienen a ser ácido.

Una vez obtenido y transportado hacia el vivero se procedió a la mezcla y tamizado mediante una malla metálica con el fin de eliminar raíces y otros rastrojos, para posteriormente someterlas bajo un riego arduo de desinfección de una combinación de formol (1/5 lt de formol al 40% en 20 lt de agua), para que este químico cumpla su efecto sobre el sustrato se procedió a cubrirlas completamente con una bolsa plástica manteniéndolas así durante 7 días (evitando la velarización de los gases), transcurridos ese tiempo se mantuvo también otros 3 días descubierto para su venteado (técnica preventiva de enfermedades fungosas, patógenos y plagas), finalmente se realizó el llenado de las bolsas de polietileno.

Goitia (2003), recomienda el uso del formol al 40%, como una fuente muy efectiva y económica en una relación 1:40, 1/2: 20 para 5 m<sup>2</sup>, para la desinfección del sustrato.

### **3.3.1.3. Tratamientos pregerminativos**

#### **3.3.1.3.1. Estratificación**

La estratificación se realizó en bandejas plásticas una para cada especie, colocando las semillas en capas alternando con arena húmeda posteriormente cada bandeja fue introducida en una bolsa nylon de color negro ubicándolas después bajo techo (sombra), debido a que este tratamiento conserva la humedad y temperatura la cual



fue de 30°C al interior de la bandeja. En este método es importante mantener la humedad de la arena siempre alta, por lo que se regó dos veces por semana.

Las semillas permanecieron en la bandeja por un periodo de 8 días. Una vez terminado el plazo, las semillas hinchadas fueron sembradas directamente en bolsas de repique (macetas).

#### **3.3.1.3.2. Escarificación en agua caliente**

Se preparó un recipiente de aluminio con agua poniéndola sobre una hornilla, esperando a que caliente a una temperatura de 85°C (registrada por el termómetro), posteriormente se colocaron las semillas dentro de una tela de algodón delgada sumergiéndolas por un tiempo de 3 minutos con el cuidado de remover constantemente la tela que contenía las semillas; dicho procedimiento se realizó para cada especie, finalmente se efectuó la siembra directa en bolsas de repique (macetas).

#### **3.3.1.3.3. Lixiviación**

Se dispusieron 3 bandejas de plástico para cada especie en ellas se colocaron las semillas cubriéndolas con agua limpia corriente, por un tiempo de 24 horas bajo techo (sombra), terminando el proceso se realizó la siembra directa en bolsas de repique (macetas).

#### **3.3.1.4. Siembra experimental (en bolsas de polietileno)**

Después de preparar y ordenar los contenedores (macetas) en el área experimental, en las 3 repeticiones distribuyendo al azar los 12 tratamientos en cada repetición y una vez concluida la aplicación de las diferentes técnicas pregerminativos en las semillas forestales: estratificación durante 8 días, escarificación en agua caliente a 85°C por 3 minutos, lixiviación durante 24 horas; se efectuó la siembra experimental.

Posteriormente se procedió al riego con el fin de dar las condiciones adecuadas para el proceso de germinación y emergencia.

### **3.3.1.5. Labores culturales**

La frecuencia de riego en los contenedores (macetas) se ajustó a las condiciones locales de la zona, es decir efectuándolo en la época seca (invierno). La siembra se produjo en el mes de septiembre (inicio de época lluvia). El riego se efectuó tres veces por semana (día por medio), también se dejó de regar cuando las lluvias se hacían presente, pero sobre todo se tomó en cuenta la necesidad del cultivo (en humedad de suelo). El deshierbe se realizó después de la emergencia de las plántulas, hasta el cuarto mes de estudio con el fin de evitar la competitividad.

Para el control de plagas se preparó un insecticida natural a base de ajo (una cabeza), cebolla (una cabeza) y locoto (tres unidades), cortándolas finamente para macerarlas durante 48 horas, filtrándolo y mezclándola posteriormente en dos litros de agua para su aplicación cada 15 días; con el fin de evitar una alta incidencia especialmente del lepidóptero barrenador *Hypsiphylia grandella*.

### **3.3.2. Diseño experimental**

Para la evaluación del presente trabajo de investigación se utilizó el diseño completamente al azar con arreglo factorial de dos factores (Ochoa, 2007); asignándose 12 tratamientos con 3 repeticiones obteniendo un total de 36 unidades experimentales.

### 3.3.2.1. Modelo lineal

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

Donde:

$Y_{ijk}$  = Una observación.

$\mu$  = Media poblacional.

$\alpha_i$  = Efecto del  $i$  – ésimo nivel del factor A especie

$\beta_j$  = Efecto del  $j$  – ésimo nivel del factor B tratamiento pre germinativo

$\alpha\beta_{ij}$  = Interacción del  $i$  - ésimo nivel del factor A, con el  $j$  - esimo nivel del factor B (interacción A x B).

$\epsilon_{ijk}$  = Error experimental.

### 3.3.3. Formulación de tratamientos

#### 3.3.3.1. Factores de estudio

**Factor A:** Especies forestales

a1= Serebo (*Schizolobium parahyba*).

a2= Ceibo (*Erythrina crista galli*).

a3= Jacaranda (*Jacaranda mimosifolia* D. Don.).

**Factor B:** Tratamientos pre germinativos

b1= Testigo

b2= Escarificación en agua caliente a 85°C por 3 minutos.

b3= Lixiviación durante 24 horas.

b4= Estratificación durante 8 días.

## Cuadro 2. Tratamientos aplicados en el área experimental

T1 = a1b1	T5 = a2b1	T9 = a3b1
T2 = a1b2	T6 = a2b2	T10 = a3b2
T3 = a1b3	T7 = a2b3	T11 = a3b3
T4 = a1b4	T8 = a2b4	T12 = a3b4

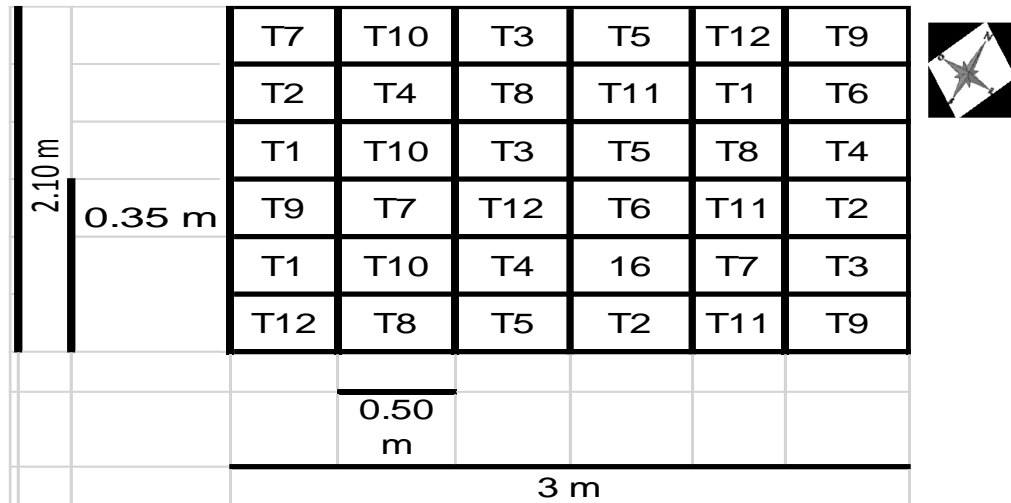
Fuente: Elaboración propia

T1 = a1b1	Serebó Trat. Preger., testigo
T2 = a1b2	Serebó Trat. Preger., escarificación en agua caliente a 85°C por 3 minutos
T3 = a1b3	Serebó Trat. Preger., lixiviación durante 24 horas
T4 = a1b4	Serebó Trat. Preger., estratificación durante 8 días
T5 = a2b1	Ceibo Trat. Preger., testigo
T6 = a2b2	Ceibo Trat. Preger., escarificación en agua caliente a 85°C por 3 minutos
T7 = a2b3	Ceibo Trat. Preger., lixiviación durante 24 horas
T8 = a2b4	Ceibo Trat. Preger., estratificación durante 8 días
T9 = a3b1	Jacaranda Trat. Preger., testigo
T10 = a3b2	Jacaranda Trat. Preger., escarificación en agua caliente a 85°C por 3 minutos
T11 = a3b3	Jacaranda Trat. Preger., lixiviación durante 24 horas
T12 = a3b4	Jacaranda Trat. Preger., estratificación durante 8 días

### 3.3.4. Dimensiones del área experimental

Área total del experimento	= 6.30 m <sup>2</sup>
Área neta del experimento	= 6.30 m <sup>2</sup>
Largo de la unidad experimental	= 0.50 m
Ancho de la unidad experimental	= 0.35 m
Área de la unidad experimental	= 0.175 m <sup>2</sup>
Número de semillas por unidad experimental	= 30 semillas
Número total de semillas para el experimento	= 1080 semillas

**Cuadro 3. Croquis del experimento**



**Fuente:** Elaboración propia

### 3.3.5. Variables de respuesta

#### 3.3.5.1. Determinación del porcentaje de germinación

La germinación en semilla de Ceibo (*Erythrina crista galli*). Fue hipogea, los cotiledones permanecieron in situ enterrados o sobre el suelo mientras se produjo el alargamiento de la plúmula; sin embargo, en las semillas de Serebó (*Schizolobium parahyba*) y Jacaranda (*Jacarandá mimosifolia* D. Don.), la germinación fue epigea por la presencia del hipocótilo elevando los cotiledones. El conteo de las semillas germinadas se efectuó diariamente hasta los 60 días desde la siembra en cada tratamiento y repetición.

Se tomó en cuenta la siguiente fórmula:

$$\% \text{ Germinación} = \frac{\text{Número de semillas germinadas}}{\text{Número de semillas ensayadas}} \times 100\%$$

### **3.3.5.2. Altura de planta**

La medición se realizó desde el cuello hasta el ápice de la plántula; registrando los datos cada veinte días hasta el cuarto mes de crecimiento. Se efectuó tomando cinco mediciones al azar identificándolas previamente en cada tratamiento y en cada repetición.

### **3.3.5.3. Diámetro de tallo**

Se realizó dejando 1 cm de altura sobre el nivel del sustrato, efectuando cinco mediciones al azar en cada tratamiento y repetición. Los datos fueron registrados veintenas hasta el cuarto mes de crecimiento.

### **3.3.5.4. Número de hojas**

Se determinó por conteo desde la aparición de las primeras hojas verdaderas en cinco plántulas elegidas al azar e identificadas en cada tratamiento y repetición, registrando los datos cada veinte días hasta el cuarto mes de crecimiento.

### **3.3.6. Análisis económico**

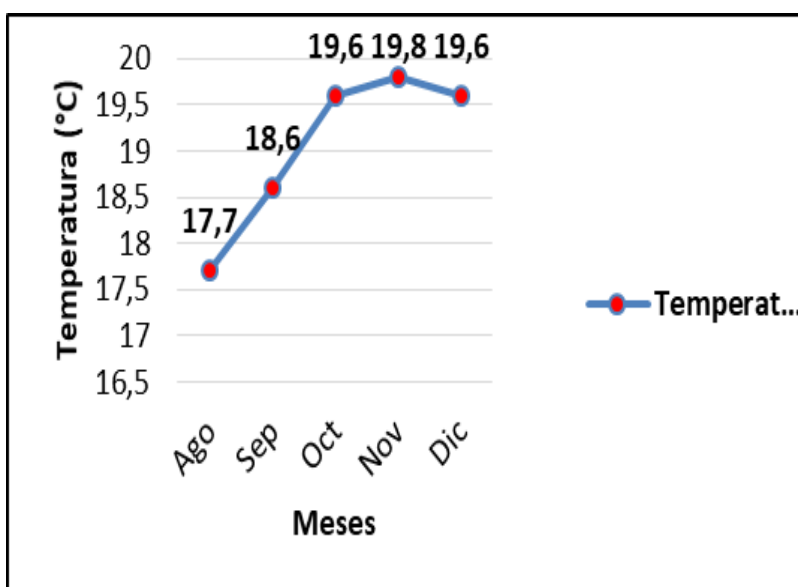
Tarima (1996), considera que los costos de producción en vivero son de dos tipos, costos de establecimiento y los costos de manejo; en la presente investigación se consideró ambos costos, por encontrarse el vivero abandono. Para determinar los costos se registran las actividades realizadas en el vivero y que permite calcular el costo de producción por planta durante los 3 meses de ensayo.

## 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1. Resultados previos

#### 4.1.1. Comportamiento agroclimático

De acuerdo a las características de los objetivos planteados, se ha visto por conveniente presentar los datos climáticos, obtenidos de la estación meteorológica ubicada en Irupana a cargo del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI), período 2018 y 2019.

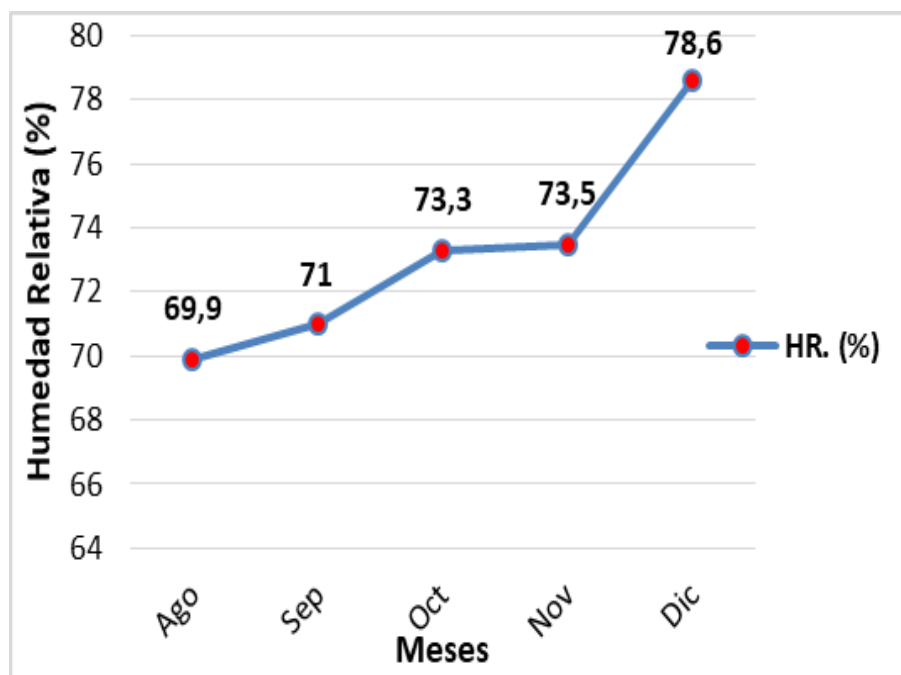


Fuente: SENAMHI (2018)

**Gráfico 1. Temperaturas medias registradas en Irupana durante el período de estudio (2018-2019)**

En el gráfico 1, se observa que la temperatura media máxima fue de 19.8°C en el mes de noviembre y la temperatura mínima de 17.7°C en el mes de agosto; las cuales no tuvieron incidencia negativa en el experimento.

El gráfico 2, presenta variaciones de humedad relativa en la localidad de Victorio Lanza durante la fase de estudio.



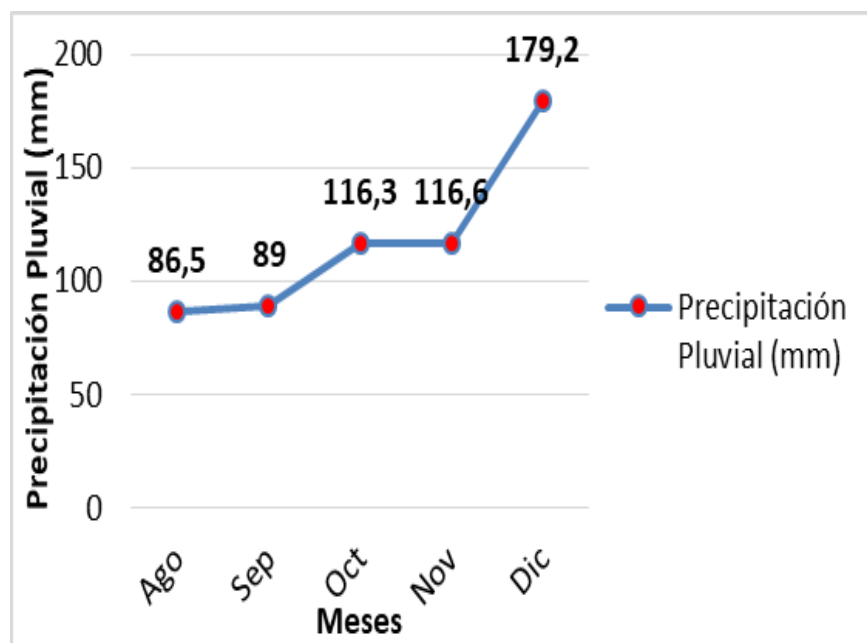
Fuente: SENAMHI (2018)

**Gráfico 2. Humedad Relativa registrada en Irupana durante el período de estudio (2018-2019)**

En el gráfico 2, se observa que el menor porcentaje de humedad relativa fue registrada en el mes agosto con 69.9% y el mayor porcentaje de humedad relativa fue en el mes de diciembre con 78.6%, ya que en la localidad de Victorio Lanza (Irupana) el ambiente es moderadamente húmedo.



El gráfico 3, presenta las variaciones de precipitación pluvial en la localidad de Victorio Lanza.



Fuente: SENAMHI (2018)

**Gráfico 3. Precipitación Pluvial registrada en Irupana durante el período de estudio (2018-2019)**

En el gráfico 3, se observa que la mayor precipitación pluvial fue en el mes de diciembre con 179.2 mm, sin embargo, el mes de agosto solo registró 86.5 mm.

La precipitación pluvial total durante el periodo de estudio fue de 587.6 mm. Las precipitaciones altas en el mes de noviembre y diciembre fueron favorables pues coincidía con la época de crecimiento de las plántulas, sin embargo, presentaron precipitaciones bajas en los meses agosto y septiembre favoreciendo la siembra.

## 4.2. Determinación de las variables de respuesta

### 4.2.1. Porcentaje de germinación

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

F.V.	S.C.	G.L.	C.M.	Fc	Pr >valor
Especie	856.25	2	428.13	25.23	<0.0001 *
Tratamiento	12531.82	3	4177.27	246.17	<0.0001 *
Especie * Tratamiento	563.54	6	93.92	5.53	< 0.0010 *
Error	407.26	24	16.97		
Total	14358.87	35			

CV = 8,74 %

\* = Significativo al 5%

Según el análisis de varianza de la variable porcentaje de germinación, con un coeficiente de variabilidad de 8,74% lo que indica que hubo un buen manejo agronómico en las diferentes unidades experimentales, muestra que hubo una significancia importante en cuanto al factor especies forestales, lo cual este factor influyo de manera significativa sobre los resultados de la variable porcentaje de germinación de los diferentes tratamientos.

También se puede constatar con el factor tratamientos pre germinativo, se obtuvo una significancia importante, lo que indica que al menos uno de los tratamientos supero de manera importante a los demás tratamientos en cuanto al factor porcentaje de germinación.

La interacción de los factores tratamiento \*especie, se obtuvo una significancia muy importante, lo que indica que la interacción de estos dos factores influyó de manera importante en los resultados de la variable porcentaje de germinación.

Según el análisis de varianza, la interacción entre el factor A (especies) y el factor B (tratamientos pre germinativos) es muy importante y su aporte en los resultados son cruciales. Por la interacción de estos factores, uno de las interacciones supero a las demás interacciones en cuanto al variable porcentaje de germinación.

**Cuadro 5. Prueba de Duncan: Medias estimadas de las especies respecto al porcentaje de germinación (%)**

Especies forestales	Promedio semillas germinadas (%)	Comparación de medias ( $\alpha=5\%$ )
Jacaranda ( <i>Jacaranda mimosifolia</i> D. Don.), (a3)	53.06	A
Ceibo ( <i>Erythrina crista galli</i> ), (a2)	47.22	B
Serebo ( <i>Schizolobium parahyba</i> ), (a1)	41.11	C

Letras iguales estadísticamente son NO significativas

Letras desiguales estadísticamente son significativas

El resultado de los tres tratamientos pregerminativos (Testigo, escarificación, lixiviación y estratificación) sobre el promedio de las semillas germinadas en Jacaranda (*Jacaranda mimosifolia* D. Don.) fue superior con 53.06%.

Mediante la prueba de Duncan a un nivel de significancia del 5% cuyas medias se analizan, muestran que hay una diferencia estadística entre los tratamientos a1, a2, a3 (Serebo, Ceibo, Jacaranda) siendo el tratamiento a3 (52.06%) el que obtuvo un mejor porcentaje de germinación. Lo que posteriormente se recomendaría para su aplicación de manera extensiva.

Huallpa, (2016) En su investigación, Evaluación germinativa del Jacaranda (*Jacaranda mimosifolia* d. don) bajo efecto de tres niveles de sombra y dos densidades de siembra. Obtuvo un porcentaje de germinación de 81,26% en su tratamiento densidad de siembra (266 semillas/m<sup>2</sup>). Este dato supera al dato obtenido en la presente investigación. Tratándose de diferentes tipos de tratamientos, podemos deducir que la densidad de siembra es muy importante para la germinación de semillas de Jacaranda.

PIAF - EL CEIBO (2002) indica que, las semillas de Jacaranda (*Jacaranda mimosifolia* D. Don.) germinan normalmente entre los 8 a 10 días con un 85% de poder germinativo.

Las semillas de ceibo (*Erythrina crista galli*) y serebó (*Schizolobium parahyba*) mediante la aplicación de los cuatro tratamientos pregerminativos presentaron un menor porcentaje de germinación con 47.22% y 41.11% respectivamente.

La siembra de las semillas de ceibo se realiza en almácigos o directamente en el lugar definitivo de esta manera y con el riego adecuado presentan de 50 a 85% de poder germinativo (PIAF - EL CEIBO, 2002).

Por otro lado, PIAF - EL CEIBO (2002) indica que, las semillas de Serebó germinan en un 80%.

Así mismo Pastrana (2007) señala que, las semillas de la mayoría de las especies emergen al ser expuestas a condiciones favorables.

**Cuadro 6. Prueba de Duncan: Medias estimadas de los tratamientos pre germinativos del porcentaje de germinación (%)**

Tratamientos pre. Pre germinativos	Promedio semillas germinadas (%)	Comparación de medias ( $\alpha=5\%$ )
Estratificación 8 días (b4)	74.44	A
Lixiviación durante 24 horas (b3)	52.59	B
Escarificación en agua caliente a 85°C por 3 minutos (b2)	37.04	C
Testigo (b1)	24.44	D

Letras iguales estadísticamente son NO significativas

Letras desiguales estadísticamente son significativas

Según la prueba de medias Duncan al 5%, podemos observar que los tratamientos b1, b2, b3, b4 son estadísticamente diferentes, y que el tratamiento b4 (Estratificación 8 días) obtuvo mejor porcentaje de germinación con (74,44%). Y el tratamiento b1 (testigo) obtuvo un porcentaje de germinación inferior con (24,44%).

Estos datos obtenidos denotan lo importante que son los tratamientos pre germinativos. Ya que el testigo no se procedió a ningún tratamiento pre germinativo y por consecuente obtuvo un porcentaje de germinación inferior a los demás tratamientos.

Jiménez, (2014) en su investigación “Evaluación de seis especies forestales bajo tres tratamientos pre germinativos en vivero comunal, Sapecho - Alto Beni” obtuvo en el tratamiento Estratificación 8 días, un porcentaje de germinación de 40,75% en diferentes especies forestales, este resultado es muy inferior al obtenido en la presente investigación, lo que demuestra que la Jacaranda germina de manera efectiva con el tratamiento estratificación durante 8 días, a diferencia de otras especies forestales.

Al respecto Fossati y Olivera (1996) señalan que, el método de la estratificación es un proceso de rehidratación lenta y asegura un mayor porcentaje de germinación y menos pérdida de semilla.

Por otro lado, Dulfus y Slaughter (1980) mencionan que, la germinación es la absorción de agua (imbibición) a un rango de temperatura adecuada, en la mayoría de los casos hay oxidación de sustancias orgánicas en el sistema celular con liberación gradual de energía.

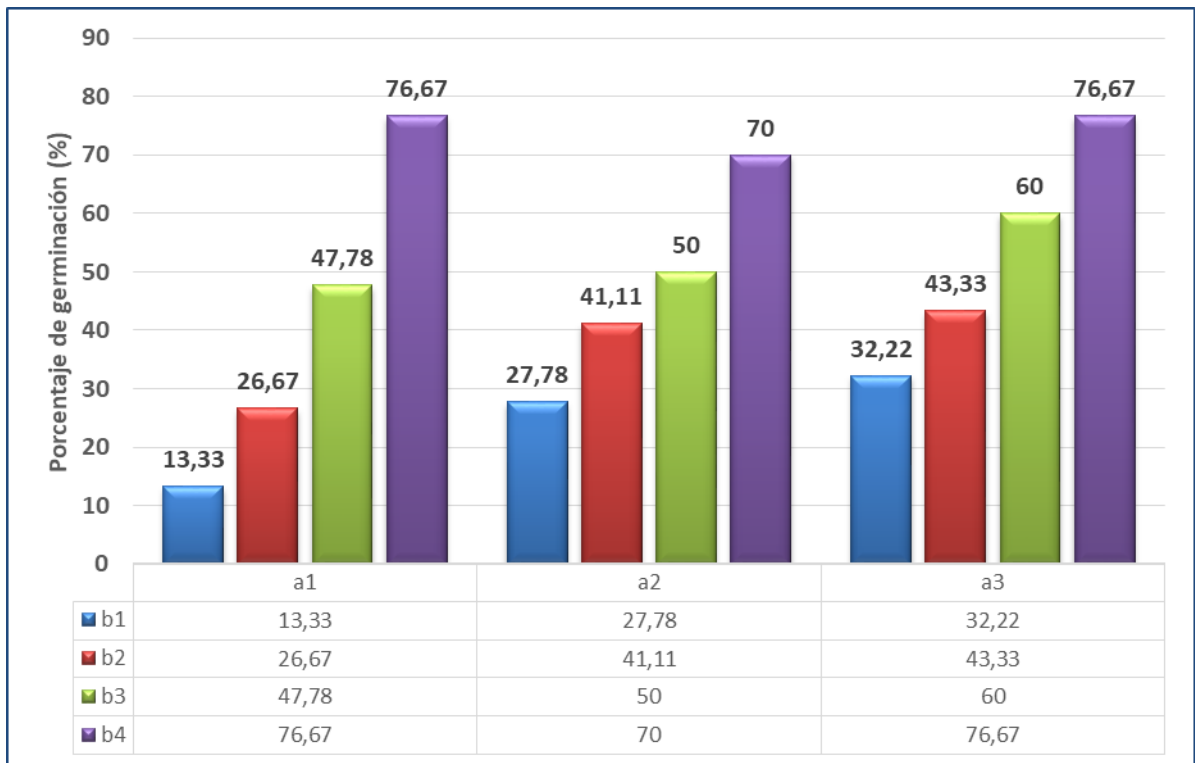
El tratamiento pregerminativo por lixiviación durante 24 horas (b3) alcanzó un valor promedio de 52.59% de semillas germinadas quedando en segundo lugar, ya que el remojo en agua fría y limpia permite la hidratación de las semillas presentando una superficie lisa, brillante y de mayor tamaño. Con esta técnica se obtiene la hidratación e hinchamiento aproximadamente del 100% de las semillas (Willan, 1991).

En tercer lugar, el tratamiento pregerminativo por escarificación en agua caliente a 85°C por 3 minutos (b2) presentando un promedio bajo de semillas germinadas del 37.04%. Probablemente, se deba al tiempo de aplicación en agua caliente, pues se corre el peligro de cocer la semilla por un calentamiento excesivo hasta matarla (Fossati y Olivera, 1996).

Por contraparte para el tratamiento testigo (b1) mostrando un promedio muy bajo de semillas germinadas del 24.44 %. Se considera un método antiguo el realizar sin previo tratamiento, caracterizándose por un crecimiento lento de las plántulas resultantes (Weaver, 1993).

**Prueba de medias Duncan al 5% de la interacción de las variables especies forestales\* tratamientos pre germinativos.**

Para la interacción especies forestales \* tratamientos pregerminativos fue necesario realizar un análisis con el fin de observar los resultados obtenidos del porcentaje de germinación en cada especie, como se muestra en el gráfico 4.



**Gráfico 4. Promedio del porcentaje de germinación (%) de la interacción Especies forestales \* tratamientos pre germinativos**

- a1b1** = semillas de Serebó, en tratamiento pre germinativo testigo
- a1b2** = semillas de Serebó, en escarificación en agua caliente a 85°C por 3 minutos
- a1b3** = semillas de Serebó, en lixiviación durante 24 horas
- a1b4** = semillas de Serebó, en estratificación durante 8 días.
- A2b1** = semillas de ceibo, en tratamiento pre germinativo testigo
- a2b2** = semillas de ceibo, en escarificación en agua caliente a 85°C por 3 minutos
- a2b3** = semillas de ceibo, en lixiviación durante 24 horas
- a2b4** = semillas de ceibo, en estratificación durante 8 días.
- A3b1** = semillas de jacaranda, en tratamiento pre germinativo testigo
- a3b2** = semillas de jacaranda en escarificación en agua caliente a 85°C por 3 minutos
- a3b3** = semillas de jacaranda, en lixiviación durante 24 horas
- a3b4** = semillas de jacaranda, en estratificación durante 8 días.

**Cuadro 7. Prueba de medias Duncan al 5% de la interacción de los factores A y B en la variable Porcentaje de germinación.**

	<b>Especie*tratamiento</b>	<b>Promedio</b>	<b>Comparación</b>
T4 = a1b4	Serebó Trat. Preger., estratificación durante 8 días	76,77	A
T12 = a3b4	Jacaranda Trat. Preger., estratificación durante 8 días	76,77	A
T8 = a2b4	Ceibo Trat. Preger., estratificación durante 8 días	70	A
T11 = a3b3	Jacaranda Trat. Preger., lixiviación durante 24 horas	60	B
T7 = a2b3	Ceibo Trat. Preger., lixiviación durante 24 horas	50	C
T3 = a1b3	Serebó Trat. Preger., lixiviación durante 24 horas	47,78	CD
T10 = a3b2	Jacaranda Trat. Preger., escarificación en agua caliente a 85°C por 3 minutos	43,33	CD
T6 = a2b2	Ceibo Trat. Preger., escarificación en agua caliente a 85°C por 3 minutos	41,11	D
T9 = a3b1	Jacaranda Trat. Preger., testigo	32,22	E
T5 = a2b1	Ceibo Trat. Preger., testigo	27,78	E
T2 = a1b2	Serebó Trat. Preger., escarificación en agua caliente a 85°C por 3 minutos	26,67	E
T1 = a1b1	Serebó Trat. Preger., testigo	13,33	F

Según la prueba de medias Duncan al 5% muestra que la interacción entre los factores A y B (Serebo con estratificación durante 8 días) obtuvo un porcentaje de germinación superior a los demás tratamientos interactuados. Lo cual se puede deducir que la especie forestal Serebo obtiene un alto índice de germinación cuando se aplica la estratificación durante 8 días como tratamiento pre germinativo.

También se puede constatar que la interacción entre los factores A y B (Serebo sin tratamiento pre germinativo) obtuvo un porcentaje de germinación muy bajo. Lo que se puede deducir que esta interacción no es la adecuada.

También mencionar que según la prueba de medias Duncan al 5% las interacciones T7, T3, T10, T6, obtuvieron un porcentaje de germinación promedio iguales estadísticamente, lo que deducimos que aplicar estas interacciones sería indiferente.

Jiménez, (2014) en su investigación “Evaluación de seis especies forestales bajo tres tratamientos pre germinativos en vivero comunal, Sapecho - Alto Beni” obtuvo un porcentaje de germinación de 96,25% en el tratamiento (Estratificación durante 8 días en semillas de Tarara) este resultado es por mucho superior al resultado obtenido en la presente investigación, lo que indica que el tratamiento estratificación durante 8 días es más efectivo en la especie Tarara que en la especie Jacaranda. La epidermis de la semilla de Tarara es mucho más suave que la semilla de Jacaranda, lo que justifica el resultado en ambas investigaciones.

#### 4.2.2. Altura de planta

Los resultados se tomaron al final de la investigación, donde las plántulas de las diferentes especies forestales están listas para el trasplante final, a los 60 días.

**Cuadro 8. Análisis de varianza para altura de planta**

F.V.	S.C.	G.L.	C.M.	Fc	Pr >valor
Especies	63.78	2	31.89	81.14	<0.0001 *
Trat. Pregerminativo	623.31	3	207.77	528.61	<0.0001 *
Especies * Trat. Pregerminativo	24.09	6	4.01	10.21	<0.0001 *
Error	9.43	24	0.39		
Total	720.61	35			

CV = 4.32 %

\* = Significativo al 5%



El análisis de varianza de la variable altura de planta, con un coeficiente de variabilidad de 4,32 %, lo que indica que hubo un manejo agronómico adecuado y este no influyo en los resultados finales de la variable altura de plata, muestra que hubo una significancia importante en cuanto al factor especies forestales, lo cual este factor influyo de manera significativa sobre los resultados de la variable altura de plata de los diferentes tratamientos.

También se puede constatar que el factor tratamientos pre germinativos, de igual manera se obtuvo una significancia importante, lo que indica que uno de los tratamientos supero de manera importante a los demás tratamientos en cuanto a la variable altura de planta.

La interacción de los factores tratamiento \*especie, se obtuvo una significancia muy importante, lo que indica que la interacción de estos dos factores influyó de manera importante en los resultados de la variable altura de planta.

**Cuadro 9. Prueba de Duncan: Medias estimadas de las especies respecto la variable altura de planta (cm)**

Especies forestales	Promedio Altura de plata (cm)	Comparación de medias ( $\alpha=5\%$ )
Ceibo ( <i>Erythrina crista galli</i> ), (a2)	16.05	A
Serebo ( <i>Schizolobium parahyba</i> ), (a1)	14.71	B
Jacaranda ( <i>Jacaranda mimosifolia D. Don.</i> ), (a3)	12.81	C

letras iguales estadísticamente son NO significativas  
 Letras desiguales estadísticamente son significativas

Según la prueba de medias Duncan al 5% muestra que los tratamientos a1, a2, a3 son estadísticamente diferentes, siendo el tratamiento a2 (Ceibo *Erythrina crista galli*) el que obtuvo mejor promedio de altura de planta con 16,05 cm. Y el tratamiento a3 Jacaranda (*Jacaranda mimosifolia D. Don.*), con un promedio de altura de 12,81 cm, obtuvo un promedio inferior al resto de las especies.

Según la prueba de medias, la especie Ceibo tiene un crecimiento acelerado después de la germinación a comparación de las demás especies, lo que aceleraría su trasplante al lugar definitivo, esto es una ventaja al momento de elegir especies forestales que se adapten a los diferentes suelos ecológicos que cuenta los yungas paceños.

Al respecto Swaine y Whitmore (1988) mencionan que, debido a que la luz es reconocida como factor ambiental que presenta mayor variación, las especies forestales se clasifican en función a su respuesta a la variación de este recurso. Acompañando al gradiente del recurso luz en el ambiente.

El crecimiento se ve afectado por la luz, ya existen especies extremadamente susceptibles a este factor y que influyen en su desarrollo. Las variaciones en el crecimiento se deben a la incidencia de la luz solar (Coarite, 2000).

**Cuadro 10. Prueba de Duncan: Medias estimadas de los tratamientos pregerminativos para la altura de planta (cm)**

Tratamientos pre. Pregerminativos	altura de planta (cm)	Comparación de medias ( $\alpha=5\%$ )
Estratificación 8 días (b4)	20.44	A
Lixiviación durante 24 horas (b3)	15.77	B
Escarificación en agua caliente a 85°C por 3 minutos (b2)	12.82	C
Testigo (b1)	9.07	D

letras iguales estadísticamente son NO significativas

Letras desiguales estadísticamente son significativas

Según la prueba de medias Duncan al 5% muestra que los tratamientos b1, b2, b3 son estadísticamente diferentes, siendo el tratamiento b4 (Estratificación 8 días) el que obtuvo mejor promedio de altura de planta con 15,77 cm. Y el tratamiento b1 (Testigo), con un promedio de altura 9.07 cm, promedio inferior al resto de los tratamientos.

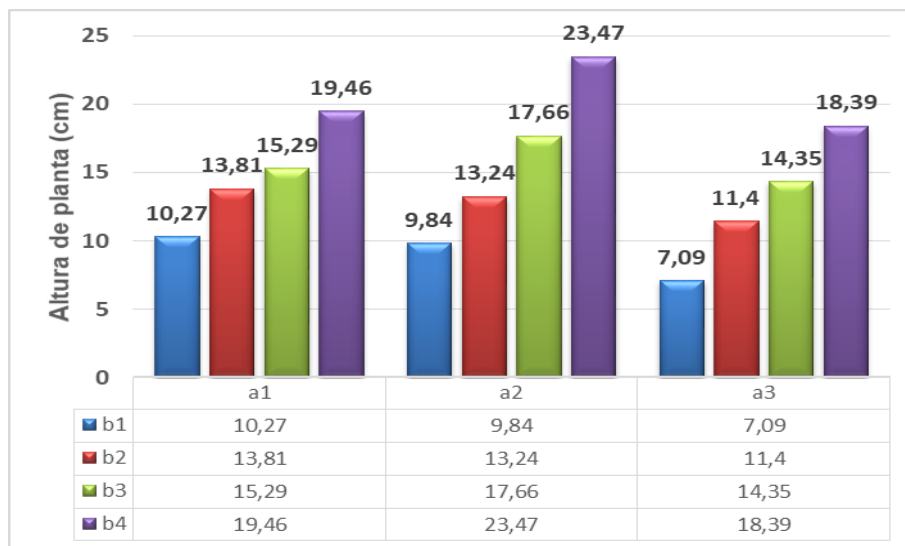
Según la prueba de medias, el tratamiento pre germinativo Estratificación 8 días obtuvo mejor promedio de altura de planta. Lo que lo califica como un tratamiento pre germinativo efectivo para acelerar el crecimiento de las plántulas de forestales.

Jiménez, (2014) en su investigación “Evaluación de seis especies forestales bajo tres tratamientos pre germinativos en vivero comunal, Sapecho - Alto Beni” obtuvo un promedio de altura de planta de 20,91cm utilizado tratamiento pre germinativo Estratificación 8 días. Este dato es estadísticamente igual al resultado obtenido en la presente investigación. Lo que comprueba que este tratamiento pre germinativo es muy efectivo para acelerar el crecimiento de las diferentes especies forestales.

Varela y Arana (2011) señalan que, los tratamientos pregerminativos ofrecen una buena opción y solución para el manejo de semillas sobre todo con semillas de especies de importancia forestal. Mediante estos se homogenizan y se aumentan los porcentajes de germinación. Esto facilita la manipulación de las semillas, tanto en condición fresca como después de almacenamiento. Contribuyen a su vez a la simplificación y planificación de las labores de producción de plántulas en vivero.

Para Willan (1991), los beneficios de un tratamiento pueden ser ahorro en semillas y espacio en la cama de siembra, un período de trasplante predecible y concentrado y una existencia más uniforme a nivel de vivero.

Para la interacción especies forestales \* tratamientos pregerminativos referido a la variable altura de planta (cm) que se observa en el gráfico 5, es preciso realizar un análisis detallado.



**Gráfico 5. Promedio de altura de planta (cm) de la interacción tratamientos Pre germinativos \* Especies forestales**

- a1b1** = semillas de Serebó, en tratamiento pre germinativo testigo
- a1b2** = semillas de Serebó, en escarificación en agua caliente a 85°C por 3 minutos
- a1b3** = semillas de Serebó, en lixiviación durante 24 horas
- a1b4** = semillas de Serebó, en estratificación durante 8 días.
- A2b1** = semillas de ceibo, en tratamiento pre germinativo testigo
- a2b2** = semillas de ceibo, en escarificación en agua caliente a 85°C por 3 minutos
- a2b3** = semillas de ceibo, en lixiviación durante 24 horas
- a2b4** = semillas de ceibo, en estratificación durante 8 días.
- A3b1** = semillas de jacaranda, en tratamiento pre germinativo testigo
- a3b2** = semillas de jacaranda en escarificación en agua caliente a 85°C por 3 minutos
- a3b3** = semillas de jacaranda, en lixiviación durante 24 horas
- a3b4** = semillas de jacaranda, en estratificación durante 8 días.

**Cuadro 11. Prueba de medias Duncan al 5% de la interacción de los factores A y B en la variable Altura de planta.**

	<b>Especie*tratamiento</b>	<b>Promedio</b>	<b>Comparación</b>
T8 = a2b4	Ceibo Trat. Preger., estratificación durante 8 días	23,47	A
T4 = a1b4	Serebó Trat. Preger., estratificación durante 8 días	19.46	B
T12 = a3b4	Jacaranda Trat. Preger., estratificación durante 8 días	18.39	C
T7 = a2b3	Ceibo Trat. Preger., lixiviación durante 24 horas	.17.66	C
T3 = a1b3	Serebó Trat. Preger., lixiviación durante 24 horas	15.29	D
T11 = a3b3	Jacaranda Trat. Preger., lixiviación durante 24 horas	14,35	DE
T2 = a1b2	Serebó Trat. Preger., escarificación en agua caliente a 85°C por 3 minutos	13,81	EF
T6 = a2b2	Ceibo Trat. Preger., escarificación en agua caliente a 85°C por 3 minutos	13,24	F
T10 = a3b2	Jacaranda Trat. Preger., escarificación en agua caliente a 85°C por 3 minutos	11,40	G
T1 = a1b1	Serebó Trat. Preger., testigo	10,27	H
T5 = a2b1	Ceibo Trat. Preger., testigo	9,84	H
T9 = a3b1	Jacaranda Trat. Preger., testigo	7,09	I

Según la prueba de medias Duncan al 5% el tratamiento T8 (Ceibo Trat. Preger., estratificación durante 8 días) obtuvo una altura de planta promedio de 23,47 cm superior al resto de los factores interactuados. Siendo esta interacción estadísticamente diferente a las demás interacciones. También se puede observar que el tratamiento T9 (Jacaranda Trat. Preger., testigo) obtuvo una altura de planta inferior al resto de los tratamientos interactuados.

También la prueba de medias Duncan al 5% nos muestran que las interacciones T3 (Serebó Trat. Preger., lixiviación durante 24 horas) T11 (Jacaranda Trat. Preger., lixiviación durante 24 horas), T2 (Serebó Trat. Preger., escarificación en agua caliente a 85°C por 3 minutos), T6 (Ceibo Trat. Preger., escarificación en agua caliente a 85°C por 3 minutos) obtuvieron una altura de planta promedio estadísticamente iguales, lo que sugiere que aplicar tales interacciones sería indiferente en cuanto a la variable altura de planta. Pero a su vez la interacción T3 (Serebó Trat. Preger., lixiviación durante 24 horas) obtuvo una altura de planta promedio estadísticamente diferente a la interacción T6 (Ceibo Trat. Preger., escarificación en agua caliente a 85°C por 3 minutos) con 15,29 y 13,24 respectivamente, lo que sugiere que la interacción T3 es recomendable usarlo de manera comercial.

El incremento de altura que experimentan las plantas que se desarrollan bajo condiciones de sombra es una respuesta morfo genética que corresponde a un mayor alargamiento celular que ocurre como consecuencia de la escasa luminosidad, lo que constituye un mecanismo importante de adaptación (Goitia, 2013)

Tal como ocurrió en la variable porcentaje de germinación, el tratamiento de estratificación durante 8 días obtuvo mejores resultados, esta vez asociado con la especie ceibo. Esta interacción acelera el crecimiento de las plántulas de Ceibo y se recomendaría para el uso de estos dos factores como método pre germinativo.

### 4.2.3. Diámetro de tallo

**Cuadro 12. Análisis de varianza para diámetro de tallo**

F.V.	S.C.	G.L.	C.M.	Fc	Pr >valor
Especies	24.39	2	12.2	301.92	<0.0001 *
Trat. Pregerminativo	19.66	3	6.55	162.21	<0.0001 *
Especies * Trat. Pregerminativo	1.54	6	0.26	6.35	<0.0004 *
Error	0.97	24	0.04		
Total	46.56	35			

CV = 5.65 %

\* = Significativo al 5%

El análisis de varianza del cuadro 12, muestra que existen diferencias significativas entre los distintos tratamientos pre germinativos, las tres especies forestales y la interacción especie forestal \* tratamiento pre germinativo; afectando a la variable diámetro de tallo, a un nivel de significancia del 5%.

En el análisis de varianza se obtuvo un coeficiente de variación del 5.65% cuyo valor está por debajo del 30% siendo este el límite de confiabilidad (Calzada, 1970).

Con un coeficiente de variabilidad de 5,65 % lo que indica que hubo un manejo agronómico homogéneo en todas las unidades experimentales, y cuyo manejo no afecto a los resultados de la variable diámetro de tallo. Se obtuvo una significancia importante en el factor especie forestal, lo que indica que uno de los tratamientos supero por mucho a los demás tratamientos en la variable diámetro de tallo, lo que de descartaría la hipótesis nula.

También se obtuvo una varianza muy significativa en el factor B (tratamientos pre germinativos) por lo que se puede deducir que uno de los tratamientos supero a los demás de manera importante. La misma figura se repite en la interacción de los dos factores en estudio.

**Cuadro 13. Prueba de Duncan: Medias estimadas de las especies respecto la variable diámetro de tallo (mm)**

<b>Especies forestales</b>	<b>Diámetro de tallo (mm)</b>	<b>Comparación de medias (<math>\alpha=5\%</math>)</b>
Ceibo ( <i>Erythrina crista galli</i> ), (a2)	4.19	A
Serebo ( <i>Schizolobium parahyba</i> ), (a1)	4.09	A
Jacaranda ( <i>Jacaranda mimosifolia</i> D. Don.), (a3)	2.4	B

letras iguales estadísticamente son NO significativas  
 Letras desiguales estadísticamente son significativas

Según la prueba de medias Duncan al 5% las especies Ceibo y Serebo obtuvieron un diámetro de tallo promedio de 4,19 y 4,09 mm respectivamente, lo que indica que son estadísticamente iguales. Mientras que la especie Jacaranda obtuvo un promedio de diámetro de tallo de 2,4 mm con el promedio más bajo en cuanto a la variable diámetro de tallo.

Asimismo, no existe diferencias estadísticas entre el diámetro de tallo de Ceibo (a2) con 4.19 mm en relación a Serebo (a1) con 4.09 mm.

Jimenez, (2014) en su investigación “Evaluación de seis especies forestales bajo tres tratamientos pre germinativos en vivero comunal, Sapecho - Alto Beni” obtuvo un diámetro de tallo promedio de 4,63 mm en la especie Cedro Blanco. Este dato es similar al obtenido en la investigación. Esto hace referencia a que la especie Ceibo presenta el mismo diámetro de tallo después de que sus semillas fueran tratadas con tratamientos pre germinativo.

Luna (1992) citado por Alarcón (2007) señala que, el crecimiento o incremento de los árboles es uno de los datos básicos para el manejo y aprovechamiento de los bosques, naturales o plantados. Los factores que influyen en el crecimiento e incremento del árbol en altura, actúan también en el incremento en diámetro, por lo que el crecimiento en diámetro es mayor cuando hay menor competencia y mayor luz.



Delgado citado por Coarite (2000) señala que, el diámetro al cuello de la raíz para todas las especies indica el vigor de la plántula para su desarrollo, que es lo que se busca en toda producción.

**Cuadro 14. Prueba de Duncan: Medias estimadas de los tratamientos pregerminativos para el diámetro de tallo (mm)**

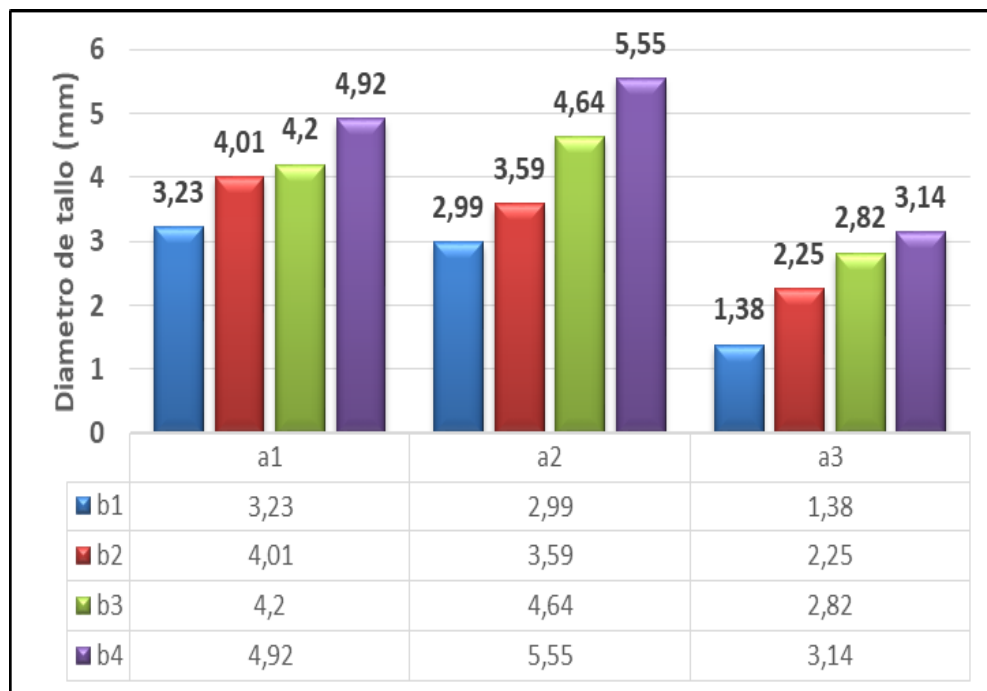
Tratamientos pre. Pregerminativos	Diámetro de tallo (mm)	Comparación de medias ( $\alpha=5\%$ )
Estratificación 8 días (b4)	4.53	A
Lixiviación durante 24 horas (b3)	3.89	B
Escarificación en agua caliente a 85°C por 3 minutos (b2)	3.28	C
Testigo (b1)	2.53	D

letras iguales estadísticamente son NO significativas  
 Letras desiguales estadísticamente son significativas

Mediante la prueba de Duncan a un nivel de significancia del 5%, se registra diferencias estadísticas entre tratamientos, las cuales se observa en el cuadro 14.

Según la prueba de medias Duncan al 5% muestran que hay una diferencia estadística en todos los tratamientos pre germinativos en cuanto a la variable diámetro de tallo. Siendo el tratamiento b4 (Estratificación 8 días) el tratamiento que mostro mejor promedio de diámetro de tallo con 4,53 mm. Y el tratamiento pre germinativo b1 (testigo) obtuvo los resultados más bajos con un promedio de 2,53 mm de diámetro de tallo.

Nuevamente en tratamiento b4 (Estratificación 8 días) muestra mejores resultados en las diferentes variables agronómicas en estudio. Por lo que se llegaría a la conclusión que el tratamiento pre germinativo Estratificación 8 días es más recomendado para la siembra de diferentes especies forestales.



**Gráfico 6. Diámetro de tallo (mm) de la interacción tratamientos  
Pre germinativos \* Especies forestales**

**a1b1** = semillas de Serebó, en tratamiento pre germinativo testigo

**a1b2** = semillas de Serebó, en escarificación en agua caliente a 85°C por 3 minutos

**a1b3** = semillas de Serebó, en lixiviación durante 24 horas

**a1b4** = semillas de Serebó, en estratificación durante 8 días.

**a2b1** = semillas de ceibo, en tratamiento pre germinativo testigo

**a2b2** = semillas de ceibo, en escarificación en agua caliente a 85°C por 3 minutos

**a2b3** = semillas de ceibo, en lixiviación durante 24 horas

**a2b4** = semillas de ceibo, en estratificación durante 8 días.

**a3b1** = semillas de jacaranda, en tratamiento pre germinativo testigo

**a3b2** = semillas de jacaranda en escarificación en agua caliente a 85°C por 3 minutos

**a3b3** = semillas de jacaranda, en lixiviación durante 24 horas

**a3b4** = semillas de jacaranda, en estratificación durante 8 días.

**Cuadro 15. Prueba de Duncan: Medias estimadas de los tratamientos Pre germinativo para el diámetro de tallo (mm)**

	<b>Especie*tratamiento</b>	<b>Promedio</b>	<b>Comparación</b>
T8 = a2b4	Ceibo Trat. Preger., estratificación durante 8 días	5,55	A
T4 = a1b4	Serebó Trat. Preger., estratificación durante 8 días	4,92	B
T7 = a2b3	Ceibo Trat. Preger., lixiviación durante 24 horas	4,64	B
T3 = a1b3	Serebó Trat. Preger., lixiviación durante 24 horas	4,20	C
T2 = a1b2	Serebó Trat. Preger., escarificación en agua caliente a 85°C por 3 minutos	4,01	C
T6 = a2b2	Ceibo Trat. Preger., escarificación en agua caliente a 85°C por 3 minutos	3,59	D
T1 = a1b1	Serebó Trat. Preger., testigo	3,23	E
T12 = a3b4	Jacaranda Trat. Preger., estratificación durante 8 días	3,14	EF
T5 = a2b1	Ceibo Trat. Preger., testigo	2,99	EF
T11 = a3b3	Jacaranda Trat. Preger., lixiviación durante 24 horas	2,82	F
T10 = a3b2	Jacaranda Trat. Preger., escarificación en agua caliente a 85°C por 3 minutos	2,25	G
T9 = a3b1	Jacaranda Trat. Preger., testigo	1,38	H

En la interacción especies forestales \* tratamientos pres germinativos concerniente a la variable diámetro de tallo (mm) del gráfico 6, se observa en detalle los resultados obtenidos.

Según la prueba Duncan al 5% muestra que la interacción T8 (Ceibo Trat. Preger., estratificación durante 8 días) obtuvo mejores resultados en la variable diámetro de tallo con un promedio de 5,55 mm, por lo cual esta interacción es estadísticamente diferente a las demás interacciones. También se puede citar a la interacción T9 (Jacaranda Trat. Preger., testigo) como el tratamiento con menor promedio de diámetro de tallo con 1,38 mm.

Los tratamientos con un resultado estadísticamente igual son las interacciones T1 (Serebó Trat Preger., testigo), T12 (Jacaranda Trat. Preger., estratificación durante 8 días) T5 (Ceibo Trat. Preger., testigo), T11 (Jacaranda Trat. Preger., lixiviación durante 24 horas) con promedio de diámetro de tallo 3.23, 3.14, 2.99, 2.82 respectivamente.

De igual manera el tratamiento pre germinativo estratificación durante 8 días obtuvo mejores resultados en cuanto al variable diámetro de tallo, esta vez interactuando con el factor especie, en este caso la especie Ceibo. Por consecuente el tratamiento pre germinativo estratificación durante 8 días es más efectivo que los demás tratamientos pre germinativos, aún más si se aplica a la semilla de Ceibo. Esta interacción obtiene mejores resultados en el diámetro de tallo.

Jiménez, (2014) en su investigación “Evaluación de seis especies forestales bajo tres tratamientos pre germinativos en vivero comunal, Sapecho - Alto Beni” en su interacción Estratificación durante 8 días en semillas se obtuvo un diámetro de tallo promedio de 5,70 mm. Este resultado es superior al obtenido en la investigación, tratándose del mismo tratamiento pre germinativo, pero de diferente especie, la especie mara obtiene mejor diámetro de tallo que la especie Ceibo cuando se aplica este tratamiento pre germinativo.

#### 4.2.4. Número de hojas

**Cuadro 16. Análisis de varianza para el número de hojas**

F.V.	S.C.	G.L.	C.M.	Fc	Pr >valor
Especies	66,17	2	33,08	238,2	<0,0001 *
Trat. Pregerminativo	324	3	108	777,6	<0,0001 *
Especies * Trat. pregerminativo	20,5	6	3,42	24,6	<0,0001 *
Error	3,33	24	0,14		
Total	414	35			

CV = 4.47 %

\* = Significativo al 5%

En el cuadro 16 de análisis de varianza el coeficiente de variación fue de 4.47%, indicando que los datos son confiables por encontrarse debajo del 30% siendo el límite de confiabilidad (Calzada, 1970).

Según el análisis de varianza, existe una significancia importante en el factor especie forestal, lo que indica que uno de las especies supero en promedio de hojas a las demás especies, aceptando la hipótesis alterna.

De igual manera hubo una significancia importante en el factor tratamientos pre germinativo, lo que indica que uno de los tratamientos superó al resto de los tratamientos.

La interacción entre el factor especies y el factor tratamientos pre germinativos influyeron de manera crucial en la investigación, por lo cual una interacción entre ambos factores supero de manera importante a las demás interacciones en cuanto a la variable número de hojas.

**Cuadro 17. Prueba de Duncan: Medias estimadas de las especies respecto la variable número de hojas**

<b>Especies forestales</b>	<b>Número de hojas</b>	<b>Comparación de medias (<math>\alpha=5\%</math>)</b>
Jacaranda ( <i>Jacaranda mimosifolia</i> D. Don.), (a3)	10.25	A
Serebo ( <i>Schizolobium parahyba</i> ), (a1)	7.42	B
Ceibo ( <i>Erythrina crista galli</i> ), (a2)	7.33	B

letras iguales estadísticamente son NO significativas  
 Letras desiguales estadísticamente son significativas

Según la prueba de medias Duncan al 5% indica que la especie Jacaranda obtuvo un mejor promedio Número de Hojas, con 10 hojas. Y la especie Ceibo obtuvo un promedio de hojas de 7,33 hojas. Todas las especies son distintas estadísticamente.

Jiménez, (2014) en su investigación “Evaluación de seis especies forestales bajo tres tratamientos pre germinativos en vivero comunal, Sapecho - Alto Beni” obtuvo un numero de hojas promedio de 15 hojas en la especie Tarara, este dato es superior al obtenido en la presente investigación, lo que podemos deducir que la especie Tarara forma más número de hojas previo a ser tratadas con tratamientos pre germinativos.

Lira (1994) citado por Quenallata (2008) menciona que, el estado mineral en las plantas se considera un factor elemental, es así también que el potasio interviene en la fotosíntesis de la hoja, favoreciendo la formación de hidratos de carbono y el movimiento de estos glúcidos hacia la formación de reserva.

El gráfico 13, muestra que el Ceibo presenta el mayor número de hojas, porque la clasifican como una especie de crecimiento rápido, que le permite ser pionera y de alta competitividad en lugares perturbados (Justiniano y Fredericksen, 1998).

La especie Serebo se encuentra en segundo lugar debido a que es una especie forestal de crecimiento rápido, se adapta en suelos livianos a pesados y resiste suelos con inundaciones temporales (Jatun Sach'a, s./f.).

Toledo *et al.* (2008) señalan que, el Jacaranda es una especie demandante de luz, crece en suelos y topografía variables, pero en general requieren un buen drenaje.

Gómez, (2010) indican que, la demanda de nutrimentos por parte de las hojas cambia durante el siglo de la vida y muestra una relación estrecha con la tasa y las características del crecimiento. La longevidad de las hojas está fuertemente determinada por el estado fisiológico de las plantas en el momento de su producción.

**Cuadro 18. Prueba de Duncan: Medias estimadas de los tratamientos pregerminativos para el número de hojas**

Tratamientos pre. Pregerminativos	Número de hojas	Comparación de medias ( $\alpha=5\%$ )
Estratificación 8 días (b4)	12.67	A
Lixiviación durante 24 horas (b3)	9.33	B
Escarificación en agua caliente a 85°C por 3 minutos (b2)	6.67	C
Testigo (b1)	4.67	D

letras iguales estadísticamente son NO significativas

Letras desiguales estadísticamente son significativas

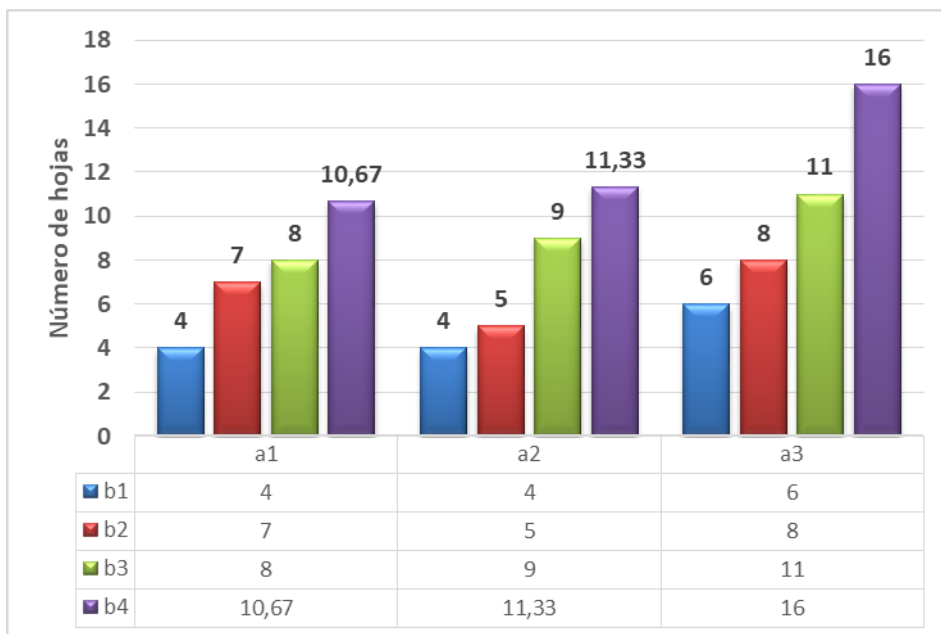
Según la prueba de medias Duncan al 5% indica que el tratamiento pre germinativo estratificación durante 8 días, obtuvo un mejor promedio Número de Hojas, con 12 hojas. Y el tratamiento pre germinativo testigo obtuvo el promedio de numero de hojas más bajo con 4 hojas. Todas las especies son distintas estadísticamente. Nuevamente el tratamiento pre germinativo Estratificación durante 8 días obtuvo mejores resultados en cuanto a la variable número de hojas.

Jiménez, (2014) en su investigación “Evaluación de seis especies forestales bajo tres tratamientos pre germinativos en vivero comunal, Sapecho - Alto Beni” obtuvo un número de hojas promedio de 9 hojas con la aplicación del tratamiento pre germinativo estratificación durante 8 días, este dato es estadísticamente igual al resultado obtenido en la presente investigación, lo que se validaría los resultados obtenidos.

Jara (1999) menciona que, para muchas especies, las reservas alimenticias se pueden agotar después de 7 días, y cualquier desarrollo posterior de la plántula, dependerá de la fotosíntesis. Durante la movilización de estas reservas, los productos resultantes se trasladan rápidamente entre las partes en crecimiento del embrión y allí se usa en la generación de enzimas y tejido.

El mismo autor señala que, en la mayoría de las semillas con generación endosperma, gran parte de las reservas de alimento provienen de este. En muchos casos, un embrión que ha sido cortado puede germinar sin las reservas de nutrientes del endosperma, pero su desarrollo posterior requiere inicio temprano del proceso de fotosíntesis.





**Gráfico 7. Número de hojas de la interacción tratamientos pregerminativos \*  
Especies forestales**

**a1b1** = semillas de Serebó, en tratamiento pre germinativo testigo

**a1b2** = semillas de Serebó, en escarificación en agua caliente a 85°C por 3 minutos

**a1b3** = semillas de Serebó, en lixiviación durante 24 horas

**a1b4** = semillas de Serebó, en estratificación durante 8 días.

**A2b1** = semillas de ceibo, en tratamiento pre germinativo testigo

**a2b2** = semillas de ceibo, en escarificación en agua caliente a 85°C por 3 minutos

**a2b3** = semillas de ceibo, en lixiviación durante 24 horas

**a2b4** = semillas de ceibo, en estratificación durante 8 días.

**A3b1** = semillas de jacaranda, en tratamiento pre germinativo testigo

**a3b2** = semillas de jacaranda en escarificación en agua caliente a 85°C por 3 minutos

**a3b3** = semillas de jacaranda, en lixiviación durante 24 horas

**Cuadro 19. Prueba de medias Duncan al 5% de la interacción de los factores A y B en la variable Numero de hojas.**

	<b>Especie*tratamiento</b>	<b>Promedio</b>	<b>Comparación</b>
T12 = a3b4	Jacaranda Trat. Preger., estratificación durante 8 días	16	A
T8 = a2b4	Ceibo Trat. Preger., estratificación durante 8 días	11,33	B
T11 = a3b3	Jacaranda Trat. Preger., lixiviación durante 24 horas	11	BC
T4 = a1b4	Serebó Trat. Preger., estratificación durante 8 días	10,67	C
T7 = a2b3	Ceibo Trat. Preger., lixiviación durante 24 horas	9	D
T10 = a3b2	Jacaranda Trat. Preger., escarificación en agua caliente a 85°C por 3 minutos	8	E
T3 = a1b3	Serebó Trat. Preger., lixiviación durante 24 horas	8	E
T2 = a1b2	Serebó Trat. Preger., escarificación en agua caliente a 85°C por 3 minutos	7	F
T9 = a3b1	Jacaranda Trat. Preger., testigo	6	G
T6 = a2b2	Ceibo Trat. Preger., escarificación en agua caliente a 85°C por 3 minutos	5	H
T1 = a1b1	Serebó Trat. Preger., testigo	4	I
T5 = a2b1	Ceibo Trat. Preger., testigo	4	I

Según la prueba de medias Duncan al 5% muestran que la interacción entre los factores A y B (Jacaranda Trat. Preger., estratificación durante 8 días) obtuvieron un mayor número de hojas promedio al resto de las interacciones, siendo esta diferentes estadísticamente a los demás. La interacción entre los factores A y B (Ceibo Trat. Preger., testigo) obtuvo los más bajos número de hojas promedio. Nuevamente el tratamiento pre germinativo estratificación durante 8 días muestra mejores resultados, y el tratamiento testigo los más bajos promedios. Esto afirma que es importante aplicar los tratamientos pre germinativos previa a la siembra de especies forestales.

Las interacciones T8, T11 y T4 (Ceibo Trat. Preger., estratificación durante 8 días, Jacaranda Trat. Preger., lixiviación durante 24 horas, Serebó Trat. Preger., estratificación durante 8 días) obtuvieron unos resultados similares estadísticamente en cuanto a la variable número de hojas, cuyas interacciones causarían un efecto irrelevante si se aplicaran, ya que los resultados serían iguales.

De igual manera las interacciones T10, T3 (Jacaranda Trat. Preger., escarificación en agua caliente a 85°C por 3 minutos, Serebó Trat. Preger., lixiviación durante 24 horas) serían iguales estadísticamente si se aplicarían como tratamientos pre germinativos.

La interacción entre ambos factores son importantes índices estadísticos y sus resultados nos indican si la aplicación de ambos factores de forma simultánea tendrá repercusiones en los resultados de diferentes variables agrícolas.

### **4.3. Variables económicas**

Tarima (1996), considera que los costos de producción en vivero son de dos tipos, costos de establecimiento y los costos de manejo; en la presente investigación se consideró ambos costos, por encontrarse el vivero abandono. Para determinar los costos se registran las actividades realizadas en el vivero y que permite calcular el costo de producción por planta durante los 2 meses de ensayo.

#### **4.3.1. Análisis de costos variables.**

El cuadro 16 presenta el presupuesto sobre la aplicación de técnicas pre germinativas en semillas de Serebó (*Schizolobium parahyba*), Ceibo (*Erythrina crista galli*) y jacaranda (*Jacaranda mimosifolia* D. Don.). Para la producción de plantines expresado en bolivianos (Bs).

Los costos variables son los costos que se utilizaron en toda la investigación, tomando en cuenta los insumos, material de escritorio y material vegetal.

**Cuadro 20. Análisis de presupuesto para la producción de plántulas**

<b>Tratamientos</b>	<b>Rendimiento medio (plantas/100 m2)</b>	<b>Rendimiento justado (plantas/100 m2)</b>	<b>Beneficio bruto (Bs/100 m2)</b>	<b>Costo total (Bs/100 m2)</b>	<b>Beneficio neto (Bs/100 m2)</b>
T1	10000,0	9750,0	29250,0	48198,33	-18948,3
T2	16666,7	16250,0	48750,0	60530,56	-11780,6
T3	37222,2	36291,7	108875,0	53197,22	55677,8
T4	47777,8	46583,3	139750,0	53392,78	86357,2
T5	15000,0	14625,0	43875,0	46670,56	-2795,6
T6	23888,9	23291,7	69875,0	59002,78	10872,2
T7	35000,0	34125,0	102375,0	51669,44	50705,6
T8	45555,6	44416,7	133250,0	51865,00	81385,0
T9	15555,6	15166,7	45500,0	46365,00	-865,0
T10	25000,0	24375,0	73125,0	58697,2	14427,8
T11	39444,4	38458,3	115375,0	51363,89	64011,1
T12	48333,3	47125,0	141375,0	51559,4	89815,6

Los datos obtenidos en la presente investigación nos permiten obtener un análisis económico para poder contabilizar la rentabilidad o no de estos tratamientos y si se recomendaría su aplicación a los diferentes sistemas productivos de la región de los yungas, tratándose de especies forestales que ayudarían a mejorar las oportunidades económicas a los productores del lugar.

Se tomó como dato el precio por plantin de 3 Bs/planta, y se hizo la prospección del área productiva de 100 m2 para realizar un análisis económico adecuado.

Según los datos del beneficio neto, el tratamiento T1 obtuvo valores negativos (-18948,3) lo que indica que se obtuvo una importante pérdida de inversión aplicando este tratamiento.

Por el contrario, el tratamiento T12 (tratamiento pregerminativo, estratificación durante 8 días en semillas de Jacaranda) obtuvo una ganancia neta de 89815,6 Bs lo que se recomendaría para su aplicación para la reproducción masiva de especies forestales.

#### 4.3.2. Cálculo del beneficio costo

El beneficio neto está dado por el ingreso bruto menos los costos de producción.

**Cuadro 21: Cálculo del Beneficio neto y la relación Beneficio/Costo de la producción de plántulas**

	T1	T2	T3	T4	T5	T6
Beneficio bruto (Bs/0,18 m <sup>2</sup> )	29250,0	48750,0	108875,0	139750,0	43875,0	69875,0
Costo total (Bs/0,18 m <sup>2</sup> )	48198,33	60530,56	53197,22	53392,78	46670,56	59002,78
Beneficio neto (Bs/0,18 m <sup>2</sup> )	-18948,3	-11780,6	55677,8	86357,2	-2795,6	10872,2
Relación B/C	0,61	0,81	2,05	2,62	0,94	1,18

	T7	T8	T9	T10	T11	T12
Beneficio bruto (Bs/0,18 m <sup>2</sup> )	102375,0	133250,0	45500,0	73125,0	115375,0	141375,0
Costo total (Bs/0,18 m <sup>2</sup> )	51669,44	51865,00	46365,00	58697,2	51363,89	51559,4
Beneficio neto (Bs/0,18 m <sup>2</sup> )	50705,6	81385,0	-865,0	14427,8	64011,1	89815,6
Relación B/C	1,98	2,57	0,98	1,25	2,25	2,74

De acuerdo al cuadro 21, muestra que los tratamientos: T4, T8, T11, T3 y T7 llegan a ser rentables, dando resultados favorables. Sin embargo, el tratamiento que da mayores beneficios es el T12 (estratificación durante 8 días), lo cual nos indica que por cada boliviano invertido se obtiene una ganancia de 1.74 Bs. Posteriormente los tratamientos T10, T6, T9, T5, T3, T2 y T1 no son eficaces.

## 5. CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos bajo la aplicación de los diferentes tratamientos, se llegaron a las siguientes conclusiones:

En los tratamientos pre germinativos el que tuvo mayor influencia en el proceso de germinación de las diferentes especies forestales se obtuvo el resultado más relevante con el tratamiento de estratificación durante 8 días en las especies de Serebo con un resultado de 76.67% y jacaranda de 76,67% siendo resultados similares debido a que reacciones similares fisiológicas debido a que este tratamiento conserva humedad y temperatura al interior de la bandeja.

El menor porcentaje de germinación se obtuvo con el tratamiento pregerminativo testigo; en semillas de Jacaranda con 32.22%, Ceibo 27.78%, y Serebó 13.33% de semillas germinadas.

Para las características agronómicas de cada especie se concluye que en la variable altura de planta, el tratamiento pregerminativo estratificación durante 8 días coadyuvó en el crecimiento de los plantines; la especie Ceibo alcanzó la mayor altura con un valor de 23.47 cm, Serebó 19.46 cm, y Jacaranda con una altura de 18.39 cm.

En diámetro de tallo los mejores resultados fueron con la aplicación del tratamiento pregerminativo estratificación durante 8 días; Ceibo obtuvo el mayor promedio con 5.55 mm, Serebó 4.92 mm y Jacaranda con 3.14 mm.

La variable número de hojas logró un buen desarrollo de las hojas con el tratamiento pregerminativo estratificación durante 8 días; la especie forestal Jacaranda se encuentra en primer lugar con una media de 16 hojas, Ceibo 11 hojas y Serebó 4 hojas.

La relación B/C de los tratamientos, presenta valores mayores a 1 en todo el caso, considerándose entonces una especie forestal más rentable, obteniéndose mayores beneficios con el tratamiento T12 (tratamiento pre germinativo, estratificación durante 8 días en semillas de Jacaranda) con un valor B/C de 2.74 Bs., en comparación con los tratamientos: T1, T2, T3, T4, T5, T6, T7, T8. T9. T10 y T11.

## **6. RECOMENDACIONES**

1. Se recomienda efectuar la aplicación del tratamiento pregerminativo estratificación durante 8 días, Rpuesta que los resultados obtenidos fueron óptimos en el proceso de germinación de las especies forestales Serebó, Ceibo y Jacaranda.

2. Se sugiere un estudio más profundo de los tratamientos pregerminativos escarificación en agua caliente a 85°C por 3 minutos y lixiviación durante 24 horas, realizando distintas combinaciones de temperatura y tiempo, con la finalidad de conseguir un mejor resultado en otras especies forestales.

3. Se recomienda realizar el trasplante o repique en la época final de invierno (agosto) y principio de la primavera (septiembre), para reducir pérdidas durante la temporada de lluvias.

5. Iniciar investigaciones que permitan optimizar el uso de las diferentes utilidades de Serebó (*Schizolobium parahyba*), Ceibo (*Erythrina crista galli*) y Jacaranda (*Jacaranda mimosifolia* D. Don) para así comenzar con la comercialización de subproductos (leña, resina, medicamentos, ornamentos, enchapados) que ofrezcan beneficios a los usuarios.

6. Finalmente, se recomienda el uso del tratamiento T12 (tratamiento pregerminativo, estratificación durante 8 días, cubierto con bolsa nylon de color negro bajo sombra, en semillas de Jacaranda) porque solo se invierte 129.00 Bs, no es muy costoso y no genera pérdida económica ya que el agricultor puede recuperar el boliviano invertido y obtener 2.39 bolivianos adicionales.

6. Finalmente se recomienda la implementación de estas especies en la reforestación en áreas rurales de nuestro país.

## 7. BIBLIOGRAFÍA

ALARCON, J. 2007. Estructura poblacional y efectos de tratamientos silviculturales en la tasa de crecimiento de especies comerciales en un bosque Amazónico de Bolivia. Universidad Mayor de San Simón. Facultad de Ciencias Agrícolas y Pecuarias. Trabajo Dirigido. Cochabamba – Bolivia. 4 p.

ANDERSON, A; LEACH, CH. 1962. Análisis de las semillas para descubrir organismos que son llevadas en ellas. Trad. A. Marino y P. Rodríguez. 1 ed. México D.F. Continental S.A. pp: 801 – 804.

BARTOLOMÉ, J; VEGA, I. 2001. El buen sembrador: Manual de producción ecológica de plantas forestales autóctonas. Madrid – España. WWF/Adena. 32 p.

BERNARDI, L. 1999. Árboles y Arbustos de Santa Cruz. Santa Cruz; Bolivia

BOLFOR. S/f. Tasa de deforestación de 1993 a 2000 en Bolivia. Santa Cruz, s/f. 45 p.

CALZADA, J. 1970. Métodos estadísticos para la investigación. 3 ed. Lima – Perú. Jurídica S.A. 644 p.

CATIE. 2003. Cedro, *Cedrela odorata*. Manejo y uso de fincas. Costa Rica, Revista Forestal Centroamericana No. 21 Pag.904.

CATIE-PROSEFOR 2000, Proyecto de Semillas Forestales – PROSEFOR. Manual Técnico N° 41. Turrialba; Costa Rica.

CARRANZA, S. 2007. “Revista facultad de agronomía la plata”, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales Universidad Nacional de Mar del Plata, publ. N 276, 7620, Baralce argentina. 106 2 (2007).

COARITE, J. 2000. Tratamientos pre – germinativos de la semilla de Tembe (*Bactris gasipaes Kunth*) bajo diferentes sustratos en almacigo, en la región de Ixiamas.



Universidad Mayor de San Andrés. Facultad de Agronomía. Tesis de Grado. La Paz – Bolivia. 90 p.

COSME, F. 2002. Estudio de técnicas pregerminativas de semillas de Durazno (*Prunus persica* (L.) Batsch) en Sapahaqui – La Paz. Universidad Mayor de San Andrés. Facultad de Agronomía. Tesis de Grado. La Paz – Bolivia. 88 p.

CRUZ, D. 2007. La semilla. Información proporcionada en la materia de Germoplasma Nativo (en fotocopias). La Paz – Bolivia. Universidad Mayor de San Andrés, Facultad de Agronomía. 7 p.

DÍAZ B, W. s./f. Buenas prácticas forestales: Vivero forestal. Cartilla de divulgación nº 9. Jujuy – Argentina. FAO. 12 p.

DIMITRI, J, ROSARIO F. LEONARDIS, J Y BILONI, J. 2000. Especies Forestales de la Argentina Occidental. Argentina; Buenos Aires.

DULFUS, C; SLAUGHTER, C. 1980. Las semillas y sus usos. 1 ed. AGT Editor S.A. 188p.

FARÍAS, M. 1997. La ciencia para todos (en línea). 1 ed. México D.F. Fondo de Cultura Económica. Consultado 10 oct. 2011. Disponible en <http://www.fundacionviracocha.org/publicaciones/VIRACOCHAagroeco1.pdf>  
<http://www.fundacionviracocha.org/publicaciones/VIRACOCHA-agroeco1.pdf>

FAO .1993, prevención de pérdidas de alimentos de post – cosecha frutos, hortalizas, raíces y tubérculos FAO. Roma; Italia.

FRIESEN, V. (2004). *Una guía para plantas leñosas del Chaco*. Loma Plata, Paraguay: Iniciativa para la Investigación y Transferencia de Tecnología Agraria Sostenible).

FOSSATTI, J; OLIVERA, T. 1996. Programa de repoblamiento forestal: tratamientos pregerminativos. Cartilla nº 3. Cochabamba - Bolivia. COTESU. pp: 2 – 7.

GÓMEZ, M. 2010. Fenología reproductiva de especies forestales nativas presentes en la jurisdicción de corantioquia, vol. 1, Ed, Martha Salazar Jaramillo, Medellín Colombia.

GOITIA, L. 2003. Manual de Dasonomía y Silvicultura. Universidad Mayor de San Andrés. La Paz; Bolivia.

GOITIA, L. 2013. Manual de Dasonomía y Silvicultura. Universidad Mayor de San Andrés. La Paz; Bolivia.

HARTMANN, H; KESTER, D. 1997. Propagación de plantas: principios y prácticas. 2 ed. México D.F. Continental S.A. 760 p.

HUALLPA L, A. 2016. Evaluación germinativa del jacaranda (*Jacaranda mimosifolia* D. Don) bajo efecto de tres niveles de sombra y densidad de siembra Universidad Mayor de San Andrés. Facultad de Agronomía. Tesis de Grado. La Paz – Bolivia. 53 p.

HUCHANI, M; CARVAJAL, M. 2005. Conservación de suelos y fertilidad: Producción de plantines forestales. Serie agricultura sostenible nº 1. La Paz – Bolivia. CIPCA. 37 p.

JARA N, L. 1999. Biología de semillas forestales. Serie nº 36. Turrialba – Costa Rica. CATIE. pp: 20 – 29.

JATUN SACH'A. s./f. Especies forestales para el Trópico de Cochabamba: Tejeyequé. Boletín técnico para el productor nº 2. Cochabamba – Bolivia. 1 p.

JIMENEZ A. 2014. Evaluación de seis especies forestales bajo tres tratamientos pre germinativos en vivero comunal, Sapecho - Alto Beni Universidad Mayor de San Andrés. Facultad de Agronomía. Tesis de Grado. La Paz – Bolivia. 84, 90 p.

JUSTINIANO, M., J.; Fredericksen, T.; Nash, D., 2001. “Ecología y Silvicultura de Especies Menos Conocidas – Serebó o Sombrerillo, (*Schizolobium parahyba* Vell.)

S.F. Blake, *Caesalpinaceae*” Proyecto de Manejo Forestal Sostenible BOLFOR. Santa Cruz - Bolivia.

JUSTINIANO, J; FREDERICKSEN, T. 1998. Ecología y silvicultura de especies menos conocidas. Santa Cruz-Bolivia. BOLFOR. 20 p.

KILLEEN J., BECKS. GARCIA E. 2010. Guía de árboles de Bolivia, La Paz, Bolivia

LIZARRO 1999. Guía dendrológica de especies forestales de Bolivia. 2 ed. Santa Cruz - Bolivia. BOLFOR. v. 1. 201 p.

LOHSE P, L. 1997. Evaluación germinativa en semillas de Mara (*Swietenia macrophylla*, King) en seis tipos de sustratos. Universidad Mayor de San Andrés. Facultad de Agronomía. Tesis de Grado. La Paz – Bolivia. 82 p.

MACUSALLA, M., 2012. Determinación del efecto del sustrato y tratamientos pre germinativos en Mara y Serebó en el Municipio de San Buenaventura. Tesis de grado. Universidad Mayor de San Andrés UMSA, Facultad de Agronomía. La Paz-Bolivia, 65p.

MAGNE J. Y CENTURION, T. 1987. Árboles y Arbustos de Santa Cruz. Santa Cruz; Bolivia

MAMANI A, P. 2006. Efectos de los sustratos y tratamientos pregerminativos en semillas de Asaí (*Euterpe precatoria*, Martius), en la comunidad Rosario del Yata, provincia Vaca Diez – Beni. Universidad Mayor de San Andrés. Facultad de Agronomía. Tesis de Grado. La Paz – Bolivia. 68 p.

MÉNDEZ, J; CÁRDENAS, P. 2009. Implementación de buenas prácticas ambientales, agroforestales y productivas. Cobija, Pando - Bolivia. CARE. 20 p.

MÉROLA, R; DÍAZ, S. 2012. Métodos, técnicas y tratamientos para inhibir dormancia en semillas de plantas forrajeras. Trabajo final curso de post-grado. Montevideo – Uruguay. UDE. 33 p.

MESÉN, F; GUEVARA, A; JIMÉNEZ, M. 1996. Guía técnica para la producción de semilla forestal certificada y autorizada. Serie técnica nº 20. Turrialba – Costa Rica. CATIE. 31 p.

MIRANDA C, R. 2002. Propiedades físicas y químicas de los suelos. La Paz – Bolivia. Universidad Mayor de San Andrés, Facultad de Agronomía. pp: 5 - 6.

MMA y A (Ministerio de Medio Ambiente y Agua, BO). 2010. Estrategia nacional bosque y cambio climático. La Paz – Bolivia. 36 p.

MUÑOZ R, T. 2001. Información y análisis para el manejo forestal sostenible, integrando esfuerzos nacionales e internacionales en 13 países tropicales en América Latina: árboles fuera del bosque en Bolivia. Santiago – Chile. FAO. 37 p.

NIEMBRO R., A.1983. Caracterización morfológica y anatómica de semillas forestales. Chapingo, México.

OCHOA T, R. 2007. Diseños experimentales. La Paz – Bolivia. Universidad Mayor de San Andrés, Facultad de Agronomía. pp: 134 – 149.

PASTRANA A., 2007. Cultivos Agroforestales. Universidad Mayor de San Andrés, Facultad de Agronomía. La Paz, Bolivia. 1-7 p.

PDM, 2011. Plan de Desarrollo Municipal de Irupana. 2da Sección de la Provincia Sud Yungas.

PIAF - EL CEIBO, 2002. Guía de especies forestales del Alto Beni. Sub-Programa Aprovechamiento Forestal. Editado por PIAF, CARE, DED, IE, LPB. Alto Beni, La Paz, Bolivia.

PIAF - EL CEIBO, 2011. Guía de especies forestales del Alto Beni. Sub-Programa Aprovechamiento Forestal. Editado por PIAF, CARE, DED, IE, LPB. Alto Beni, La Paz, Bolivia.

PIETER, G. 1982. En busca de Proteínas. Revista de distribución Mensual, Julio N° 7 La Paz; Bolivia.

PRADO, L. Y VALDEBENITO, H. 2000. Contribución a la fenología de especies forestales nativas andinas de Bolivia y Ecuador. Intercooperation. Quito; Ecuador.

POBLETE, C. 2007. Comparación de la germinación de las semillas con y sin tratamientos pre – germinativos de la espina de mar (*Hippophae rhamnoides* Linn) en tres tipos de sustratos en Caquiaviri. Universidad Mayor de San Andrés. Facultad de Agronomía. Tesis de Grado. La Paz – Bolivia. 81 p.

QUENALLATA A, J. 2008. Aplicación de técnicas pregerminativas en semillas Teca (*Tectona grandis* L.) en Sapecho – La Paz. Universidad Mayor de San Andrés. Facultad de Agronomía. Tesis de Grado. La Paz – Bolivia. 117 p.

ROJAS, F. 2001. Catálogo de plantas. Facultad de agronomía UMSA. La Paz; Bolivia.

RODRIGUES, F. 1982, Fertilizantes. Nutrición vegetal. AGT. Editores. Primera Edición. S.A. México DF.

RODRÍGUEZ. M. 2000. Morfología y Anatomía Vegetal. 3 ed. Cochabamba-Bolivia. Imprenta Colorgraf. 508 p.

RUIZ, P. s./f. Latencia: Cuando las semillas duermen (en línea). Consultado 21 nov. 2011. Disponible en [http://www.revistamm.com/ediciones/rev67/forestal latencia.pdf](http://www.revistamm.com/ediciones/rev67/forestal%20latencia.pdf)

RUIZ, B. 2002. Manual de reforestación para América tropical. San Juan – Puerto Rico. USDA. 148 p.

Salazar, R. (2000). *Manejo de semilla de 100 especies forestales de América*. Turrialba, Costa Rica: Proyecto de semillas forestales-PROSEFOR. Ed. Denida Forest Seed Centre.

SALINAS, E; ARAMAYO, X; QUIROGA, S. 1989. Manual de educación ambiental. Beni – Bolivia. CIEC. 176 p.

SENAMHI, 2014. Características climáticas del sector de Irupana. 2da Sección de la Provincia Sud Yungas Yungas.

SOLÓRZANO, C. 2005. Manual básico para viveristas del bosque seco. Guayaquil – Ecuador. Darwin Net. 26 p.

Superintendencia Forestal, BO. 2006. Deforestación en Bolivia. La Paz – Bolivia. 23 p.

SWAINE, M; WHITMORE, T. 1988. On the definition of ecological species groups in tropical rain forest. *Vegetation*. pp: 81 – 86.

TARIMA, J. 1996. Manual de viveros (comunales y familiares). Segunda Edición. Editorial CIAT, MBAT. Santa Cruz, Bolivia. 134 p

TOLEDO, M; CHEVALLIER, B; VILLARROEL, D; MOSTACEDO, B. 2008. Ecología de especies menos conocidas Cedro, *Cedrela* spp. 1 ed. Santa Cruz – Bolivia. BOLFOR. 23 p.

TORRICO, G REA, R. Y BECK S. 1997. Estudio sobre los árboles y arbustos de uso múltiple en los departamentos de Cochabamba y Chuquisaca (Valles secos interandinos) Proyecto Ejecutado por el Herbario Nacional de Bolivia. Instituto de Ecología, por encargo del Programa de Bosques Nativos (PROBONA). La Paz, Bolivia.

VARELA P, J. 2007. Producción forestal. Quito – Ecuador. COSUDE. 145 p.

VARELA, S; ARANA, V. 2011. Latencia y germinación de semillas: tratamientos pregerminativos (en línea). Cuadernillo nº 3. INTA. Consultado 9 abr. 2011. Disponible en <http://www.inta.gov.ar/bariloche/info/documentos/forestal/ecologia/serie%20tecnica/latencia.pdf>

VISCARRA, S; LARA, R. 1992. Maderas de Bolivia: características y usos de 55 maderas tropicales. Santa Cruz – Bolivia. H.P. Editores. pp: 123 – 124.

WEAVER, P. L. 1993. *Tectona grandis* L. f. Department of Agriculture, Forest Service, Southern Forest Experiment Station. New Orleans, U. S. A. 540 p.

WILLAN, R. 1991. Guía para la manipulación de semillas forestales. FAO - Montes 20/ 2. 280 p.

## **8. ANEXOS**

# ANEXOS



## Anexo 1. Tabla de datos para el análisis estadístico

<b>Especies forestales (Factor A)</b>	<b>Tratamientos pregerminativos (Factor B)</b>	<b>% Germinación</b>	<b>Altura de planta (cm)</b>	<b>Diámetro de tallo (mm)</b>	<b>Numero de hojas</b>
Serebó ( <i>Schizolobium parahyba</i> ), (a1)	Testigo, (b1)	10	10,78	3,38	4
Serebó ( <i>Schizolobium parahyba</i> ), (a1)	Escarificación en agua caliente a 85°C por 3 minutos, (b2)	26,67	14	4,07	7
Serebó ( <i>Schizolobium parahyba</i> ), (a1)	Lixiviación durante 24 horas (b3)	43,33	15,3	4,1	8
Serebó ( <i>Schizolobium parahyba</i> ), (a1)	Estratificación 8 días (b4)	83,33	19,67	4,97	10
ceibo ( <i>Erythrina crista galli</i> ), (a2)	Testigo (b1)	23,33	10,08	3,44	4
ceibo ( <i>Erythrina crista galli</i> ), (a2)	Escarificación en agua caliente a 85°C por 3 minutos (b2)	43,33	12,86	3,75	5
ceibo ( <i>Erythrina crista galli</i> ), (a2)	Lixiviación durante 24 horas (b3)	50	17,93	4,73	9
ceibo ( <i>Erythrina crista galli</i> ), (a2)	Estratificación 8 días (b4)	66,67	23,14	5,67	11
jacaranda ( <i>Jacaranda mimosifolia D. Don.</i> ), (a3)	Testigo (b1)	36,67	7,09	1,38	6
jacaranda ( <i>Jacaranda mimosifolia D. Don.</i> ), (a3)	Escarificación en agua caliente a 85°C por 3 minutos (b2)	46,67	11,4	2,25	8
jacaranda ( <i>Jacaranda mimosifolia D. Don.</i> ), (a3)	Lixiviación durante 24 horas (b3)	60	14,31	2,82	11
jacaranda ( <i>Jacaranda mimosifolia D. Don.</i> ), (a3)	Estratificación 8 días (b4)	73,33	17,89	3,14	16
Serebó ( <i>Schizolobium parahyba</i> ), (a1)	Testigo (b1)	13,33	9,26	2,94	3
Serebó ( <i>Schizolobium parahyba</i> ), (a1)	Escarificación en agua caliente a 85°C por 3 minutos (b2)	23,33	13,83	4,03	7
Serebó ( <i>Schizolobium parahyba</i> ), (a1)	Lixiviación durante 24 horas (b3)	53,33	15,29	4,39	8
Serebó ( <i>Schizolobium parahyba</i> ), (a1)	Estratificación 8 días (b4)	70	18,99	5,07	11
ceibo ( <i>Erythrina crista galli</i> ), (a2)	testigo (b1)	26,67	9,94	2,87	4
ceibo ( <i>Erythrina crista galli</i> ), (a2)	Escarificación en agua caliente a 85°C por 3 minutos (b2)	40	13,53	3,57	5
ceibo ( <i>Erythrina crista galli</i> ), (a2)	Lixiviación durante 24 horas (b3)	53,33	19,26	4,79	9
ceibo ( <i>Erythrina crista galli</i> ), (a2)	Estratificación 8 días (b4)	70	24,01	5,83	12
jacaranda ( <i>Jacaranda mimosifolia D. Don.</i> ), (a3)	Testigo (b1)	26,67	7,09	1,38	6
jacaranda ( <i>Jacaranda mimosifolia D. Don.</i> ), (a3)	Escarificación en agua caliente a 85°C por 3 minutos (b2)	40	11,4	2,25	8
jacaranda ( <i>Jacaranda mimosifolia D. Don.</i> ), (a3)	Lixiviación durante 24 horas (b3)	63,33	14,31	2,82	11
jacaranda ( <i>Jacaranda mimosifolia D. Don.</i> ), (a3)	Estratificación 8 días (b4)	80	18,39	3,14	16

Serebó ( <i>Schizolobium parahyba</i> ), (a1)	testigo (b1T)	16,67	10,76	3,37	5
Serebó ( <i>Schizolobium parahyba</i> ), (a1)	Escarificación en agua caliente a 85°C por 3 minutos (b2)	30	13,6	3,94	7
Serebó ( <i>Schizolobium parahyba</i> ), (a1)	Lixiviación durante 24 horas (b3)	46,67	15,28	4,1	8
Serebó ( <i>Schizolobium parahyba</i> ), (a1)	Estratificación 8 días (b4)	76,67	19,71	4,71	11
ceibo ( <i>Erythrina crista galli</i> ), (a2)	testigo (b1)	33,33	9,51	2,67	4
ceibo ( <i>Erythrina crista galli</i> ), (a2)	Escarificación en agua caliente a 85°C por 3 minutos (b2)	40	13,33	3,45	5
ceibo ( <i>Erythrina crista galli</i> ), (a2)	Lixiviación durante 24 horas (b3)	46,67	15,79	4,41	9
ceibo ( <i>Erythrina crista galli</i> ), (a2)	Estratificación 8 días (b4)	73,33	23,27	5,14	11
jacaranda ( <i>Jacaranda mimosifolia D. Don.</i> ), (a3)	Testigo (b1)	33,33	7,09	1,38	6
jacaranda ( <i>Jacaranda mimosifolia D. Don.</i> ), (a3)	Escarificación en agua caliente a 85°C por 3 minutos (b2)	43,33	11,4	2,25	8
jacaranda ( <i>Jacaranda mimosifolia D. Don.</i> ), (a3)	Lixiviación durante 24 horas (b3)	56,67	14,44	2,82	11
jacaranda ( <i>Jacaranda mimosifolia D. Don.</i> ), (a3)	Estratificación 8 días (b4)	76,67	18,9	3,14	16

## Anexo 2. Costos de producción para los 12 tratamientos

DETALLE	T1	T2	T3	T4	T5	T6
Herramientas	3,91	3,91	3,91	3,91	3,91	3,91
Limpieza del terreno	0,42	0,42	0,42	0,42	0,42	0,42
Compra e instalación de semi sombra	25,83	25,83	25,83	25,83	25,83	25,83
Extracción de tierra	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25
Extracción de arena y recolección de turba	2,93	2,93	2,93	2,93	2,93	2,93
Bolsas	7,50	7,50	7,50	7,50	7,50	7,50
Llenado de bolsas	3,33	3,33	3,33	3,33	3,33	3,33
Semilla	17,50	17,50	17,50	17,50	15,00	15,00
Formol	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00
Tratamiento pregerminativo	0,00	20,18	8,18	8,50	0,00	20,18
Siembra	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20
Riego y deshierbe	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00
Sumatoria sub total (Bs) para 0.18 m2	78,87	99,05	87,05	87,37	76,37	96,55
Imprevistos (10%)	7,89	9,91	8,71	8,74	7,64	9,66
<b>COSTO TOTAL (Bs/100 m2)</b>	<b>48198,33</b>	<b>60530,56</b>	<b>53197,22</b>	<b>53392,78</b>	<b>46670,56</b>	<b>59002,78</b>

DETALLE	T7	T8	T9	T10	T11	T12
Herramientas	3,91	3,91	3,91	3,91	3,91	3,91
Limpieza del terreno	0,42	0,42	0,42	0,42	0,42	0,42
Compra e instalación de semi sombra	25,83	25,83	25,83	25,83	25,83	25,83
Extracción de tierra	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25
Extracción de arena y recolección de turba	2,93	2,93	2,93	2,93	2,93	2,93
Bolsas	7,50	7,50	7,50	7,50	7,50	7,50
Llenado de bolsas	3,33	3,33	3,33	3,33	3,33	3,33
Semilla	15,00	15,00	14,50	14,50	14,50	14,50
Formol	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00
Tratamiento pregerminativo	8,18	8,50	0,00	20,18	8,18	8,50
Siembra	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20
Riego y deshierbe	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00
Sumatoria sub total (Bs) para 0.18 m2	84,55	84,87	75,87	96,05	84,05	84,37
Imprevistos (10%)	8,46	8,49	7,59	9,61	8,41	8,44
<b>COSTO TOTAL (Bs/100 m2)</b>	<b>51669,44</b>	<b>51865,00</b>	<b>46365,00</b>	<b>58697,22</b>	<b>51363,89</b>	<b>51559,44</b>

### Anexo 3. Extracción y preparación del sustrato



Tamizado de tierra del lugar, arena y turba.

Mezclado del sustrato tierra del lugar al 50%, turba 30% y arena 20 %.



Sustrato listo para la desinfección de sustrato.

#### Anexo 4. Desinfección del sustrato al 40%



Disolución de formol al 40%, en 20 litros de agua.



Desinfección del sustrato para luego ser cubierto con nylon.

## Anexo 5. Embolsado y distribución de las bolsas de polietileno



Anexo 6. Medición de altura de planta



## Anexo 7. Medición de diámetro de tallo





**Anexo 8. Germinación hipogea (alargamiento del epicótilo) en semillas de Ceibo**



**Anexo 9. Germinación epigea (alargamiento del hipocótilo) en semillas de serebó y jacaranda**



**Anexo 10. Plantines forestales de serebó, ceibo y jacaranda**



**SEREBÓ**



**JACARANDA**



**CEIBO**



## Anexo 11.

**Resultados de las variables de respuesta del Serebo, ceibo y jacaranda con la aplicación de los tratamientos pregerminativos estratificación durante 8 días, escarificación en agua caliente a 85°C por 3 minutos, lixiviación durante 24 horas. Obtenidos en el programa estadístico InfoStat/L**

### Análisis de la varianza

Variable N R<sup>2</sup> R<sup>2</sup>Aj CV  
% GERMINACION 36 0,97 0,96 8,74

### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	13951,61	11	1268,33	74,74	<0,0001
ESPECIES	856,25	2	428,13	25,23	<0,0001
TRAT. PRE. GERMINATIVOS	12531,82	3	4177,27	246,17	<0,0001
ESPECIES*TRAT. PRE. GERMIN..	563,54	6	93,92	5,53	0,0010
Error	407,26	24	16,97		
Total	14358,87	35			

### Test:Duncan Alfa=0,05

Error: 16,9691 gl: 24

#### ESPECIES Medias n E.E.

a3	53,06	12	1,19	A
a2	47,22	12	1,19	B
a1	41,11	12	1,19	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

### Test:Duncan Alfa=0,05

Error: 16,9691 gl: 24

#### TRAT. PRE. GERMINATIVOS Medias n E.E.

b4	74,44	9	1,37	A
b3	52,59	9	1,37	B
b2	37,04	9	1,37	C
b1	24,44	9	1,37	D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

### Test:Duncan Alfa=0,05

Error: 16,9691 gl: 24

#### ESPECIES TRAT. PRE. GERMINATIVOS Medias n E.E.

a1	b4	76,67	3	2,38	A
a3	b4	76,67	3	2,38	A
a2	b4	70,00	3	2,38	A
a3	b3	60,00	3	2,38	B
a2	b3	50,00	3	2,38	C
a1	b3	47,78	3	2,38	C D
a3	b2	43,33	3	2,38	C D
a2	b2	41,11	3	2,38	D
a3	b1	32,22	3	2,38	E
a2	b1	27,78	3	2,38	E
a1	b2	26,67	3	2,38	E
a1	b1	13,33	3	2,38	F

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

### Análisis de la varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Altura de planta (cm)	36	0,99	0,98	4,32

### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	711,18	11	64,65	164,49	<0,0001
ESPECIES	63,78	2	31,89	81,14	<0,0001
TRAT. PRE. GERMINATIVOS	623,31	3	207,77	528,61	<0,0001
ESPECIES*TRAT. PRE. GERMIN..	24,09	6	4,01	10,21	<0,0001
Error	9,43	24	0,39		
Total	720,61	35			

### Test:Duncan Alfa=0,05

Error: 0,3930 gl: 24

#### ESPECIES Medias n E.E.

a2	16,05	12	0,18	A
a1	14,71	12	0,18	B
a3	12,81	12	0,18	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

### Test:Duncan Alfa=0,05

Error: 0,3930 gl: 24

#### TRAT. PRE. GERMINATIVOS Medias n E.E.

b4	20,44	9	0,21	A
b3	15,77	9	0,21	B
b2	12,82	9	0,21	C
b1	9,07	9	0,21	D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

### Test:Duncan Alfa=0,05

Error: 0,3930 gl: 24

#### ESPECIES TRAT. PRE. GERMINATIVOS Medias n E.E.

a2	b4	23,47	3	0,36	A
a1	b4	19,46	3	0,36	B
a3	b4	18,39	3	0,36	C
a2	b3	17,66	3	0,36	C
a1	b3	15,29	3	0,36	D
a3	b3	14,35	3	0,36	D E
a1	b2	13,81	3	0,36	E F
a2	b2	13,24	3	0,36	F
a3	b2	11,40	3	0,36	G
a1	b1	10,27	3	0,36	H
a2	b1	9,84	3	0,36	H
a3	b1	7,09	3	0,36	I

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

## Análisis de la varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Diametro de tallo (cm)	36	0,98	0,97	5,65

### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	45,59	11	4,14	102,60	<0,0001
Especies	24,39	2	12,20	301,92	<0,0001
Trat. Pregerminativos	19,66	3	6,55	162,21	<0,0001
Especies*Trat. Pregerminat..	1,54	6	0,26	6,35	0,0004
Error	0,97	24	0,04		
Total	46,56	35			

### Test:Duncan Alfa=0,05

Error: 0,0404 gl: 24

#### Especies Medias n E.E.

a2	4,19	12	0,06	A
a1	4,09	12	0,06	A
a3	2,40	12	0,06	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

### Test:Duncan Alfa=0,05

Error: 0,0404 gl: 24

#### Trat. Pregerminativos Medias n E.E.

b4	4,53	9	0,07	A
b3	3,89	9	0,07	B
b2	3,28	9	0,07	C
b1	2,53	9	0,07	D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

### Test:Duncan Alfa=0,05

Error: 0,0404 gl: 24

#### Especies Trat. Pregerminativos Medias n E.E.

a2	b4	5,55	3	0,12	A
a1	b4	4,92	3	0,12	B
a2	b3	4,64	3	0,12	B
a1	b3	4,20	3	0,12	C
a1	b2	4,01	3	0,12	C
a2	b2	3,59	3	0,12	D
a1	b1	3,23	3	0,12	E
a3	b4	3,14	3	0,12	E F
a2	b1	2,99	3	0,12	E F
a3	b3	2,82	3	0,12	F
a3	b2	2,25	3	0,12	G
a3	b1	1,38	3	0,12	H

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

### Análisis de la varianza

Variable N R<sup>2</sup> R<sup>2</sup> Aj CV  
Num. de hojas 36 0,99 0,99 4,47

#### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	410,67	11	37,33	268,80	<0,0001
Especies	66,17	2	33,08	238,20	<0,0001
Trat. Pregerminativos	324,00	3	108,00	777,60	<0,0001
Especies*Trat. Pregerminat..	20,50	6	3,42	24,60	<0,0001
Error	3,33	24	0,14		
Total	414,00	35			

#### Test:Duncan Alfa=0,05

Error: 0,1389 gl: 24

#### Especies Medias n E.E.

a3	10,25	12	0,11	A
a1	7,42	12	0,11	B
a2	7,33	12	0,11	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

#### Test:Duncan Alfa=0,05

Error: 0,1389 gl: 24

#### Trat. Pregerminativos Medias n E.E.

b4	12,67	9	0,12	A
b3	9,33	9	0,12	B
b2	6,67	9	0,12	C
b1	4,67	9	0,12	D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

#### Test:Duncan Alfa=0,05

Error: 0,1389 gl: 24

#### Especies Trat. Pregerminativos Medias n E.E.

a3	b4	16,00	3	0,22	A
a2	b4	11,33	3	0,22	B
a3	b3	11,00	3	0,22	B C
a1	b4	10,67	3	0,22	C
a2	b3	9,00	3	0,22	D
a3	b2	8,00	3	0,22	E
a1	b3	8,00	3	0,22	E
a1	b2	7,00	3	0,22	F
a3	b1	6,00	3	0,22	G
a2	b2	5,00	3	0,22	H
a1	b1	4,00	3	0,22	I
a2	b1	4,00	3	0,22	I

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )