

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



**TESIS DE GRADO**

**“EFECTO DE TRATAMIENTO PREGERMINATIVO EN LA  
GERMINACION DE SEMILLA DE LEUCAENA (*Leucaena  
leucocephala*), EN DIFERENTES SUSTRATOS”**

**FLAVIO EBER CALLEJAS MAMANI**

**La Paz – Bolivia  
2012**

**UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRES  
FACULTAD DE AGRONOMIA  
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA**

**“EFECTO DE TRATAMIENTO PREGERMINATIVO EN LA  
GERMINACION DE SEMILLA DE LEUCAENA (*Leucaena  
leucocephala*), EN DIFERENTES SUSTRATOS”**

Tesis de Grado presentado como requisito  
Parcial para optar el Título de  
Ingeniero Agrónomo

**FLAVIO EBER CALLEJAS MAMANI**

**ASESORES:**

Ph.D. David Cruz Choque

Ing. Yakov Arteaga García

**TRIBUNAL REVISOR**

Dr. Alberto Figueroa Soliz

Ing. Luis Goitia Arze

Ing. Frida Maldonado de Kalam



**APROBADA**

**PRESIDENTE**

**2012**

**DEDICATORIA:**

*Dedicado con todo el amor y cariño  
A mis queridos padres Patricio Callejas  
Betzabe Mamani que con mucho amor  
Y sacrificio supieron inculcarme mi  
Formación personal y profesional.*

*A mis hermanos (as) Eulogio Oscar, David,  
Delia, Elba, Cecilia Evelyn. Por el Apoyo  
Que me brindaron para concluir mis estudios*

## **AGRADECIMIENTO**

A la Universidad Mayor de San Andrés, Facultad de Agronomía, por mi formación profesional.

A la estación experimental de Sapecho dependiente de la Universidad Mayor de San Andrés por proporcionarme el apoyo técnico y todas las facilidades para la ejecución del trabajo de tesis.

A mis asesores, Ph.D. David Cruz Choque, Ing. Yakov Arteaga García, por la confianza depositada, por todas sus sugerencias, colaboración y seguimiento en todas las etapas del trabajo de campo y conclusión del documento de tesis.

Al Tribunal Revisor, Ing. Luis Goitia Arze, Ing. Frida Maldonado de Kalam, Dr. Alberto Figueroa Solíz por todas las sugerencias emitidas en la elaboración final del presente documento.

Al Ing. Casto Maldonado Fuentes, por su permanente enseñanza y en compartir sus conocimientos, su confianza, apoyo orientación y amistad brindada.

Al Ing. Raúl Rivas por brindarme su amistad.

A todo el personal Docente de la Facultad de Agronomía de la Universidad Mayor de San Andrés, casa de estudio que me cobijo y me impartió conocimientos durante mi carrera universitaria.

Al personal de la Estación Experimental de Sapecho; Lipacho, David, Víctor y Severina, gracias por su amistad.

A todas las personas que desinteresadamente me brindaron su apoyo, amistad y colaboración en la conclusión del trabajo de investigación en campo y la presentación del documento final.

A todos mis amigos de la facultad, Rodrigo, Víctor, quisiera poder mencionarlos a todos, gracias por los gratos momentos y por su amistad.

Y sobre todo darle las gracias a Dios, por darme la oportunidad de vivir y poder disfrutar de ella.

## **CONTENIDO**

DEDICATORIA	i
AGRADECIMIENTOS	ii
CONTENIDO	iii
ANEXO	vii
ÍNDICE DE CUADROS	viii
ÍNDICE DE FIGURAS	x
RESUMEN	xii
<b>1. INTRODUCCIÓN</b>	<b>1</b>
1.1. Objetivo general	3
1.1. Objetivos específicos	3
<b>2. REVISION BIBLIOGRAFICA</b>	<b>4</b>
2.1. Origen y distribución geográfica	4
2.2. Importancia	4
2.2.1 Aporte nutricional como forraje	5
2.3 Características botánicas	6
2.4 Clasificación taxonómica	7
2.5 Requerimientos climáticos y edáficos	8
2.6 Tratamientos pregerminativos	8
2.5.1 Remojo en agua	9
2.6.2 Remojo en agua caliente	9
2.6.2.1 Remojo en agua hirviendo	9
2.6.2.2 Choque de temperaturas	9
2.6.3 Escarificación	10
2.6.4 Estratificación	10
2.7 Latencia o dormancia	10
2.8 Germinación	11
2.9 Sustratos	12
2.9.1 Características de un sustrato	13
2.9.1.1 Tierra agrícola	13
2.9.1.2 Arena	13

2.9.1.3 Estiércol de gallinaza	13
2.10 Mezcla de sustratos	14
2.11 Desinfección del sustrato	15
2.12 Manejo de siembra	16
2.13 Embolsado del sustrato	16
2.14 Presencia de plagas	17
<b>3. MATERIALES Y METODOS</b>	<b>18</b>
3.1 LOCALIZACIÓN	18
3.1.1 Ubicación geográfica	18
3.2 DESCRIPCIÓN AGROECOLÓGICA	19
3.2.1 Ecología	19
3.2.2 clima	19
3.2.3 Suelos	19
3.3 MATERIALES	20
3.2.1 Material vegetal	20
3.3.2 Materiales de laboratorio y campo	20
3.4 MÉTODOLOGIA DE CAMPO	22
3.4.1 Acondicionamiento del vivero	22
3.4.2 Sustrato	22
3.4.3 Preparación de los sustratos	23
3.4.4 Desinfección de sustrato	23
3.4.5 Embolsado	24
3.4.6 Preparación de las platabandas con los diferentes sustratos	24
3.4.7 Tratamientos pre germinativos	25
3.4.8 siembra	25
3.4.9 Labores culturales	26
3.4.9.1 Control de malezas	26
3.4.9.2 Riego	26
3.4.9.3 Control fitosanitario	26
3.4.9.4 Toma de datos	26
3.4.9.5 Temperatura	26

<b>3.5 METODOLOGIA DE EVALUACION</b>	<b>27</b>
3.5.1 Diseño experimental	27
3.5.2 Modelo lineal estadístico	28
3.5.3 Evaluación de datos y trasformaciones	28
3.5.4 Metodología para el análisis económico de costos parciales	28
3.5.5 Metodología para la evaluación de los tratamientos	29
3.5.5.1 Evaluación del comportamiento agronómico de la Chamba ( <i>Leucaena leucocephala</i> )	29
<b>4. RESULTADOS Y DISCUSIONES</b>	<b>31</b>
4.1 COMPORTAMIENTO CLIMÁTICO	31
4.2 ANÁLISIS FÍSICO - QUÍMICO DE LOS SUSTRATOS	32
4.2.1 Sustrato 0: tierra del lugar	32
4.2.1.1 Análisis físico	32
4.2.1.2 Análisis químico	33
4.2.2 Sustrato 1: Materia orgánica y arena	34
4.2.2.1 Análisis físico	34
4.2.2.2 Análisis químico	34
4.2.3 Sustrato 2: arena, materia orgánica tierra del lugar	35
4.2.3.1 Análisis físico	35
4.2.3.2 Análisis químico	36
4.2.4 sustrato 3: Arena, aserrín, materia orgánica, tierra del lugar	37
4.2.4.1 Análisis físico	37
4.2.4.2 Análisis químico	37
4.3 COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DE LA LEUCAENA ( <i>Leucaena leucocephala</i> )	39
4.3.1 Días a la germinación	39
4.3.1.1 Análisis de días a la germinación por el efecto de los tratamientos pre-germinativos y sustratos	40
4.3.2 Porcentaje de germinación de la semilla de Leucaena	42
4.3.2.1. Análisis del porcentaje de germinación a los 31 días después de la siembra	42

4.3.2.2	Análisis porcentaje de germinación en tratamientos pregerminativos y sustratos	43
4.3.3	Evaluación del número de días a las hojas verdaderas de plantines de Leucaena	45
4.3.3.1	Análisis de varianza del variable número de días a las hojas verdaderas	46
4.3.4	Evaluación de crecimiento de la altura de las plantines de Leucaena	48
4.3.4.1	Análisis de varianza para el crecimiento de la altura de plantines	51
4.3.4.2	Análisis de efectos simples para la variable altura de plantines	55
4.3.5	Evaluación del diámetro del tallo	58
4.3.5.1	Resultados del diámetro del tallo	58
4.3.6	Evaluación del número de hojas compuestas	62
4.3.6.1	Resultados del número de hojas compuestas	62
4.3.7	Evaluación de la longitud de raíz principal	66
4.3.7.1	Longitud de la raíz principal	66
4.3.8	Evaluación de la longitud de la raíz secundaria	69
4.3.8.1	Longitud de la raíz secundaria	69
4.4	<b>ANÁLISIS ECONÓMICO</b>	72
4.4.1	Costos fijos y variables	72
4.4.2	Rendimiento e ingresos brutos	72
4.4.3	Ajuste de rendimientos	73
4.4.4	Ingresos netos	73
4.4.5	Análisis de dominancia	74
4.4.6	Tasa de retorno marginal	74
4.4.7	Relación beneficio/costo	75
<b>5.</b>	<b>CONCLUSIONES</b>	<b>77</b>
<b>6.</b>	<b>RECOMENDACIONES</b>	<b>80</b>
<b>7.</b>	<b>BIBLIOGRAFIA</b>	<b>81</b>



## ANEXOS

Anexo 1. Croquis del experimento _____	88
Anexo 2.1. Análisis físico – químico del sustrato _____	89
Anexo 2.2. Análisis físico – químico del sustrato _____	90
Anexo 3.1. Densidad aparente _____	91
Anexo 3.2. Capacidad de intercambio cationico CIC _____	91
Anexo 3.3. Escala de valores de pH _____	91
Anexo 4. Análisis de efectos simples _____	92
Anexo 5. Cuadro de costos de materiales y mano de obra _____	93
Anexo 6. Cuadro de costos de insumos _____	97
Anexo 7. Fotos trabajo de campo _____	98

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Contenido de proteína diferentes partes de la planta de ( <i>Leucaena leucocephala</i> ). _____	6
Cuadro 2. Composición en porcentaje de las excretas de varios animales domésticos. _____	14
Cuadro3: factores de la investigación _____	27
Cuadro 4: tratamientos. _____	27
Cuadro 5. Resumen de análisis químico de los Sustratos. _____	39
Cuadro 6. Análisis de varianza para días a la germinación en campo a 30 días. _____	40
Cuadro 7. Comparación de Media estimada de los tratamientos de días a la emergencia. _____	41
Cuadro 8. Análisis de varianza para el porcentaje de germinación en campo a los 31 días (%). _____	43
Cuadro 9. Comparación de medias de porcentaje de germinación para los platines de Leucaena diferentes tratamientos. _____	44
Cuadro 10. Análisis de varianza del variable número de días a las hojas verdaderas _____	46
Cuadro 11, Comparación de medias para el número de días a las hojas verdaderas para los tratamientos pregerminativos de la Leucaena. _____	47
Cuadro 12. Análisis de varianza para la altura de la plantines de Leucaena ____	51
Cuadro 13. Comparación de medias de la altura de la plantines (cm) de Leucaena para diferentes tipos de sustrato. _____	51
Cuadro 14. Comparación de medias de los tratamientos pregerminativos de la altura de los plantines de Leucaena (cm) _____	54
Cuadro 15. Análisis de varianza de efecto simple (diferentes sustratos y tratamientos pregerminativos en altura de los plantines de Leucaena) _____	56
Cuadro 16. Análisis de varianza para el diámetro de tallos de los plantines de Leucaena _____	58
Cuadro 17. Comparación de medias estimadas en tratamientos pregerminativos en diámetro de tallos de plantines de Leucaena _____	59

Cuadro 18. Comparación de medias estimadas en sustratos el diámetro de tallo de plantines de Leucaena _____	61
Cuadro 19. Análisis de varianza para el número de hojas compuestas _____	63
Cuadro 20. Comparación de medias para el número de hojas compuestas de la Leucaena para los diferentes tratamientos pregerminativos _____	63
Cuadro 21. Comparación de medias para el número de hojas compuestas de la Leucaena para los diferentes sustratos _____	65
Cuadro 22. Análisis de varianza para la longitud de raíz principal de la Leucaena. - _____	66
Cuadro 23. Comparación de medias según Duncan para la longitud de la raíz principal de la Leucaena. _____	67
Cuadro 24. Análisis de varianza para la longitud de la raíz secundaria de los plantines de Leucaena _____	69
Cuadro 25. Comparación de medias según Duncan para la longitud de las raíz secundarias de los plantines de Leucaena _____	70
Cuadro 26. Ingresos brutos considerando el efecto de los tratamientos pregerminativos _____	72
Cuadro 27. Relación de costos e ingresos netos _____	73
Cuadro 28. Análisis de dominancia _____	74
Cuadro 29. Tasa de retorno marginal _____	75
Cuadro 30. Relación beneficio – costo _____	76

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Campos de plantación con <i>Leucaena</i> en callejones para el ramoneo de ganado	6
Figura 2. Ubicación de la estación experimental de Sapecho – Alto Beni, Provincia Sud Yungas Departamento de La Paz	18
Figura 3. Semilla de <i>Leucaena</i> (Chamba) ( <i>Leucaena leucocephala</i> )	20
Figura 4. Vivero con semi - sombra acondicionando para el trabajo de investigación.	22
Figura 5. Desinfección del sustrato	24
Figura 6. Llenado de las bolsas con los diferentes sustratos	24
Figura 7. Preparación de las platabandas para la aplicación de los diferentes tratamientos	25
Figura 8. Variación de temperaturas máximas y mínimas en la estación experimental de Sapecho	31
Figura 9. Promedio días a la emergencia de plántulas de <i>Leucaena</i> para los tratamientos pregerminativos	42
Figura 10. Promedio del porcentaje de germinación de plantines de <i>Leucaena</i> para los tratamientos pregerminativos	44
Figura 11. Promedio del día a las hojas verdaderas de los plantines de <i>Leucaena</i> de los tratamientos pregerminativos.	48
Figura 12. Dinámica de crecimiento de la altura de los plantines en <i>Leucaena</i> de los diferentes Sustratos.	49
Figura 13. Dinámica de crecimiento de la altura de los plantines de <i>Leucaena</i> de los diferentes tratamientos pregerminativos	50
Figura 14. Resultado del efecto de los sustratos en el crecimiento de la altura de los plantines de <i>Leucaena</i> . (cm)	53
Figura 15. Resultado del efecto de los tratamientos pregerminativos en el crecimiento de la altura de los plantines de <i>Leucaena</i> (cm).	54
Figura 16. Resultado del efecto de la interacción sustratos y tratamientos pregerminativos para la variable altura de plantas.	57

Figura 17. Resultado del efecto de los tratamientos pregerminativos en el diámetro de tallo de los plantines de la planta. _____	60
Figura 18. Resultado del efecto de los Sustratos en el diámetro del tallo de los plantines de Leucaena (mm)._____	62
Figura 19. Numero de promedio de hojas para los tratamientos pregerminativos de los plantines de Leucaena _____	64
Figura 20. Número promedio de hojas para los tratamientos pregerminativos de los plantines de Leucaena. _____	65
Figura 21. Resultado del efecto de la longitud de las raíz principales de los platines de Leucaena. _____	68
Figura 22. Resultado del efecto de la longitud de las raíces secundarias de los plantines de Leucaena. _____	71

## RESUMEN

Estratégicamente Bolivia está ubicada en el centro de Sud América; el territorio Boliviano tiene una diversidad de ecosistemas con diferentes zonas climáticas, lo que permite tener una riqueza forestal. Es así que los yungas del trópico del norte del departamento de La Paz brindan condiciones latitudinales y edáficas y permisibles para la implantación de otras especies con objetivos de reforestación así como la *Leucaena leucocephala*.

La *Leucaena*, es una especie forestal adaptada al territorio Boliviano, a la misma se le brindan diversos usos, siendo el principal como alimento del ganado bovino pero se les da a otros como ovejas, cabras, caballos, burros, cerdos, etc. De esta planta también se le preparan balanceados para animales menores como gallinas, gallos, patos, peces, (Chacón, 1996)

El estudio se llevo a cabo en la estación experimental de Sapecho dependiente de la UMSA, Alto Beni de la provincia sud yungas del departamento de la Paz

La *Leucaena* (Chamba), como especie forestal, también tomando en cuenta su aprovechamiento como forraje. Propósito fue evaluar el efecto de los tratamientos pregerminativos de las semillas de *Leucaena leucocephala*, Chamba realizando varios procesos como b0 semilla seca sin someter a ningún proceso de tratamiento, b1 remojar en agua natural en 24 Hora, b2 remojar en agua hervida durante 1 minuto, y el b3 escarificación lijando la testa la parte superior y diferentes sustratos (Aserrín descompuesto, Lama de rio, Gallinaza y tierra del lugar, Propias de la zona).

El trabajo de investigación se desarrolla en un vivero forestal de la siguiente manera: En primer lugar se distribuyo, los bloques y los tratamientos en el marco de un diseño experimental de bloques al azar. Empezando con la preparación del sustrato y el mezclado de los mismos, el embolsado de los sustratos, los procesos de tratamiento que se realiza en las semillas y lo posterior que nos lleva a la

siembra y la observación evaluación con la toma de datos de acuerdo a las variables de respuesta: % de germinación, días a la germinación, Diámetro de tallo, altura de la planta, Numero de hojas y la longitud de la raíz.

En la relación de los Resultados de días a la germinación de la semilla que el b2, b3 tienen menos días a la germinación con un valor de 21,28, La relación de los resultados del porcentaje de germinación se puede establecer en el análisis de varianza que existe diferencias significativas en tratamientos pregerminativos y no significativos los diferentes sustratos con un coeficiente de varianza de 9.10%, así mismo la prueba de Duncan muestra diferencias significativas en los tratamientos b2, b3, con un porcentaje de 84,69% 89,69% de germinación.

El análisis de varianza en relación a la altura de plantas, muestran diferencias estadísticas significativas entre sustratos y tratamientos pregerminativos con coeficiente de variación de 16.78%. Con el análisis de comparación de medias a través de Duncan, los sustratos a1 y a0 tuvieron un crecimiento de 20.95 y 20.57 cm en comparación a los sustratos a2 y a3 de 13.81 y 13.71 cm.

En cuanto a los tratamientos pregerminativos se obtuvo un mayor crecimiento con una altura promedio de 26.31 cm para el tratamiento b2 (remojo en agua hervida), en comparación con los otros tratamientos que obtuvieron un promedio de 15.77 13.57 y 13.40 cm (b3, b0 y b1 respectivamente)

Tomando en cuenta los costos parciales para la producción de plantines de Leucaena (Chamba), entre los diferentes sustratos y los tratamientos pregerminativos, en la relación beneficio – costo rentables para todos los tratamientos pero se obtuvo un mayor retorno marginal utilizando como sustrato tierra del lugar (a0) de un 13%, pero se obtiene una mayor tasa de retorno marginal para el tratamiento a1b1 (sustrato gallinaza con arena, semillas sumergidas en agua normal por 24 horas), 47,8%

---

## 1. INTRODUCCIÓN

Estratégicamente Bolivia está ubicada en el centro de Sur América; el territorio Boliviano tiene una diversidad de ecosistemas con diferentes zonas climáticas, lo que permite tener una riqueza forestal. Ya que la área forestal de Bolivia se encuentra en un ambiente favorable para su desarrollo, debido a la presencia de sus diferentes pisos ecológicos y microclimas. Es así que los yungas del trópico del norte del departamento de La Paz brindan condiciones latitudinales y edáficas y permisibles para la implantación de otras especies así como la Leucaena.

Por la deforestación de especies maderables y no maderables, existe una pérdida anual de 350.000 ha. (MDSMA, 1995). De la cobertura forestal en los bosques de Bolivia; en 2005 el Ministerio de Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente a través del mapa forestal de Bolivia señala la presencia de un área de bosque de 53.4 millones de ha., lo cual representa el 48% de la superficie territorial del país (MDSMA, 1995).

La Leucaena, es una especie forestal adaptada al territorio Boliviano, a la misma se le brindan diversos usos, siendo el principal como alimento del ganado bovino pero se les da a otros como ovejas, cabras, caballos, burros, cerdos, etc. De esta planta también se le preparan balanceados para animales menores como gallinas, gallos, patos, peces, etc. Ya que esta planta está siempre verde todo el año, llegando a ser importantísima en época seca, donde escasean los alimentos, proveyendo esta de sus hojas y vainas que sirven de alimento al ganado principalmente, y por sus nutrientes se convierte en muy requerida, (Chacón, 1996)

La Leucaena, tiene la semilla envuelta en una testa dura, lo cual impide una germinación rápida y uniforme, provocando muchas veces la muerte de la semilla. El porcentaje de germinación de las semillas de Leucaena tiene entre 40% a 50 % normalmente. Pero se tiene registros que usando tratamientos pre germinativos se puede aumentar el porcentaje de germinación hasta un 90%, (Chacón, 1996)



---

En Bolivia se tiene pocos estudios sobre especies forestales, cuyo destino sea el uso como alimento del ganado bovino en fresco durante todo el año, (Faría y Morillo. 1997.).

El INIA – Trujillo, realizo trabajos de tratamientos pregerminativos en semillas de Leucaena con ácido sulfúrico y remojo en agua fría, para inducir a la germinación de semilla (Torrez, 1999).

INIA – México, realizo trabajos de tratamientos pregerminativos en Leucaena con: Inmersión en agua hervida; lijado de la testa hasta perder brillo natural; paso de la semilla por el tracto digestivo animal; remojo en ácido sulfúrico concentrado por 2 minutos; remojo de semilla en agua fría por tres horas luego en arena húmeda para la germinación. (Zárate, 1994)

Parroto, (1992). Indica que en trabajos de germinación en viveros de Leucaena se observo, que semillas con tratamientos pregerminativos tardaban en germinar hasta 10 días, pero en semillas en las cuales no se realizo ningún tipo de tratamiento pre-germinativo tardaban en germinar hasta 60 días, realizando por tal motivo inmersión en agua caliente, escarificación en ácido sulfúrico, lijado o corte de la testa.

Cardona y Suárez (1996), indican que las leguminosas como la Leucaena han sido reconocidas como fuente de excelente forraje y como mejoradoras de la fertilidad del suelo debido a su habilidad para fijar nitrógeno del aire. Y para incorporar a la capa arable grandes cantidades importantes de materia orgánica. Debido a sus características fisiológicas especiales, las leguminosas tienen también Requerimientos nutricionales específicos, diferentes a las gramíneas.

La importancia de la Leucaena es el uso como forraje verde para ganado, durante todo el año, para la reforestación y para la fertilización de los suelos por ser una especie arbórea leguminosa que tiene la propiedad de incorporar nitrógeno en el suelo.

---

---

La *Leucaena* es de reproducción sexual a través de semillas, las cuales están envueltas en una testa dura lo cual disminuye el porcentaje de germinación y prolonga el tiempo de la misma, por lo que se ve la necesidad de utilizar distintos métodos de tratamientos pregerminativos, para de este modo elevar el porcentaje y acelerar el tiempo de germinación, además de encontrar el mejor sustrato donde los plantines desarrollen mejor y más rápido, antes del trasplante al lugar definitivo.

Es así que los objetivos del presente trabajo fueron:

### **1.1. Objetivo general**

Evaluar el efecto de tratamientos pregerminativos en la germinación de semilla de *Leucaena (Leucaena leucocephala)*, en diferentes sustratos, en la Estación Experimental Sapecho en la comunidad de Sapecho Alto Beni del Departamento de La Paz.

### **1.2. Objetivos específicos**

- Evaluar el efecto de tratamientos pregerminativos para la germinación de semilla de *Leucaena (Leucaena leucocephala)*.
- Determinar el efecto de los sustratos (Aserrín, arena fina, estiércol y tierra del lugar) en la germinación de semilla de *Leucaena*.
- Evaluar el efecto de los sustratos y los tratamientos pregerminativos en la germinación de semilla de *Leucaena*.
- Evaluar los costos parciales por el efecto de los diferentes tratamientos pregerminativos y sustratos en la producción de plantines de *Leucaena*.

---

## 2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 Origen distribución geográfica

De todas las leguminosas arbóreas tropicales, *Leucaena* es probablemente la que ofrece la más amplia variedad de usos. La especie es originaria de Centroamérica, y las civilizaciones maya y zapoteca se encargaron de propagar algunas de sus variedades por toda la región, para ser utilizadas como fuente de nitrógeno para el maíz, su principal alimento (Cardona 1996).

Originaria de América tropical, aparentemente del sur de México (Yucatán). Se extiende de México hasta Nicaragua, incluyendo Guatemala, Honduras y el Salvador. (Geilfus, 1994)

### 2.2 Importancia

Las leguminosas como la *Leucaena* han sido reconocidas como fuente de excelente forraje y como mejoradoras de la fertilidad del suelo debido a su habilidad para fijar nitrógeno del aire. Petit (1994), y para incorporar a la capa arable grandes cantidades importantes de materia orgánica. Debido a sus características fisiológicas especiales, las leguminosas tienen también requerimientos nutricionales específicos, diferentes a las gramíneas. Cardona y Suárez (1996).

- La *Leucaena*, es capaz de hacer un mejor uso del agua y de los nutrimentos del suelo por las características de profundidad y distribución de sus raíces (FAO 1991).
- Puede fijar hasta 300 kg ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup> de nitrógeno atmosférico (Simón *et al.* 2005).

- 
- 
- Incrementa la producción forrajera por unidad de superficie en praderas naturales y en artificiales que se han degradado (Hernández 1996).
  - Mejora la distribución estacional de la producción forrajera y contribuye a minimizar las diferencias en la calidad del forraje disponible a lo largo del año (Hernández 1996).
  - Una pradera asociada con *Leucaena* tiene mejor oportunidad para competir contra las malezas que cuando está en monocultivo (FAO 1991)
  - Mejora el valor nutricional del forraje disponible (Reynolds y Adediran, 1987)
  - Promueve una buena actividad ruminal y una ingestión adecuada del pasto fibroso, especialmente en la época seca (Isarasenee *et al.* 1983).

### **2.2.1 Aporte nutricional como forraje**

Los folíolos producen un alimento alto en proteína cruda (PC), rico en vitamina A y caroteno, y con alta digestibilidad. La proteína de *Leucaena* es de alta calidad nutritiva, pues los aminoácidos esenciales están presentes en una proporción balanceada. Algunos autores reportan contenidos de PC entre 20.0 y 29.1 (Labadan 1977; Damothiran y Chandrasekaran 1982). Lahane (1987) al evaluar 20 variedades de *Leucaena* encontró que el valor más común de PC fue 26%.

El Cuadro 1 muestra los altos contenidos de proteína que presenta la *Leucaena* y cómo varían tales valores según la porción de la planta analizada; los valores muestran que inflorescencias jóvenes y hojas, objeto de ramoneo por el ganado, son las partes de la planta de más alto valor proteico.

---

**Cuadro 1.** Contenidos de proteína en diversas partes de la planta de *Leucaena leucocephala*

Componente	Proteína %
Planta entera	23.14
Hojas	27.34
Tallos finos	11.95
Tallos gruesos	9.06
Inflorescencias	32.38

Fuente: Petit (1994).



Figura 1: Campos plantados con Leucaena en callejones para ramoneo de ganado

### 2.3 Características botánicas

Según **Zárate** (1987), caracteriza a la Leucaena de la siguiente manera:

- **Forma.-** Árbol o arbusto caducifolio o perennifolio, de 3 a 6 m (hasta 12 m) de altura con un diámetro a la altura del pecho de hasta 25 cm.
- **Flores.-** Cabezuelas, con 100 a 180 flores blancas, de 1.2 a 2.5 cm de diámetro; flor de 4.1 a 5.3 mm de largo; pétalos libres; cáliz de 2.3 a 3.1 mm.
- **Copa / Hojas.-** Copa redondeada, ligeramente abierta y rala. Hojas

---

alternas, bipinnadas, de 9 a 25 cm de largo, verde grisáceas y glabras; folíolos 11 a 24 Pares, de 8 a 15 mm de largo, elípticos y algo oblicuos.

- **Fruto.-** Fruto(s). Vainas oblongas, estipitadas, en capítulos florales de 30 o más vainas, de 11 a 25 cm de largo por 1.2 a 2.3 cm de ancho, verdes cuando tiernas y cafés cuando maduras; conteniendo de 15 a 30 semillas.
- **Raíz.-** Raíz profunda y extendida. La raíz primaria penetra en las capas profundas del suelo y aprovecha el agua y los minerales por debajo de la zona a la que llegan las raíces de muchas plantas agrícolas.
- **Tallo.-** Tronco / Ramas. Tronco usualmente torcido y se bifurca a diferentes alturas. Ramas cilíndricas ascendentes. Desarrolla muchas ramas finas cuando crece aislado.
- **Corteza.** *Externa* lisa a ligeramente fisurada, gris-negruzca, con abundantes lenticelas longitudinales protuberantes. *Interna* de color crema-amarillento, Fibroso, amarga, con olor a ajo. Grosor total: 3 a 4 mm.

## 2.4 Clasificación taxonómica

Según Geilfus 1994, a esta planta se la clasifica como:

Familia	:	Fabaceae
Sub familia	:	Mimosoideae
Género	:	Leucaena
Especie	:	L. leucocephala
N. Científico	:	<i>Leucaena leucocephala</i>
N. Común	:	Leucaena, Chamba

## 2.5 Requerimiento climáticos y edáficos

---

---

---

La Leucaena requiere de suelos neutros a alcalinos con pH entre 6.5 y 7.5. Requiriendo de precipitación pluvial entre 350 mm/año y 2.300mm/año. Una temperatura entre 22 a 30°C. Prosperando a una altura entre 0 – 900 msnm (Zárate, 1994)

## **2.6 Tratamientos pregerminativos**

Villanueva (1995) indica, que este método es el medio para romper la latencia y dar paso a la germinación de la semilla, este puede ser: Estratificación, escarificación, lixiviación, combinado, hormonal, otros.

Goitia, (2003) Son técnicas que sirven para superar el bloqueo natural que impide la germinación o para uniformizar y mejorar la velocidad germinativa de la semilla, una de esas formas es la estratificación en arena, escarificación mecánica, remojo en agua. Utilizando de ácidos, hormonas vegetales.

Fossati y Olivera (1996), mencionado por Mamani (2006) señala que, para utilizar tratamientos pregerminativos, en especial si la semilla no están certificadas por algún Banco de semillas. Es importante verificar la existencia de vida en las semillas. Los tratamientos pregerminativos se aplican de acuerdo a las características de las semillas, siendo para las semillas impermeables, el tratamiento aplicado puede ser en agua caliente, en arenilla y la escarificación.

Hartmann y Kester (1997), mencionado por Mamani (2006), indica que para establecer tratamientos e inducir la germinación de la semilla, que incluye el desarrollo de mecanismos internos de letargo, es necesario conocer los requerimientos ecológicos y condiciones favorables para la supervisión de las plántulas. De esta forma preservar las semillas y regular la germinación

Delgado et. al. (2005), en algunas especies, frecuentemente se debe realizar un

---

---

tratamiento pre-germinativo antes de la siembra, tal el caso de muchas semillas del leguminosa que, afín de superar la latencia y garantizar una germinación uniforme, son sometidos al remojo en agua caliente en otras especie se debe romper la cáscara que cubre la semilla (escarificar), por medio mecánico del uso del productos químicos.

### **2.6.1 Remojo en agua**

Villanueva (1995), propone los siguientes tratamientos en agua con algunas variantes.

Se sumerge en agua natural por tiempos variables dependiendo de las especies se debe tener cuidado de cambiar el agua al menos una vez por día para evitar problemas de fermentación.

### **2.6.2 Remojo en agua caliente**

Se sumergen la semilla en agua caliente dejándoles allí hasta que el agua enfrié, los tiempos de remojo son variables para cada especie.

#### **2.6.2.1 Remojo en agua hirviendo**

Se sumerge las semillas en agua hirviendo por tiempos variables dependiendo de las especies, el rango de variación va de 1 a 15 minutos luego se las retira de la fuente de calor.

#### **2.6.2.2 Choque de temperaturas**

Se sumerge la semilla en agua hirviendo por un tiempo corto (1 a 2 min.), luego se le cambia a un recipiente con agua fría, este proceso se lo pude replicar 2 a 4 veces dependiendo re la dureza de la testa.

### **2.6.3 Escarificación**



---

---

Hartmann y Kester (1997) mencionado por Mamani A.Y. (2006). Señala que, la escarificación es cualquier proceso de romper, rayar, alterar mecánicamente o ablandar las cubiertas para hacerlas permeables al agua y los gases.

Patiño et. al. (1983), mencionado por Quenallata J.J. (2008), menciona que la escarificación es cualquier proceso de romper, rayar, alterar, mecánicamente o ablandar las cubiertas de la semilla para hacerlas permeables al agua y a los gases.

#### **2.6.4 Estratificación**

Fossati y Olivera (1996), y Mamani A.Y. (2006), indica que, la estratificación es el método más complicado pero efectivo, en semillas impermeables. Se utiliza como sustrato arenilla fina húmeda bajo sombra. Las semillas deben permanecer en la caja de estratificación por un periodo no mayor de 10 días y riego dos veces a la semana. Después de este periodo, las semillas hinchadas son sembradas directamente en bolsas de polietileno.

Seino (1971) mencionando por Quenallata (2008), indica que la estratificación se realiza dentro de una cama de germinación humedecida a capacidad de campo, en donde las semillas desparramadas de forma bastante espesa y se la cubre con el mismo sustrato de la cama germinadora.

#### **2.7 Latencia o dormancia**

Goitia (2003), indica que existen semillas que aun teniendo la capacidad para germinar y siendo colocadas bajo condiciones adecuadas, no germinan, por lo cual se le llama latencia. En ciertas especies deben ocurrir algunos cambios en la estructura física o bioquímica de la semilla, antes del inicio de la germinación, en otros casos el embrión tiene que someterse a cambios fisiológicos para facilitar la germinación.

Goitia (2003), menciona que entre los factores que afectan la producción de flores, frutos y semilla se tiene aireación, humedad, temperatura, luz, acción de

---

---

---

---

microorganismos y otros factores. En los viveros forestales a través de los métodos pre-germinativos se puede interrumpir la latencia.

Es cuando la semilla no encuentra un medio favorable o adecuado para el crecimiento vegetativo y entonces ingresa a un estado de dormancia o letargo. (FAO, 1990).

Una semilla viable se considera Dormante cuando no germina, aunque le sean suministradas todas las condiciones favorables para que ese proceso ocurra, la dormancia en semillas hace parte de un proceso normal de desarrollo. (Peske, Otero 2006).

## **2.8 Germinación**

Tarima, (1996), la germinación de la semilla es el desarrollo del embrión hasta la formación de la planta. Durante la germinación ocurre una serie de cambios bioquímicas, consistentes principales en la solubilidad de los azúcares, proteínas y grasas de reservas que sufren variaciones para poder ser asimiladas.

Goitia (2003), indica que, la germinación de la semilla consiste en el desarrollo del embrión hasta formación de la nueva planta. En una primera etapa la semilla se hincha, emerge la radícula, se desarrolla y forma la raíz primaria de un crecimiento rápido que permite la fijación de la plántula del suelo, prosiguiendo la germinación en forma epigea o hipogea. Se requiere de una serie de factores fisiológicas como: humedad, luz, gases (participialmente oxígeno) y una adecuada temperatura.

Es cuando las semillas encuentran condiciones ambientales favorables y adecuadas para germinar como: humedad, aire, temperatura. (FAO, 1990)

Rodríguez (1991) define que la germinación es el proceso que consiste en una serie de cambios morfo – anatos y fisiológicos, que comienza con la absorción de

---

---

agua y conduce a la ruptura de la cubierta seminal por la salida de la radícula o plúmula, acompañada por divisiones y crecimientos de la células del embrión y aumento general de la actividad metabólica y el brote de la nueva plántula.

## **2.9 Sustrato**

Delgado et. Al. (2005), el sustrato es la formación ideal para la semilla, donde esta encontrara todas las condiciones ideales para su desarrollo y por lo cual debe tener una buena relación en la composición de arena tierra del lugar y debe tomarse en cuenta la disponibilidad de los materiales pudiendo sustituir algunos componentes con varias opciones, como por ejemplo, lama, Aserrín, tierra del lugar.

EL sustrato debe ser suelto recomendado las siguientes relaciones, 50 % arena y 50% tierra del lugar (Ferreira 1985) (ETSFOR, 1985)

Fachinello y Mettei, (2003), el sustrato debe ser homogéneo presentar un buen drenaje y una buena retención de humedad. Tiene como función proporcionar a la planta sostén mecánico, a la vez permite que las raíces se desarrolle en forma adecuada proporcionando agua, aire y principalmente nutrientes, condiciones que requieren la planta para su crecimiento.

Zalles (1988), indica que los sustratos pueden ser de distintas composiciones, por ejemplo: tierra negra 60% - arena 40%; - arena 50% - aserrín 50%; tierra negra 25% - arena 25% - compost 25%.

### **2.9.1 características de un sustrato**

---

### **2.9.1.1 Tierra agrícola**

Zalles, (1988), indica que la formación natural, es la capa superior de acumulación de la materia orgánica y la lenta descomposición con diferentes valores nutricional.

### **2.9.1.2 Arena**

Ferreira, (1985), indica que se prefiere sustratos arenosos que tenga un buen drenaje para la germinación de la semilla, otros sustratos inertes como la vermiculita, que es un material musáceo, desintegrando, también es recomendable.

Zalles, (1988), señala que la arena está caracterizada por la granulometría que va desde 20 a 200 micrones; son generalmente sueltas, porosas y estéril. En contenidos de nutrientes es bajo y sus valores de pH tienen a ser alcalinos.

### **2.9.1.3 Estiércol de gallinaza**

Bongcam (2003) menciona que, el estiércol de aves, en especial la gallinaza, es cinco veces más rico en ácidos fosfóricos y cal que el de vacuno debido a las altas concentraciones de alimentos en las raciones que consumen y a la menor cantidad de agua en el estiércol. La gallinaza está constituida por celulosa, albuminoides, urea, ácido úrico y estas unidades a una gran población microbial, los compuestos nitrogenados se degradan, desde proteínas hasta producir amoniaco, por tanto la gallinaza mientras se descompone debe ser aireada antes de ser incorporado al suelo.

Restrejo (2001) señala que, el porcentaje de las excretas de varios animales domésticos, es diferente en cada uno de ellos y se detalla en el cuadro 2.

**Cuadro 2.** Composición en porcentaje de las excretas de varios animales domésticos

TIPO DE ESTIERCOL	Macro nutrientes %					Micronutrientes %				
	N	P2PO5	K2O	Ca	Mg	Fe	Mn	Cu	Zn	H2O
Gallinaza	2,43	2,67	4,80	5,70	0,50	1,10	4,25		2,64	19,00
Bobinaza fresca	2,11	1,60	5,76	0,87		1,20	7,63		1,32	75,00
Porcinaza	2,32	4,72	3,90	8,77		8,80	6,43		4,22	62,00
Equinos	2,65	1,95	2,92							

Fuente: Restrejo R. (2001). Elaboración de abonos orgánicos (citado por Bongman 2003)

Restrejo (1998) señala que, el abono de gallinaza mejora la característica de la fertilidad del suelo con algunos nutrientes, principalmente con fósforo, potasio, calcio, magnesio, hierro, magnesio, hierro, manganeso, zinc, cobre y boro.

### **2.10 Mezcla de sustratos**

Tarima, (1996), indica las mezclas utilizadas para el sustrato de viveros deben ser de texturas liviana, suelto de color negro bastante oscuro estar limpia y libre de impurezas. Además que puedan desmenuzarse a mano o pulverizarse en una zaranda; y más que todo debe ser rico en elementos nutritivos.

Al respecto. Prieto (1993), indica que los suelos de la área de forestación son pobres en materias orgánicas y por lo tanto es importante añadir a la maceta en abono animal. Entonces la mezcla es de la siguiente: 45 partes tierra del lugar, 3 partes tierra negra, 2 partes de estiércol, 1 parte de aserrín.

Galloway (1985), indica que las mezclas a realizarse para el repicado de plántulas mucho depende del material disponible localmente; sin embargo se debe tomar en cuenta el porcentaje del estiércol y otros; porque la variación en una de estos provoca muchas desventajas (enfermedades y el crecimiento lento).

Las cuales tampoco se desarrollan en los lugares de plantación definitiva y por consiguiente en los estudios mejor resultados dio es: 5 partes de tierra del lugar, 3 partes de tierra negra o turba, 1 parte de arena, 1 parte de estiércol

---

Mientras que Mariátegui (1991), menciona que los sustratos deben ser suficientemente sueltos, livianos para favorecer la buena formación del sistema radicular de las plántulas. Para conseguir dicha calidad y aconsejable que el sustrato sea una mezcla con ciertos porcentajes de diferentes componentes de tierra de lugar, tierra negra, estiércol y arena; estas mezclas; 3 partes tierra del lugar, 2 partes tierra negra, 3 partes de arena, 2 partes de estiércol

### **2.11 Desinfección del sustrato**

Reynel, C: Felpe, C: Morales, (1987), señala que el formaldehído (250 cc de formol 40%, disuelto en 15 litros de agua) distribuido en 3m<sup>2</sup> de sustrato, luego se protege con un plástico para evitar la evaporación de los gases. Después de 48 horas se destapa y se comprueba que el olor penetrante del formol haya desaparecido.

Explica que para evitar la presencia de insectos, hongos que puedan dañar a la semilla y la plántula, se recomienda hacer una desinfección del sustrato con agua hervida en la cantidad de 15 litros, que se aplica para 2 m<sup>2</sup> de sustrato con una regadera de ducha fina, durante 24 horas antes de la siembra, donde el éxito depende de una buena distribución del agua en el sustrato.

Goitia (2003) señala que, se utiliza diferentes procedimientos, el más general y efectivo se utiliza formol comercial al 40% y diluido en mezclas de formol y agua (1l. de formol y 10 l. de agua) también formalina al 10%, aplicando sobre el sustrato, cubriendo durante 24 o 48 hrs. Con plástico de color negro de preferencia y después, aireando 24 hrs., para posteriormente proceder a la siembra. Otros métodos consiste en la utilización de agua Hirviendo, ácido sulfúrico al 10%, ácido nítrico al 10% bicloruro de mercurio al 2%, entre otros

### **2.12 Manejo de siembra**

Torrez, (1999), indica que la siembra se realiza en surcos, al voleo, o en bandejas

---

---

especiales en almacigo usándose como densidad 1m<sup>2</sup>/planta (10.000 plantas/ha), teniendo en cuenta que el porcentaje de germinación es de 50% entonces sembraremos alrededor de 15.000 semillas (1kilo aproximadamente), antes de la siembra se debe realizar algún tratamiento pre-germinativo, luego se siembra a 2 cm. de profundidad, se debe regar diariamente, se desmaleza al mes de germinados, y a los 2 meses se lo trasplanta al lugar definitivo. Se debe prepara el terreno con un mes de anticipación cavando hoyos de 40\*40\*60cm, y en lo posible con un poco de gallinaza.

Tarima (1996), indica que la semilla debe ser sembrada a una profundidad tal que se encuentre lo suficientemente profunda para que el agua de riego no lo destape, y para que emerger así a la superficie, no gaste demasiada energía.

Ferreira (1985), indica que la siembra muy profunda la semilla se ahoga o consume todas las sustancias de reserva antes de emerger fuera del sustrato. En siembras muy superficiales la semilla corre el riesgo de secarse. Se recomienda una capa de 4 mm de espesor del sustrato.

### **2.13 Embolsado del sustrato**

Tarima (1996), indica que una vez preparada la mezcla adecuada de sustrato y definitivo el tamaño de las bolsas se procede al llenado de las bolsas. En las bolsas se debe dejar por lo menos un centímetro de espacio libre. Si la bolsa está completamente rellena de sustrato, el agua no penetra así al fondo de la misma, perdiéndose por escurrimiento y por lo tanto el riego es ineficiente. El llenado de las bolsas debe ser realizado de manera cuidadosa, evitando dejar bolsones de aire o espacios libres en el interior de las bolsas. Los bolsones de aire tienen efecto negativo en el desarrollo de las raíces y por lo tanto en los plántulos.

Mariátegui (1993), recomienda que los recipientes, donde se trasplantan las plántulas (bolsas de plástico), tengan de 8 a 10 cm de altura, y en lo posible las bolsas tendrían que ser de color negro para su mejor protección de las raíces de

---

---

los rayos del sol. El sustrato de las bolsas debe ser llenadas hasta conseguir una forma cilíndrica, con una buena compactación y en cuya base se perforan dos hileras de cavidades para facilitar el drenaje.

## **2.14 Presencia de plagas**

Tarima, (1996), por lo general el damping-off ataca las plántulas en la fase inicial de germinación. Las esporas se encuentran dispersas en el suelo y muchas veces y bien en la semilla. Este tipo de enfermedad puede aparecer en cualquier época del año dependiendo del tipo de suelo y del clima. Los suelos compactos, la alta humedad y pH alcalinos, contribuyen a la expansión de la enfermedad.

Shroff, (1998), indica que la incidencia del damping-off es mayor en lugares cálidos, que en lugares fríos y menor incidencia en épocas frías. En un buen manejo de la especie las pérdidas de las plántulas no deben ser 5 % a 10 %.

Delgado et.al. (2005), indica que durante el proceso de desarrollo de plántulas, se debe dar seguimiento continuo a la presencia de plagas, para su control oportuno, usando insecticidas y fungicidas.

Vimadi, (1998), menciona que la presencia de enfermedades más frecuentes y las devastadoras es el damping-off (chupadera), es una enfermedad producida por el ataque de una o varias de estos hongos: ***Rhizoctonia sp.***, ***Phytophthora sp.***, y ***Phytophthora sp.***. Estos hongos se encuentran en el suelo o en la tierra en donde se instala el vivero; puede ser transportado con el agua de riego y es posible también que se encuentre en el aire. Los mismos se desarrollan en condiciones favorables; Excesiva sombra, alta humedad en el sustrato, alta humedad en el aire sobre el almácigo, presencia de hierbas y uso de sustratos orgánicos.

## **3. MATERIALES Y METODOS**

### **3.1 LOCALIZACIÓN**

---

---

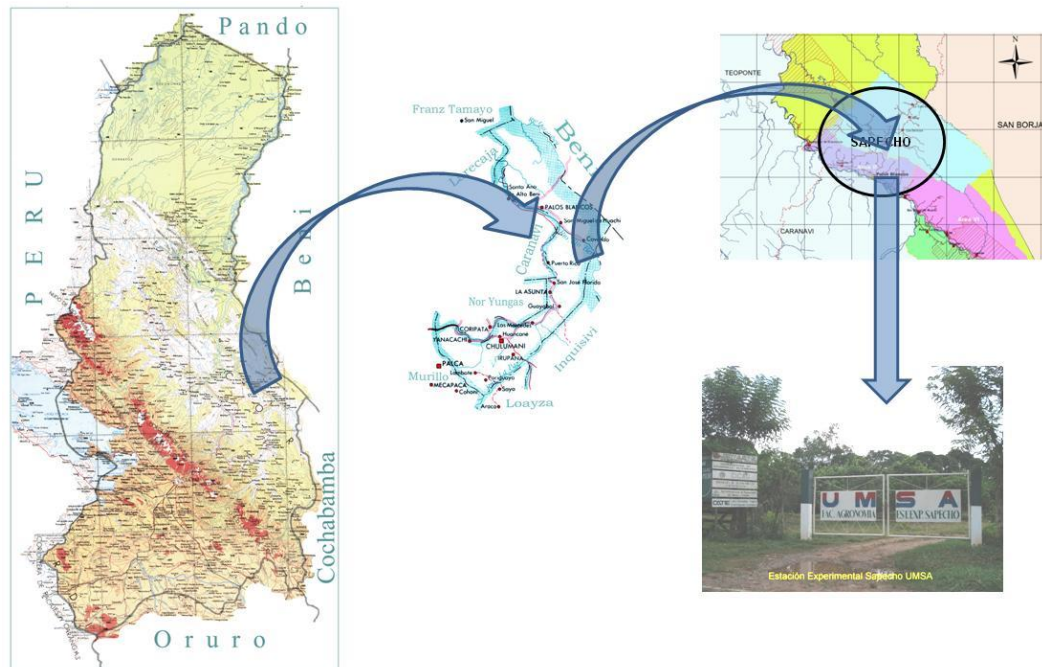


---

### 3.1.1 Ubicación geográfica

El trabajo de investigación se realizó en predios de la Estación Experimental de Sapecho de la facultad de agronomía Ubicado en la comunidad de "Sapecho" de la región del Alto Beni. De la provincia Sud Yungas del departamento de La Paz.

Sapecho geográficamente se encuentra ubicado a  $15^{\circ} 31'$  de latitud Sud y  $67^{\circ} 26'$  de longitud occidental, a una altura aproximada de 450 m.s.n.m., distante a 235 km. de la ciudad de La Paz (Estación Experimental de Sapecho IBTA, 1980, citado por el proyecto CUMAT– COTESU, 1985).



**Fuente:** Atlas digital de Bolivia del Instituto Geográfico Militar

**Figura 2:** Ubicación de la Estación Experimental Sapecho – Alto Beni, Provincia Sud Yungas Departamento de La Paz.

### 3.2 DESCRIPCIÓN AGROECOLÓGICA.

De acuerdo a CUMAT– COTESU (1985), la descripción Agroecológica de la zona

---

---

de Sapecho toma la siguiente característica:

### **3.2.1 Ecología**

Las zonas de vida de la región presenta un patrón de distribución paralelo al valle del río Alto Beni, zona de vida de bosques húmedos subtropical ocupándose y extendiéndose por las colinas circundantes hasta una altitud de 750 m.s.n.m., aproximadamente, siendo más específico la localidad de Sapecho se encuentra en la zona central de valle con topografía plana y suelos aluviales.

### **3.2.2 Clima**

La situación latitudinal y latitudinal determina que el clima del Alto Beni sea cálido y húmedo. La temperatura media anual es de 24.9 °C, y el promedio de precipitación pluvial es de 1.584 mm por año.

La región del Alto Beni presenta climas Cálidas y Húmedas, con amplias variaciones estacionales, Las temperaturas promedio anual oscila entre 22,1°C y 22,6°C la precipitación pluvial media anual varía entre 1300 a 1600 mm/año y la Humedad relativa en promedio es del 78% (SENAMHI, 2001).

### **3.2.3 Suelos**

La califican como un tipo de formación de llanura antigua, y la descripción como suelo de pendientes suaves, profundos y con peligros de anegamiento de mínimo a moderado.

## **3.3 MATERIALES**

### **3.3.1 Material vegetal**

---

Para el presente trabajo de investigación, se usaron semillas de *Leucaena* (*Leucaena leucocephala*), provenientes de BASFOR del departamento de Cochabamba en una cantidad de 4 kg, (Figura 3).



**Figura 3:** Semillas de *Leucaena* (Chamba) (*Leucaena leucocephala*)

### **3.3.2 Materiales de laboratorio y de campo**

#### **Material de campo**

- Picotas
- Baldes
- Azadón
- Machete
- Tamizador
- regaderas
- Palas
- Wincha y flexometro
- Alicates, martillo
- bolsas

#### **Insumos de campo**

- Tierra del lugar
- Aserrín descompuesto
- Arena - lama

#### **Equipo de campo**

- Vernier
- Termómetro ambiental
- Cámara fotográfica

---

### **Insumo químico**

- Formol

### **Equipo de laboratorio**

- Cajas petri
- Estufa
- Papel secante
- Jeringas

### **Equipo y material de escritorio**

- Computadoras
- Planilla de datos
- hojas

## **3.4 METODOLOGÍA DE CAMPO**

### **3.4.1 Acondicionamiento del vivero**

Se acondiciono un vivero con semi – sombra con platabandas con las siguientes

---

dimensiones 1 m de ancho y 5 de largo, (Figura 4).



**Figura 4:** Vivero con semi - sombra acondicionado para el trabajo de investigación

La ubicación del vivero fue en un lugar bien nivelado con una orientación norte – sur donde fueron dispuestos los tratamientos para la disposición de las bolsas con sustrato.

### **3.4.2 Sustrato**

Se utilizaron tres diferentes sustratos con Gallinaza, Aserrín, tierra del lugar y lama (arena fina de río)

Se realizó una mezcla de los sustratos a utilizar con mucha capacidad de aeración, con 50% de tierra del lugar, 30% de arena o lama y 20% de aserrín descompuesto y 20% de gallinaza.

Para este trabajo de campo se acopio tierra del lugar a unos 15 a 20 cm de profundidad de la capa arable con una textura franco a franco arenoso proveniente del monte, así también se tuvo que acopiar lama o arena del río, aserrín y la gallinaza (descompuesto), todo este materia se trajo a los alrededores de la Estación Experimental de Sapecho.

Una vez obtenido todos los sustratos se realizó la respectiva mezcla tomando en cuenta que esté libre de rastrojos, de raíces y otros, se procedió al cernido o tamizado de los mismos utilizando una zaranda metálica, previo al sembrado se realizó la desinfección del sustrato y también se realizó un análisis químico del

---

sustrato

### **3.4.3 Preparación de los sustratos**

Se prepararon sustratos con las siguientes dosificaciones

Sustrato 0, tierra del lugar

Sustrato 1, mezcla de gallinaza y arena a una relación 1:1.

Sustrato 2, mezcla de arena, gallinaza, tierra del lugar en relación 1:1:1

Sustrato 3, mezcla de arena, Aserrín, materia orgánica, tierra del lugar en relación 1:1:1:1

### **3.4.4 Desinfección de sustrato**

Para la desinfección del sustrato se acondiciono platabandas de 1.5 m de ancho y 10 m de largo con madera, en la base se impermeabilizo con plástico o nylon, donde se fue acomodando los sustratos para sepáralos se utilizo el mismo material.

La desinfección del sustrato se realizo con una solución de formol al 40% diluido en agua, el cual se fue regando con una regadera, posteriormente se cubrió en forma hermética con el nylon por un lapso de cinco días, luego se destapo para la aireación por cuatro días, antes del embolsado. Como se observa en la Figura 5.



**Figura 5:** Desinfección del Sustrato

### **3.4.5 Embolsado**

Para el embolsado con los diferentes sustratos se utilizo bolsas de 10 \* 20 cm de color negro, perforando en la base para el drenaje del agua excedentaria, llenándose el sustrato hasta 1 cm antes de la parte superior. Como se observa en la. Figura 6



**Figura 6:** Llenado de bolsas con los diferentes sustratos

### **3.4.6 Preparación de las platabandas con los diferentes sustratos**

Se realizo el acondicionamiento de las platabandas para la aplicación de los diferentes tratamientos con los sustratos ya embolsados para la posterior siembra disponiéndose en dos hileras. Como se observa en la Figura 7.



**Figura 7:** Preparación de platabandas para la aplicación de los diferentes tratamientos

### **3.4.7 Tratamientos pregerminativos**

Se realizaron los siguientes tratamientos pregerminativos:

- Tratamiento 0, sin tratamiento
- Tratamiento 1, se sumergió toda las semillas a sembrar en agua a temperatura ambiente, dejándolas sumergidas durante 24 horas.
- Tratamiento 2, se sumergió las semillas en agua hirviendo por 1 minutos, luego se retirara para que enfríe la semilla, luego se siembra.
- Tratamiento 3, se escarifico las semillas hasta que pierdan el brillo natural, luego se siembra.

### **3.4.8 Siembra**

Se procedió a la siembra de acuerdo a la disposición de los diferentes tratamientos en forma directa en los diferentes sustratos con una semilla por golpe.



---

### **3.4.9 Labores culturales**

#### **3.4.9.1 Control de malezas**

El desmalezado se realizo al mes de la siembra y dependiendo a la humedad y la precipitación que favorecen a un mayor crecimiento y desarrollo de malezas.

#### **3.4.9.2 Riego**

El riego se realizo de forma frecuente durante la tarde y de acuerdo a las necesidades y deficiencias de humedad.

#### **3.4.9.3 Control fitosanitario**

No se realizo ningún control fitosanitario, debido a la no existencia de ataque de ninguna enfermedad ni insectos.

#### **3.4.9.4 Toma de datos**

La toma de datos se inicio desde el momento de la siembra hasta la culminación del trabajo de campo en forma periódica cada 7 días

#### **3.4.9.5 Temperatura**

Se tomaron datos de la temperatura de máximas y mínimas durante el día en forma continua

---

## 3.5 METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN

### 3.5.1 DISEÑO EXPERIMENTAL.

Para el presente trabajo se utilizó el modelo lineal estadístico planteado por Steel –Torrie (1987), de bloques al azar, con arreglo factorial, donde el factor A fueron los diferentes sustratos y el factor B los tratamientos pregerminativos.

**Cuadro 3:** factores de la investigación

#### Factor A Sustratos:

<b>a0</b>	Tierra del lugar
<b>a1</b>	Gallinaza + arena
<b>a2</b>	Arena + gallinaza + tierra del lugar
<b>a3</b>	Arena + aserrín + gallinaza + tierra del lugar

#### Factor B Tratamientos pregerminativos:

<b>b0</b>	Sin tratamiento
<b>b1</b>	Sumergida en agua normal por 24 horas
<b>b2</b>	Sumergida en agua hirviendo por 1 minuto luego enfriar al ambiente
<b>b3</b>	Escarificación de semillas hasta la pérdida del brillo natural

**Cuadro 4:** tratamientos

#### Tratamientos:

Factor A (Sustratos)	Factor B (Tratamientos pregerminativos)	Tratamientos
a0	b0	a0b0
	b1	a0b1
	b2	a0b2
	b3	a0b3
a2	b0	a2b0
	b1	a2b1
	b2	a2b2
	b3	a2b3
a3	b0	a3b0
	b1	a3b1
	b2	a3b2
	b3	a3b3
a4	b0	a4b0
	b1	a4b1
	b2	a4b2
	b3	a4b3

---

### 3.5.2 Modelo lineal estadístico

El siguiente modelo lineal estadístico fue planteado por Steel – Torrie (1987):

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

Donde:

$Y_{ij}$  = Efecto total de la unidad experimental

$\mu$  = Media general del experimento.

$\alpha_i$  = Efecto de la i-esimo tratamiento pre - germinativo

$\beta_j$  = Efecto de j-esimo sustrato

$\alpha\beta_{ij}$  = Efecto de la interacción de factores, i-esimo tratamiento pre - germinativo con el j-esimo sustrato

$\varepsilon_{ij}$  = Error experimental.

### 3.5.3 Evaluación de datos y transformación.

El análisis estadístico de los datos fue realizado utilizando el paquete estadístico “SAS”, de ellos se realizó la comparación de medias y el análisis de varianza la significancia de las medias se evaluó con la prueba de Duncan al 5% de significancia. Debido a que algunos de los datos del experimento no estaban dentro de una curva normal, se hizo una transformación de los mismos con la raíz cuadrada de x.

### 3.5.4 Metodología para el análisis económico de costos parciales.

Para el análisis económico, se utilizaron la metodología propuesta por el CIMMYT; citado por Perrin, *et al.*, (1988) la cual se basa en un análisis de retornos marginales para cada tratamiento.

Sugiere las siguientes formulas para un análisis económico mediante la relación

---

---

beneficio – costo Según Perrin, *et al.*, (1988).

$$IB = R * P \quad BN = IB - C \quad \text{RELACION} \quad B/C$$

Donde:

Cuando:

IB = Ingreso bruto

B/C mayor a 1 = Rentable

R = Rendimiento

B/C igual a 1 = Sin utilidad

P = Precio de mercado

B/C menor a 1 = No es rentable

BN = Beneficio neto

C = Costo

B = Beneficio

### 3.5.5 Metodología para la evaluación de los tratamientos

Las variables de respuesta medidas durante el estudio fueron las siguientes:

#### 3.5.5.1 Evaluación del comportamiento agronómico de la *Leucaena* (*Leucaena leucocephala*)

- **Porcentaje de germinación**

Se contaron las plántulas emergidas por tratamientos en forma diaria para la determinación del porcentaje de germinación, a partir de la siembra

- **Días a la germinación**

Se contaron los días desde la siembra hasta que emergieron el 50 % del total de semillas sembradas, de los tratamientos en estudio.

- **Días a la aparición de hojas verdaderas**

---

---

Se conto el número de días a la aparición de las primeras hojas verdaderas de los plantines muestra, en forma diaria para cada uno de los diferentes tratamientos.

- **Altura de la planta**

La altura de planta se midió con regla graduada en cm, a partir de la aparición de la primera hoja verdades en todas las muestras para cada uno de los tratamientos cada 7 días, durante 3 meses de crecimiento, hasta que los plantines alcanzaron una altura ideal para el establecimiento en el lugar definitivo.

- **Diámetro de cuello**

El diámetro de tallo se midió con la ayuda de un Vernier con mucho cuidado, a la altura de 1 cm por encima del sustrato durante 3 meses de crecimiento en 7 oportunidades, de los plantines muestra, para todos los tratamientos.

- **Número de hojas compuestas**

Se realizo el conteo de número de hojas compuestas después de la aparición de la primera hoja verdadera, observando la cantidad de hojas hasta la culminación del experimento en los diferentes tratamientos, de los plantines muestra.

- **Longitud de raíz principal y secundaria.**

Se realizo la medición la longitud de la raíz principal a partir del cuello hasta el extremo por única vez tomándose un muestra al azar de los plantines muestra, luego se midió las longitudes de la raíz secundaria, una vez que las plantas hayan alcanzando la altura optima para su trasplante a campo, con la ayuda de una regla graduada en cm.

#### **4. RESULTADOS Y DISCUSIONES**

---

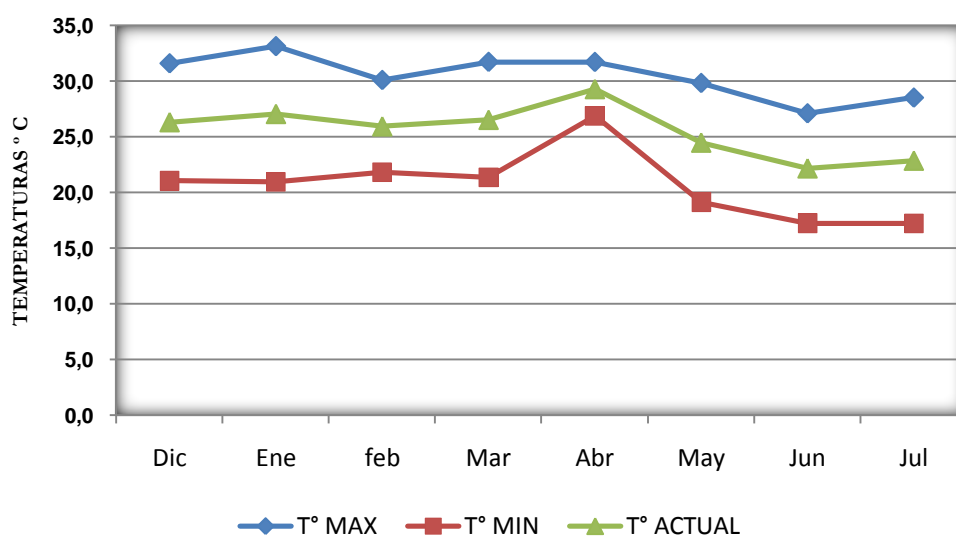
---

---

Los resultados a los que se llegó luego del trabajo de investigación son los siguientes:

#### 4.1 Comportamiento climático

El efecto de las condiciones climáticas de la región del trabajo de investigación con los tratamientos pregerminativos y en diferentes sustratos de la especie en estudio, según registros del comportamiento climático del año 2009 durante el periodo, enero hasta fines del mes de junio (Figura 8).



**Figura 8:** Variación de temperaturas máximas y mínimas en la estación experimental de Sapecho.

La temperatura minina de mes de diciembre a abril de un promedio de 21°C y las temperaturas máximas tenemos un promedio de 31°C pero entre los meses mayo y julio las temperaturas descendieron hasta un promedio de 17 y 27°C, y se tuvo una temperatura actual que fue muy variado 23 y 29°C.

#### 4.2 ANÁLISIS FÍSICO – QUÍMICO DEL SUSTRATO

El análisis físico – químico del sustrato fue realizado en los laboratorios de física y

---

química de suelos del Instituto Boliviano de Ciencia y Tecnología Nuclear (IBTEN). Los resultados obtenidos se encuentran detallados en el Anexo (2 y 3).

#### **4.2.1 sustrato 0: tierra del lugar**

##### **4.2.1.1 Análisis físico**

- **Textura del suelo.** El sustrato analizado presenta una clase textural Franco arcillo (FY), con la siguiente distribución: arena 30%, arcilla 28%, limo 42%.
- **Densidad aparente.** El análisis físico muestra una densidad aparente de  $1.4 \text{ g/cm}^3$ , que corresponde a un suelo con bastante materia orgánica.
- **Densidad real.** La densidad real del sustrato es de  $2,42 \text{ g/cm}^3$ , este valor es común de suelos orgánicos.
- **Porosidad.** El porcentaje de porosidad del sustrato es de 49 %, correspondiente a un suelo orgánico con elevado contenido de poros.

##### **4.2.1.2 Análisis químico**

- **pH.** El sustrato presentó un pH de 6.92, que corresponde a suelos neutro, lo cual está acorde a los requerimientos del cultivo,
- **CE.** La conductividad eléctrica fue de 0.750 mmhos/cm, lo que indica que no existió problemas de salinidad.
- **Capacidad de intercambio cationico.** La capacidad de intercambio cationico (CIC) fue de 18.37 meq/100g de suelo. De acuerdo a la escala (Anexo 2.1), citada por Maldonado, (1999) este CIC es considerado muy alto razón por la cual favoreció la adecuada absorción de nutrientes.

- 
- **Porcentaje de materia orgánica.** El porcentaje de materia orgánica fue de 4.71%. Ello favoreció a la retención de humedad y disponibilidad de nutrientes.
  - **Porcentaje de saturación de bases.** El sustrato presenta 99.5 % de saturación de bases, lo que indica alta fertilidad actual del suelo.
  - **Porcentaje de saturación de aluminio.** El porcentaje de saturación de aluminio fue de 0.10 %, considerado bajo, por tanto, no causó efecto negativo en el desarrollo de las plantas.
  - **Fósforo asimilable.** El porcentaje de fósforo asimilable fue de 18.77 mg<sup>-1</sup>
  - **Porcentaje de nitrógeno total.** El contenido de nitrógeno en el sustrato fue de 0.25%.

El sustrato favoreció al desarrollo del cultivo, por el tipo de estructura que presenta además de contar con buen drenaje. Lo que coincide con, (CATIE 1991, Cardona y Suárez 1996) la *Leucaena* crece muy bien en suelos con pH que varía entre 5.0 y 8.0, de fertilidad moderada a alta, y con buen drenaje, pues normalmente no tolera suelos que se inundan.

## 4.2.2 sustrato 1: materia orgánica y arena

### 4.2.2.1 Análisis físico



- 
- **Textura del suelo.** El sustrato analizado presenta una clase textural Franco arenoso (FA), con la siguiente distribución: arena 72%, arcilla 14%, limo 14%.
  - **Densidad aparente.** El análisis físico muestra una densidad aparente de 1.6 g/cm<sup>3</sup>, que corresponde a un suelo con bastante materia orgánica.
  - **Densidad real.** La densidad real del sustrato es de 2,42 g/cm<sup>3</sup>, este valor es común de suelos orgánicos.
  - **Porosidad.** El porcentaje de porosidad del sustrato es de 41 %, correspondiente a un suelo orgánico con elevado contenido de poros.

#### 4.2.2.2 Análisis químico

- **pH.** El sustrato presentó un pH de 7.41, que corresponde a suelos medianamente alcalinos, lo cual está acorde a los requerimientos del cultivo, ya que la *Leucaena* para su mejor desarrollo requiere pH que varía entre 5.0 y 8.0 (CATIE 1991, Cardona y Suárez 1996),
- **CE.** La conductividad eléctrica fue de 0.304 mmhos/cm, lo que indica que no existió problemas de salinidad.
- **Capacidad de intercambio cationico.** La capacidad de intercambio cationico (CIC) fue de 19.54 meq/100g de suelo. De acuerdo a la escala (Anexo 2.1), citada por Maldonado, (1999) este CIC es considerado muy alto razón por la cual favoreció la adecuada absorción de nutrientes.
- **Porcentaje de materia orgánica.** El porcentaje de materia orgánica fue de 4.66%. Ello favoreció a la retención de humedad y disponibilidad de nutrientes.

- 
- **Porcentaje de saturación de bases.** El sustrato presenta 99.1% de saturación de bases.
  - **Porcentaje de saturación de aluminio.** El porcentaje de saturación de aluminio fue de 0.18%, considerado bajo, por tanto, no causó efecto negativo en el desarrollo de las plantas.
  - **Fósforo asimilable.** El porcentaje de fósforo asimilable fue de 86.90 ppm
  - **Porcentaje de nitrógeno total.** El contenido de nitrógeno en el sustrato fue de 0.35%.

#### 4.2.3 sustrato 2: arena, materia orgánica, tierra del lugar

##### 4.2.3.1 Análisis físico

- **Textura del suelo.** El sustrato analizado presenta una clase textural Franco (F), con la siguiente distribución: arena 43%, arcilla 20%, Limo 37%.
- **Densidad aparente.** El análisis físico muestra una densidad aparente de  $1.5 \text{ g/cm}^3$ , que corresponde a un suelo con bastante materia orgánica.
- **Densidad real.** La densidad real del sustrato es de  $2,75 \text{ g/cm}^3$ , este valor es común de suelos orgánicos.
  
- **Porosidad.** El porcentaje de porosidad del sustrato es de 45%, correspondiente a un suelo orgánico con elevado contenido de poros.

##### 4.2.3.2 Análisis químico

---

- 
- **pH.** El sustrato presentó un pH de 6.94 que corresponde a suelos neutros, lo cual está acorde a los requerimientos del cultivo, ya que la *Leucaena* para su mejor desarrollo requiere pH que varía entre 5.0 y 8.0 (CATIE 1991, Cardona y Suárez 1996),
  - **CE.** La conductividad eléctrica fue de 0.459 mmhos/cm, lo que indica que no existió problemas de salinidad.
  - **Capacidad de intercambio cationico.** La capacidad de intercambio cationico (CIC) fue de 26.48 meq/100g de suelo. De acuerdo a la escala (Anexo 2.1), citada por Maldonado, (1999) este CIC es considerado muy alto razón por la cual favoreció la adecuada absorción de nutrientes.
  - **Porcentaje de materia orgánica.** El porcentaje de materia orgánica fue de 6.80 %. Ello favoreció a la retención de humedad y disponibilidad de nutrientes.
  - **Porcentaje de saturación de bases.** El sustrato presenta 98.3 % de saturación de bases.
  - **Porcentaje de saturación de aluminio.** El porcentaje de saturación de aluminio fue de 0.45 %, considerado bajo, por tanto, no causó efecto negativo en el desarrollo de las plantas.
  - **Fósforo asimilable.** El porcentaje de fósforo asimilable fue de 75.17 mg<sup>-1</sup>
  - **Porcentaje de nitrógeno total.** El contenido de nitrógeno en el sustrato fue de 0.30 %.

#### 4.2.4 sustrato 3: arena, Aserrín, materia orgánica, tierra del lugar

---

---

#### 4.2.4.1 Análisis físico

- **Textura del suelo.** El sustrato analizado presenta una clase textural Franco arenoso (FA), con la siguiente distribución: arena 54 %, arcilla 19 %, limo 27 %.
- **Densidad aparente.** El análisis físico muestra una densidad aparente de  $1.6 \text{ g/cm}^3$ , que corresponde a un suelo con bastante materia orgánica.
- **Densidad real.** La densidad real del sustrato es de  $2,60 \text{ g/cm}^3$ , este valor es común de suelos orgánicos.
- **Porosidad.** El porcentaje de porosidad del sustrato es de 43 %, correspondiente a un suelo orgánico con elevado contenido de poros.

#### 4.2.4.2 Análisis químico

- **pH.** El sustrato presentó un pH de 7.42, que corresponde a suelos medianamente alcalinos, lo cual está acorde a los requerimientos del cultivo, ya que la *Leucaena* para su mejor desarrollo requiere pH que varía entre 5.0 y 8.0 (CATIE 1991, Cardona y Suárez 1996),
- **CE.** La conductividad eléctrica fue de  $0.218 \text{ mmhos/cm}$ , lo que indica que no existió problemas de salinidad.
- **Capacidad de intercambio cationico.** La capacidad de intercambio cationico (CIC) fue de  $24.54 \text{ meq/100g}$  de suelo. De acuerdo a la escala (Anexo 2.1), citada por Maldonado, (1999) este CIC es considerado muy alto razón por la cual favoreció la adecuada absorción de nutrientes.

- **Porcentaje de materia orgánica.** El porcentaje de materia orgánica fue de 5.47 %. Ello favoreció a la retención de humedad y disponibilidad de nutrientes.
- **Porcentaje de saturación de bases.** El sustrato presenta 99.1% de saturación de bases.
- **Porcentaje de saturación de aluminio.** El porcentaje de saturación de aluminio fue de 0.23 %, considerado bajo, por tanto, no causó efecto negativo en el desarrollo de las plantas.
- **Fósforo asimilable.** El porcentaje de fósforo asimilable fue de 88.70 mg<sup>-1</sup>
- **Porcentaje de nitrógeno total.** El contenido de nitrógeno en el sustrato fue de 0.29 %.

Los sustratos utilizados favorecieron al desarrollo de las plántulas de Leucaena, por el tipo de estructura que presenta además de contar con buen drenaje (Cuadro 5). Lo que coincide con, (CATIE 1991, Cardona y Suárez 1996), la Leucaena crece muy bien en suelos con pH que varía entre 5.0 y 8.0, de fertilidad moderada a alta, y con buen drenaje, pues normalmente no tolera suelos que se inundan.

**Cuadro 5.** Resumen de análisis químico de los Sustratos

ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO DE SUELOS		S 0	S 1	S 2	S 3
<b>A) ANÁLISIS FÍSICO</b>					
1	Textura del Suelo	FY	FA	F	FA

2	Densidad Aparente (g/cm <sup>3</sup> )	1,49	1,6	1,5	1,6
3	Densidad Real (g/cm <sup>3</sup> )	2,42	2,42	2,75	2,60
4	Porosidad (%)	49,00	41	45	43
<b>B) ANALISIS QUIMICO</b>					
1	PH	6,92	7,41	6,94	7,42
2	CE (mmhos/cm)	0,75	0,304	0,459	0,218
3	CIC (meq/100g)	18,37	19,54	26,48	24,54
4	% M.O.	4,71	4,66	6,80	5,47
5	Saturación de Bases (%)	99,50	99,1	98,3	99,1
6	% Saturación de aluminio	0,10	0,18	0,45	0,23
7	Fosforo (P) Asimilable (ppm)	18,77	88,9	75,17	88,70
8	Nitrógeno Total (%)	0,25	0,35	0,30	0,29

### 4.3 COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DE LA LEUCAENA (*Leucaena leucocephala*)

#### 4.3.1 Días a la germinación

Para la determinación de esta variable se tuvo que realizar un conteo del número de plantas emergidas por cada tratamiento durante 30 días del inicio a la emergencia, seguidamente para poder distinguir los diferentes efectos de los tratamientos se efectuó un análisis de varianza para los datos tomados cuadro 6.

##### 4.3.1.1 Análisis de días a la germinación, por el efecto de tratamientos pregerminativos y sustratos.

La variable de respuesta días a la germinación en el vivero de la semilla de *Leucaena leucocephala*, el análisis de varianza, muestra diferencias

significativas a un nivel del 5% entre los sustratos y los tratamientos pregerminativos, pero si existen diferencias significativas entre (sustratos) y (tratamientos pregerminativos), así como se observa en el cuadro 6. En el experimento se pudo comprobar que el efecto de los sustratos y los tratamientos pregerminativos resulta ser estadísticamente significativo.

**Cuadro 6.** Análisis de varianza para días a la germinación en campo a 30 días

Fuentes de variación	G.L.	S.C	C.M	F. Cal	Prob. <F.Cal.
Sustrato (A)	3	0.000	0.000	0.0000	NS
Tratamientos pregerminativos (B)	3	675.167	225.056	48.0119	0.0000 **
A x B	9	25.500	2.833	0.6044	NS
Error	32	150.000	4.688		
Total	47				

\* = Significativo

\*\* = Altamente significativo

NS = No significativo

C.V = 7.78 %

El coeficiente de variación obtenida es de 7.78%, que está dentro del rango permitido, lo que muestra el buen manejo de los datos.

**- Comparación de medias días a la germinación Duncan al 0.05 %**

Según la prueba de medias Duncan que se observa en el cuadro 7, para el porcentaje de días a la emergencia en campo durante el lapso de los 30 días, se comprueba que en el factor B (tratamientos pregerminativos), estadísticamente existen diferencias significativas a un nivel del 5% entre los tratamientos, remojo en agua hervida (b2) con un promedio 21,58% días a la germinación y en el tratamiento escarificación (b3) con un promedio de 28,33 días, como también el

tratamiento (b0), semilla sin tratamiento tubo un porcentaje de 30,25% de días y por ultimo tenemos el Tratamiento (b1), que es remojo en agua que tuvo un porcentaje de 31,17% días a la germinación.

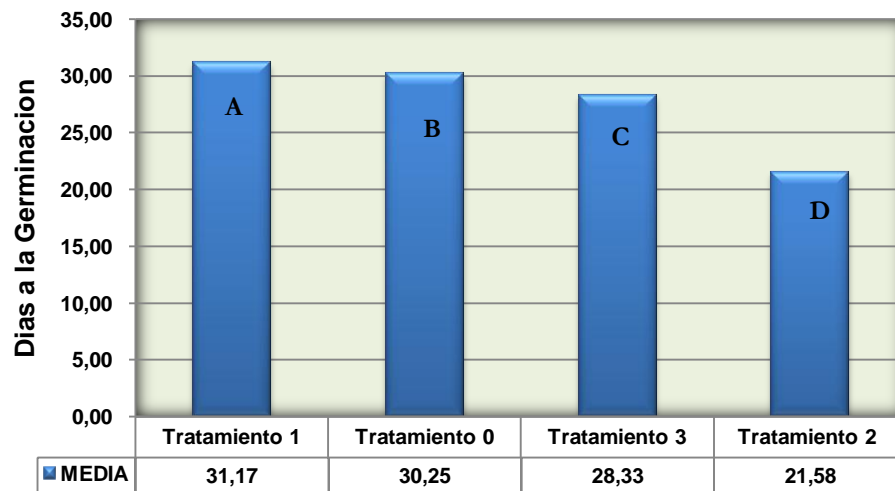
**Cuadro 7.** Comparación de Media estimada de los tratamientos de días a la emergencia.

---

Tratamientos	MEDIA	PRUEBA DUNCAN ( $\alpha - 0,05$ )
Tratamiento 1	31,17	A
Tratamiento 0	30,25	B
Tratamiento 3	28,33	C
Tratamiento 2	21,58	D

Comparando los resultados obtenidos del cuadro 7 y figura 9, el tratamiento (b2= remojo en agua hervida a un minuto) se observa que el tiempo o días a la germinación es de 21,58% seguido del tratamiento (b3= escarificación de la semilla), que tuvo un valor de días a la germinación de 28,33% debido a que se considera tratamientos nada torpes al romper la testa protectora de las semillas durante su germinación. Además del efecto del estrés causado en alternaciones de sequedad y humedad en la semilla durante los tratamientos, influyendo y/o favoreciendo en los días de la germinación.





Tratamientos Pregerminativos en las semillas de Leucaena

b3 escarificación del a semilla  
b2 remojo en agua hervida en un minuto

b1 remojo en agua 24 horas  
b0 sin tratamiento (testigo)

**Figura 9.** Promedio días a la emergencia de plántulas de Leucaena para los tratamientos pregerminativos

En el grafico 9 nos muestra (b2= remojo en agua hervida a un minuto), nos muestra el grafico un valor de 21,58% al días de la emergencia, en comparación a los demás tratamientos, por lo tanto los tratamientos realizados a las semillas hubo diferencias significativas en los cuatro tratamiento b2= 21,58%, b3= 28,33%, b0= 32,25%, b1= 31,17%.

#### 4.3.2 Porcentaje de germinación de la semilla de Leucaena

##### 4.3.2.1 Análisis del porcentaje de germinación a los 31 días después de la siembra.

Con los resultados obtenidos a los 31 días después de la siembra, se realiza el análisis de varianza para la variable porcentaje de germinación. Dicho resultado se presenta en el cuadro 8.

##### 4.3.2.2 Análisis porcentaje de germinación, en tratamientos pregerminativos

---

---

## y sustratos.

En el análisis de varianza en el porcentaje de germinación en campo de las semillas de *Leucaena* (*Leucaena leucocephala*) a un nivel de significancia del 5%, se observa que no existe diferencias significativas en los diferentes sustratos, pero si una alta significancia entre los diferentes tratamientos pregerminativos y no siendo significativo en la interacción sustratos y tratamientos pregerminativos, como se puede observar en el cuadro 8.

**Cuadro 8.** Análisis de varianza para el porcentaje de germinación en campo a los 31 días (%)

Fuentes de variación	G.L.	S.C	C.M	F. Cal	Prob. <F.Cal.
Sustrato (A)	3	92.020	30.673	0.5621	NS
Tratamientos pregerminativos (B)	3	1872.689	624.230	11.4386	0.0000 **
A x B	9	669.096	74.344	1.3623	0.2458 NS
Error	32	1746.318	54.572		
Total	47	4380.122			

\* = Significativo \*\* = Altamente significativo NS = No significativo  
C.V = 9.10 %

El coeficiente de variación obtenida es de 9.10%, % que está dentro del rango permitido, lo que muestra el buen manejo de los datos.

### - Comparación de medias para la variable porcentaje de germinación Duncan al 0.05 %

Según el análisis de varianza del cuadro 8, se determino que la diferencias significativas entre los tratamientos pregerminativos para tal efecto se realizo el análisis de comparación de medias se analiza cuadro 9 y la figura 10, mediante la prueba de Duncan a un nivel de significancia del 5%.

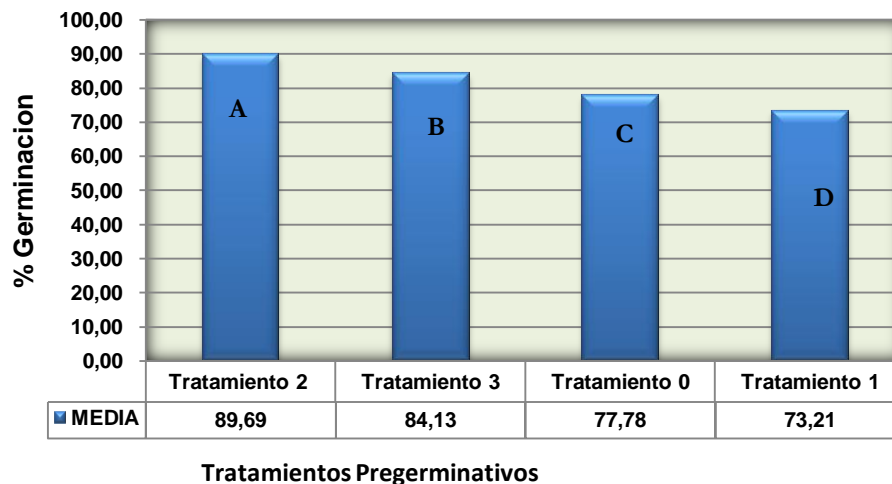
**Cuadro 9,** Comparación de medias de porcentaje de germinación para los platines de *Leucaena* a diferentes tratamientos

---

---

Tratamientos	MEDIA	PRUEBA DUNCAN ( $\alpha - 0,05$ )
Tratamiento 2	89,69	A
Tratamiento 3	84,13	B
Tratamiento 0	77,78	C
Tratamiento 1	73,21	D

Comparando los resultados obtenidos en el cuadro 9 y figura 10, muestra los tratamientos pregerminativos tienen un rango diferente en el porcentaje de la germinación, en este caso el tratamiento (b2=remojo en agua hervida) muestra un mayor porcentaje de germinación de 89,69% y el tratamiento (b3= que se realizo la escarificación) también muestra un mayor porcentaje de germinación de 84,13% a lo que se considera tratamientos más viables en la ruptura de la testa. Mientras en los tratamientos b0, b1 no muestra un porcentaje alto de germinación de un 77.78% y 73.21% respectivamente, por la cual sería que los tratamientos no fueron tan viables.



b3 escarificación de la semilla  
b2 remojo en agua hervida en un minuto

b1 remojo en agua 24 horas  
b0 sin tratamiento (testigo)

**Figura 10**, promedio del porcentaje de germinación de platines de *Leucaena* para los tratamientos pregerminativos

El tratamiento (b2= remojo en agua hervida), reporta el mayor promedio del porcentaje de germinación aun valor de 89,69 % (90) platines en comparación a

---

---

las demás en cuanto al tratamiento (b3= escarificación), también tiene un promedio mayor casi asimilando al rango del tratamiento (b2) la cual tiene un rango de 84,13% pero los demás tratamientos están muy por debajo del rango la cual indica que debido al tratamiento testigo y remojo en agua tenga el promedio de (70).

Weaver (1993), asume que la semilla propia del lugar con mayor humedad atmosférica se comporta por lo usual mejor que aquellas de la región secas. Por otra parte el estudio llevado de la semilla originaria de bosques secos parecen germinar con mayor facilidad que aquellas originarias de áreas húmedas, pero su porcentaje de germinación es baja. Sin embargo, la alta humedad atmosférica, así como el alto contenido de humedad en las semillas, acorta la vida de almacenamiento de las semillas.

Así mismo, Hartmann y Kester (1997), indica que el factor más importante en el control de la germinación es el contenido de agua en la semilla, que debe ser mayor al 60%; así como la influencia de la aireación, la que consiste en una germinación rápida y uniforme.

#### **4.3.3 Evaluación de Número de días a las hojas verdaderas de platines de Leucaena**

En este caso se realizó la evaluación de las hojas verdaderas desde el inicio de la germinación observado el cambio de las hojas verdaderas contando los días y los días que cambiarían de hojas hasta los 30 días.

##### **4.3.3.1 Análisis de varianza de la variable número de días a las hojas verdaderas**

En el desarrollo de las hojas verdaderas de los platinos de *Leucaena*, el análisis de varianza del cuadro 10 muestra estadísticamente que no existen diferencias significativas a un nivel del 5%, entre los diferentes sustrato, lo que se puede decir que no tiene influencias en la aparición de las hojas verdaderas poro sí la aplicación de los diferentes tratamientos y no así en la interacción de ambos factores.

Sin embargo, probablemente sea debido al metabolismo de cada plantin, el cual tuvo el efecto de la aparición de las primeras hojas verdaderas.

**Cuadro 10**, Análisis de varianza de la variable número de días a las hojas verdaderas

Fuentes de variación	G.L.	S.C	C.M	F. Cal	Prob. <F.Cal.
Sustrato (A)	3	0.190	0.063	0.3430	NS
Tratamientos pregerminativos (B)	3	1.662	0.554	3.0038	0.0448 *
A x B	9	1.313	0.146	0.7909	NS
Error	32	5.902	0.184		
Total	47	9.067			

\* = Significativo      \*\* = Altamente significativo      NS = No significativo  
C.V = 16.13 %

El coeficiente de variación obtenido es de 16.13 % que está dentro del rango permitido, lo que muestra el buen manejo de los datos.

**- Comparación de medias para la variable número de días a la hoja verdadera Duncan al 0.05 %**

Según el análisis de varianza del cuadro 10, se obtuvo diferencias significativas para los tratamientos pregerminativos cuya media se analizan en el cuadro 11 y la figura 11 a través la prueba de Duncan, a un nivel de significancia del 5%

**Cuadro 11**, Comparación de medias para el número de días a las hojas verdaderas para los tratamientos pregerminativos la *Leucaena*.

---

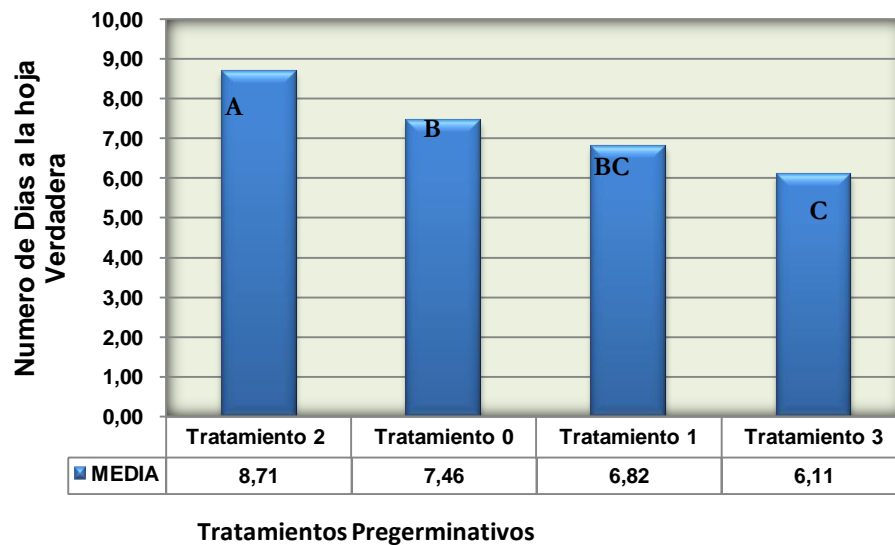


---

Tratamientos	MEDIA	PRUEBA DUNCAN ( $\alpha - 0,05$ )
Tratamiento 2	8,71	A
Tratamiento 0	7,46	B
Tratamiento 1	6,83	B C
Tratamiento 3	6,11	C

En la prueba de medias del cuadro 11 y la figura 11, muestran diferencias significativas en la aplicación de los diferentes tratamientos en el número de días a la aparición de las hojas verdaderas, para el tratamiento (b2= remojo en agua hervida por un minuto) con un promedio de 8,71 (9), (b0= testigo) con un promedio 7,46%, (b1= remojo en agua natural en 24 hrs) con un promedio de 6,83% y (b3= escarificación de la semilla) con un promedio 6,11 (6) días a las hojas verdaderas, es decir que para el tratamiento b3 tuvo un mejor resultado en la aparición de las hojas verdaderas de 6 días en comparación de los otros tratamientos entre 7 y 9 días, esto probablemente sea debido a un actividad metabólica mayor y el estrés sufrido por la aplicación de los diferentes tratamientos pregerminativos en las semillas.

Las respuestas que se obtuvieron fueron debidas a que se manejaron diferentes tratamientos pregerminativos y también fueron muy distintos sus comportamientos, tal es el caso del tratamiento b2 que tiene más días a las hojas verdaderas que el tratamiento b3 que tiene un promedio menor de días a las hojas verdaderas, al respecto bosque (2002), indica que la estimulación de las fitohormonas actúan sobre la división celular y desarrollo de los órganos de la planta.



b3 escarificación de la semilla  
b2 remojo en agua hervida en un minuto

b1 remojo en agua 24 horas  
b0 sin tratamiento (testigo)

**Figura 11,** Promedio del día a las hojas verdaderas de los platines de *Leucaena* de los tratamientos pregerminativos

Como podemos observar en el cuadro 11, los comportamientos fueron diferentes en los tratamientos pregerminativos para el número de días a las hojas verdaderas, es así que el comportamiento climático de la zona también influye en la aparición de las hojas verdaderas de las plántulas, con la alternancia de días lluviosos y secos favoreció a la calidad del sustrato, es decir cuando mejor estructura y humedad de suelo se le puede proveer a la *Leucaena*, mayor es la posibilidad en efecto de tener un crecimiento y desarrollo rápido de sus órganos (Pastrana 2007).

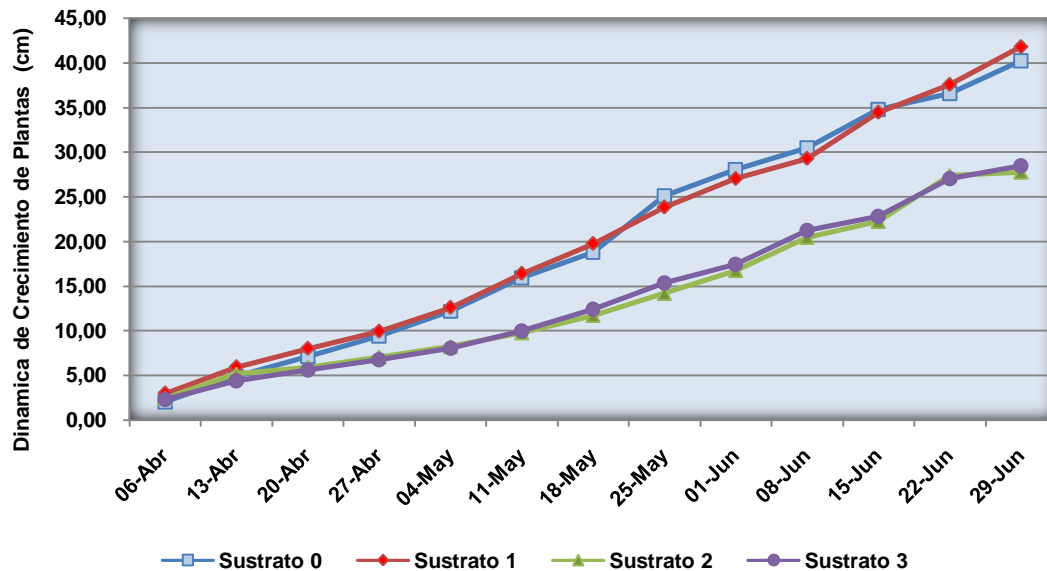
#### 4.3.4 Evaluación del crecimiento en la altura de las plantines de *Leucaena*

La evaluación del crecimiento de la altura de los platines de *Leucaena* en el seguimiento de los 90 días se realiza la toma de datos midiendo desde la aparición de las hojas verdaderas hasta la culminación del experimento tomando datos con una cinta métrica cada 15 días.

---

**- Comportamiento de la altura de plantas de la Leucaena durante el establecimiento en el vivero por el efecto de la aplicación de los diferentes sustratos**

Según el seguimiento evaluativo de la dinámica de crecimiento de la altura de los platines, en los diferentes sustratos se tuvo los siguientes resultados figura 12.



a0= tierra del lugar  
a1= mezcla de materia orgánica y arena  
a2= mezcla de arena, materia orgánica, tierra del lugar  
a3= mezcla de arena, Aserrín, materia orgánica, tierra del lugar

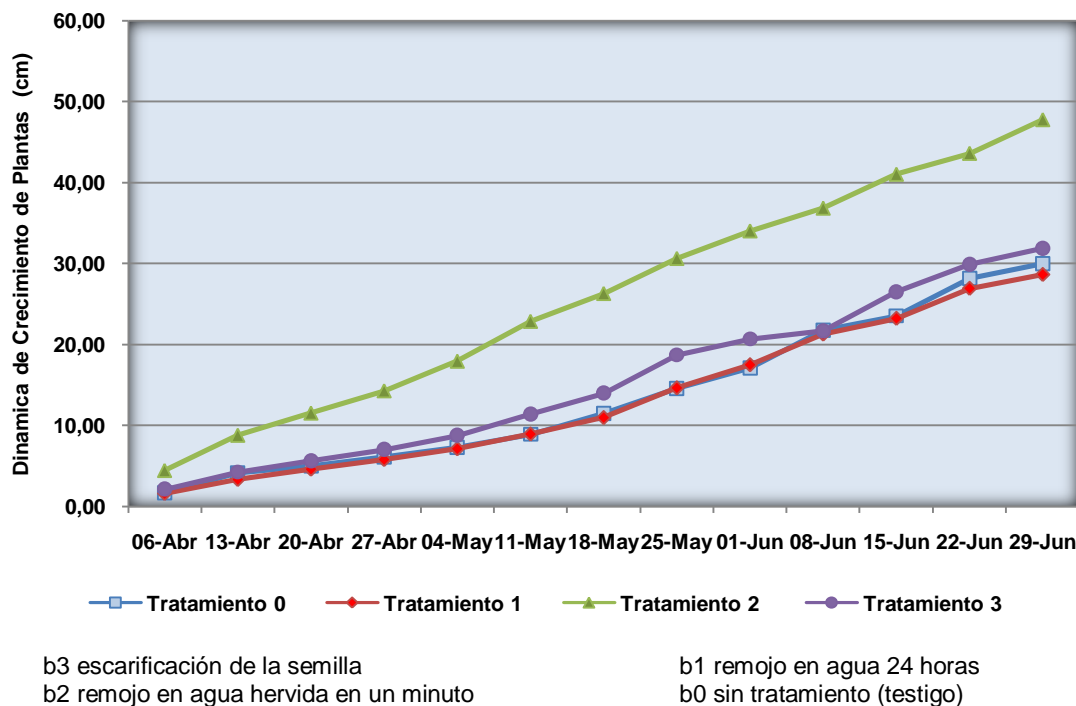
**Figura 12,** Dinámica de crecimiento de la altura de los platines de Leucaena en los diferentes sustratos

El comportamiento de crecimiento de la figura 12, nos indica que la altura de los platines en los 90 días de evaluación por efecto de la aplicación de los sustratos, donde se observa que los sustratos (b0) (b1), tuvieron un comportamiento de crecimiento similar los cuales desarrollaron mucho más, en cambio que los sustratos (b2) (b3), estos dos sustratos tuvieron una influencia en los platines en su desarrollo el cual fue menor, esto debido a la estructura físico – químico que presentamos los diferentes sustratos facilitando un mayor desarrollo de las raíces y de los plantines.



**- Comportamiento de la altura de plantas de la Leucaena durante el establecimiento en el vivero por el efecto de la aplicación de los diferentes Tratamientos Pre – germinativos**

Según el seguimiento evaluativo de la dinámica de crecimiento de la altura de los platines, por efecto de los tratamientos pre-germinativos se comportan de la siguiente manera figura 13.



**Figura 13,** Dinámica de crecimiento de la altura de los platines de Leucaena en los diferentes tratamientos pre-germinativas

En la figura 13, observamos la dinámica de crecimiento en la altura de platines por el efecto de los tratamientos pre-germinativas, por el cual el tratamiento (b2= remojo en agua hervida), tuvo un crecimiento en altura de plantas más altos llegando casi a la altura promedio de 50 cm, y los tres siguientes tratamientos pre-germinativas (b3)(b1)(b0), no tuvieron una diferencia en el crecimiento de los platines llegando a una altura promedio entre los 30 y 35 cm respectivamente.

---

---

#### 4.3.4.1 Análisis de varianza para el crecimiento de la altura de las plantines

Para el análisis de esta variable se realizó un muestreo de 8 platines por cada tratamiento los cuales se evaluaron durante 90 días, iniciando desde los 23 días a los 70 días desde la emergencia, tomando en cuenta un parámetro evaluativo de 15 días viendo que la emergencia de los platines no fueron tan representativas en el momento de la toma de datos, en la cual se midieron su altura desde el cuello hasta la parte más alta de la planta (hoja), haciendo el uso de una regla milimétrica posteriormente se realizó un análisis de varianza para los datos tomados (cuadro 12)

En el crecimiento de la altura de los platines de *Leucaena*, el análisis de varianza del cuadro 12 muestra diferencias altamente significativas a un nivel del 5%, entre los diferentes sustratos, la aplicación de los diferentes tratamientos pregerminativos y la interacción de ambos factores.

**Cuadro 12.** Análisis de varianza para la altura de plantines de *Leucaena*

Fuentes de variación	G.L.	S.C	C.M	F. Cal	Prob. <F.Cal.
Sustrato (A)	3	588.604	196.201	23.4025	0.0000 **
Tratamientos pregerminativos (B)	3	1350.616	450.205	53.6995	0.0000 **
A x B	9	393.440	43.716	5.2143	0.0002 **
Error	32	268.281	8.384		
Total	47	2600.941			

\* = Significativo \*\*

= Altamente significativo

NS = No significativo

C.V = 16.78 %

El coeficiente de variación obtenida es de 16.78%, que está dentro del rango permitido, lo que muestra el buen manejo de los datos, por encontrarse por debajo del 30%, siendo este el límite de confiabilidad

---

**- Comparación de medias para la variable altura de plantas por el efecto de los diferentes sustratos a través de la prueba Duncan al 0.05 %**

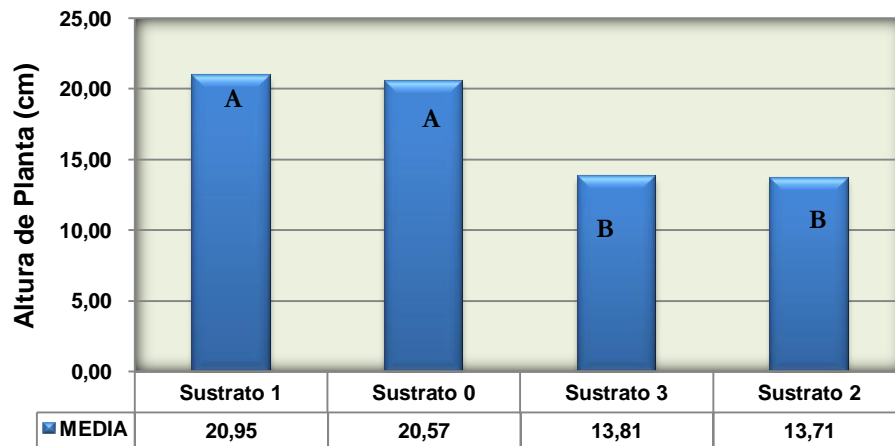
De acuerdo a las pruebas estadísticas de Duncan a un nivel del 5% que se muestra en el cuadro 13, existen diferencias significativas en la altura de las plantines de *Leucaena*, en donde los sustratos (b1) (b0), son las que tiene mayor altura de un promedio 21 cm, y los sustratos (b3) (b2), estos tuvieron una altura regular llegando a un promedio 14 cm.

**Cuadro 13**, comparación de medias de altura de la plantines (cm) de la *Leucaena* para diferentes tipos de sustratos

Sustratos	MEDIA	PRUEBA DUNCAN ( $\alpha - 0,05$ )
Sustrato 1	20,95	A
Sustrato 0	20,57	A
Sustrato 3	13,81	B
Sustrato 2	13,71	B

Es decir los diferentes sustratos tuvieron efecto en el crecimiento de los plantines de la *Leucaena*, donde se observa la altura de los platines obtenidas con el sustrato un mayor crecimiento por los sustratos a1 y a0 de 20,95 y 20,57 cm respectivamente, debido probablemente a la estructura y los componentes de los sustratos y el requerimiento de esta especie en particular y la buena adaptación, respecto a los sustratos a3 con una altura 13,81 y 13.71 cm, respectivamente existen diferencias por la presencia de la tierra agrícola, tienen un crecimiento menor por la composición del sustrato.

En un experimento similar, Espinosa (2004), pudo comprobar que un sustrato elaborado a partir de tierra negra y arena favorece en la germinación y posterior desarrollo vegetativo de la semilla de Pino Oregón (*Pseudotsuga menziessi*) frente a sustratos compuestos con tierra de lugar.



#### Sustratos

a0= tierra del lugar

a1= materia orgánica y arena

a2= arena, materia orgánica, tierra del lugar

a3= arena, Aserrín, materia orgánica, tierra del lugar

**Figura 14,** Resultado del efecto de los sustratos en el crecimiento de la altura de los platines de Leucaena (cm.)

En la figura 14, observamos de que el sustrato a1 arena y materia orgánica tuvo un promedio de 20,96 cm lo cual indica que tiene mayor crecimiento al igual que el sustrato a0 que tiene una similitud en el crecimiento con un promedio de 20,57 cm lo cual indica que la tierra del lugar es apta para el desarrollo de la Leucaena, siendo también arena con materia orgánica y los dos siguientes sustratos a2 y a3 que tiene una similitud en el crecimiento con un rango de de 13,81 y 13,71 lo que indica que estos sustratos no son recomendables para el desarrollo de las platines de Leucaena

#### - Comparación de medias para la variable altura de plantas por el efecto de los diferentes tratamientos pre – germinativos Duncan al 0.05 %

De acuerdo a las pruebas estadísticas de Duncan a un nivel del 5% que se muestra en el cuadro 14, existen diferencias significativas en la altura de plantines de Leucaena.

---

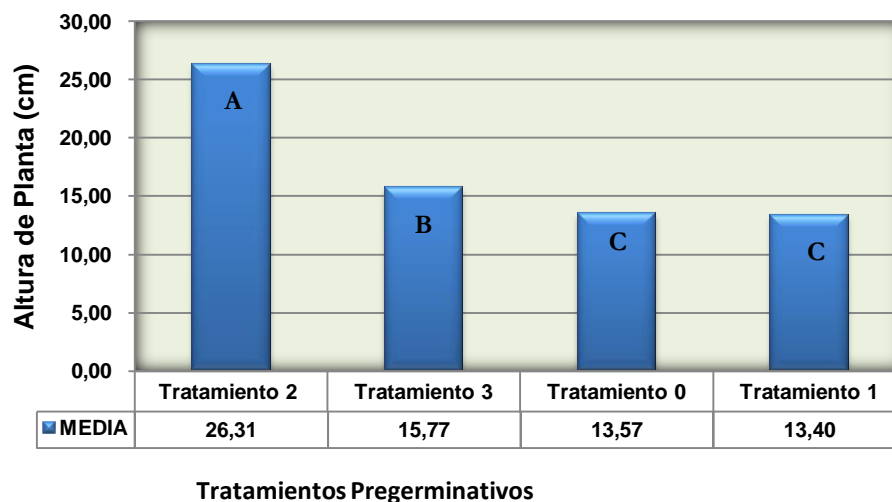
**Cuadro 14,** Comparación de Medias de los tratamientos pregerminativos para la variable altura de plantines de Leucaena (cm.)

Tratamientos	MEDIA	PRUEBA DUNCAN ( $\alpha - 0,05$ )
Tratamiento 2	26,31	A
Tratamiento 3	15,77	B
Tratamiento 0	13,57	C
Tratamiento 1	13,40	C

Se observa que el efecto de los tratamientos pregerminativos en el crecimiento de los platines de Leucaena, se obtuvo el mejor resultado con la aplicación de tratamientos b2 remojo en agua hervida ablandando la cascara de la semilla alcanzando un promedio de 26,31 cm/plantin ver figura 15.

Este método de tratamiento aplicado en las semillas con el remojo en agua hervida por un tiempo de un minuto, tiene la función de remover los inhibidores.

En el caso del tratamiento b3 escarificación tuvo un promedio de 15,77cm que indica que también es un buen proceso en el desarrollo de los plantines y siguiendo los dos tratamientos que no tuvieron mucha diferencia en su crecimiento de la altura que son muy similares en su promedio de 13,57 y 13,40 que está en el rango de crecimiento similar ver figura 15.



b3 escarificación de la semilla  
b2 remojo en agua hervida en un minuto

b1 remojo en agua 24 horas  
b0 sin tratamiento (testigo)

**Figura 15.** Resultados del efecto de los tratamientos pre-germinativos en el crecimiento de la altura de las plantines de *Leucaena* (cm.)

Como observamos en la figura 15 el menor crecimiento de las plantas se obtuvo, con los tratamientos pre-germinativos b0 y b1 que alcanzó una media de 13,57 y 13.40 cm/plantines. En este caso probablemente sea debido a una influencia en el tiempo de adaptación de la semilla a una temperatura diferente entre el medio de germinación y el medio de los sustratos. Lo que muestra cierta susceptibilidad de la semilla a los cambios de temperatura entre el medio de germinación, y también este en relación a la influencia en el crecimiento las bolsas de polietileno utilizados.

#### 4.3.4.2 Análisis de efectos simples para la variable de altura de plantas

En el cuadro 15 y la figura 16, se observa de manera gráfica los resultados de la altura de los plantines de *Leucaena*, debido a que se encontró diferencias significativas en la interacción de ambos factores para lo cual se realizó el análisis de varianza para efectos simples de los factores en estudio (factor A y factor B).

**Cuadro 15,** Análisis de Varianza de efectos simples (interacción sustratos y tratamientos)

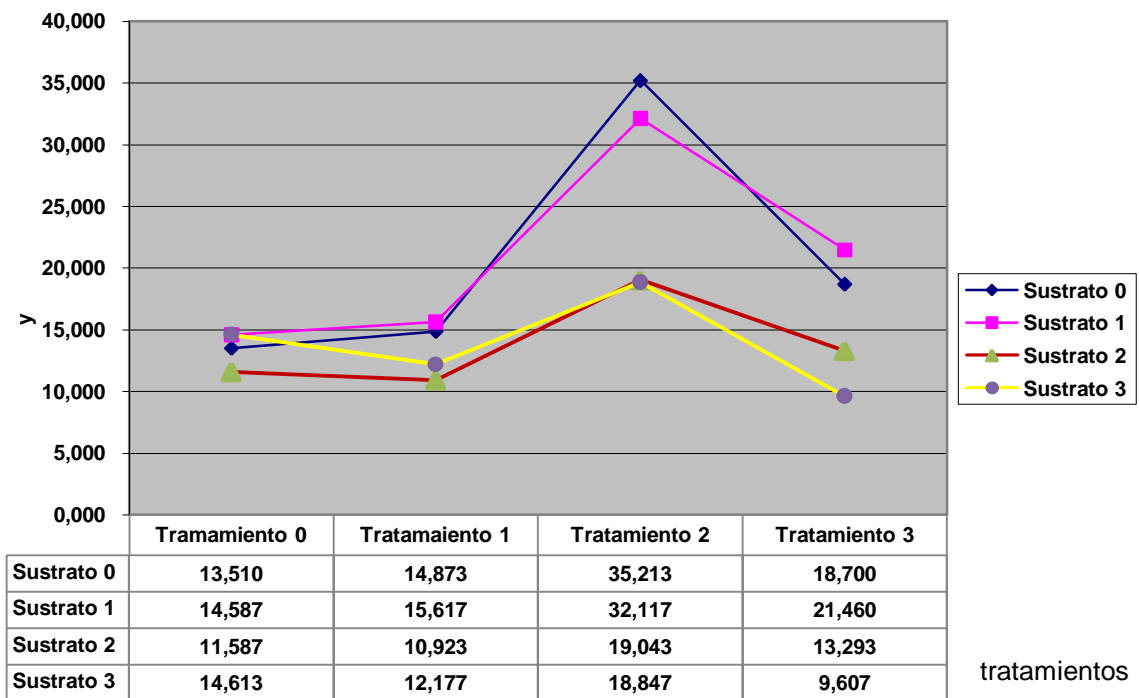
pregerminativos en altura de los plantines de Leucaena)

FV	GL	SC	CM	F	P>F	Sign.
Tratamiento en Sustrato 0	3	900,64	300,21	35,809	0,000	**
Tratamiento en Sustrato 1	3	581,67	193,89	23,127	0,000	**
Tratamiento en Sustrato 2	3	122,67	40,89	4,877	0,007	**
Tratamiento en Sustrato 3	3	139,04	46,35	5,528	0,004	**
Sustrato en Tratamiento 0	3	18,17	6,06	0,723	0,546	ns
Sustrato en Tratamiento 1	3	44,15	14,72	1,755	0,176	ns
Sustrato en Tratamiento 2	3	664,47	221,49	26,419	0,000	**
Sustrato en Tratamiento 3	3	255,24	85,08	10,148	0,000	**
Error	32	268,281	8,38			

En el cuadro 15 se puede observar que los tratamientos pregerminativos, tuvieron una mejor respuesta en la altura de plantines de Leucaena en los distintos sustratos, en tanto que los diferentes sustratos no tuvieron efecto sobre los tiramientos b0 y b1 en la altura de plantines pero si en los tratamientos b2 y b3.

En el sustrato mezclado con materia orgánica y arena (a1), es tratamientos pregerminativos remojo en agua hervida a un minuto (b2) y escarificación de la semilla (b3), cuales mostraron mejores resultados en el crecimiento de la altura de los plantines. Y un menor desarrollo de la altura de las plantas se observa en las semillas sin tratamientos (b0) y en el tratamiento pregerminativos de inmersión de semillas en agua a 24 hrs (b1).

Así también observamos, el sustrato arena, materia orgánica, tierra del lugar (a2) arena, Aserrín, materia orgánica, tierra del lugar (a3), el tratamiento pregerminativo sin tratamiento (testigo) (b0) y remojo en agua natural en 24 horas, tuvieron menor desarrollo en el crecimiento o altura de las plantas.



**Figura 16.** Resultado del efecto de la interacción sustratos y tratamientos pregerminativos para la variable. Altura de la planta

El efecto de los sustratos en La altura de los plantines probablemente sea debido a una mayor crecimiento y absorción de nutrientes de la raíz, utilizan los nutrientes, tanto de los abonos, de materia orgánico y otros sustancias componentes del estiércol de gallinaza y la arena; los cuales muestran una diferencia de aportes de macro y micronutrientes par cada uno de las mezclas de sustratos; los que son absorbidos por la raíz y asimilados por la planta, para el desarrollo y el crecimiento de la altura de los plantines de Leucaena.

De tal manera que, el mejor desarrollo de la altura de los plantines de Leucaena se presenta en los sustratos Abono Orgánico y Arena (a1) y tierra del lugar (b0), y también los tratamientos remojo en agua hervida en un minuto (b2) y escarificación de la semilla (b3) estos tuvieron un buen resultado en el crecimiento de la altura de las plantas.



Rodríguez, (1991), menciona que, el crecimiento vegetativo es un proceso fisiológico muy complicado y depende de la mayoría de los otros procesos que tiene lugar en una planta, como; La fotosíntesis, respiración, absorción de agua y sustancias nutritivas minerales y orgánicas, así mismo indica, que el conjunto de procesos caracterizados por el desarrollo de los órganos de asimilación (raíz, tallo, y hojas), reciben el nombre de crecimiento y desarrollo vegetativo.

#### 4.3.5 Evaluación del variable diámetro de tallo

En el diámetro de tallo de los platines de *Leucaena* se realiza una evaluación de 8 muestras por sustrato y tratamiento desde la germinación hasta la conclusión del experimento.

##### 4.3.5.1 Resultado del diámetro de tallo

De acuerdo al análisis de varianza para el diámetro de tallo a los 120 días, presentado en el cuadro 16 se puede observar muestra diferencias estadísticamente significativas al nivel del 5% para los diferentes sustratos y tratamientos pregerminativos y no significativos para la interacción de ambos factores, podemos inferir que el tipo de sustrato a los 120 días influye para tener mayor diámetro de tallo, por la composición que presenta los sustratos y los diferentes tratamientos pregerminativos, estos actúan directamente en la germinación de la semilla.

**Cuadro 16.** Análisis de Varianza para el diámetro de tallo de los plantines de *Leucaena* (mm.)

Fuentes de variación	G.L.	S.C	C.M	F. Cal	Prob. <F.Cal.
Sustrato (A)	3	1.278	0.426	12.3721	0.0000 **
Tratamientos pre germinativas (B)	3	1.072	0.357	10.3761	0.0001 **
A x B	9	0.317	0.035	1.0226	0.4435 NS
Error	32	1.102	0.034		
Total	47	3.770			

\* = Significativo \*\* = Altamente significativo NS = No significativo  
C.V = 7.81 %

---

El coeficiente de variación obtenida es de 7.81%, que está dentro del rango permitido, lo que muestra el buen manejo de los datos.

**- Comparación de medias para la variable diámetro de tallo por el efecto de los diferentes tratamientos pre – germinativos Duncan al 0.05 %**

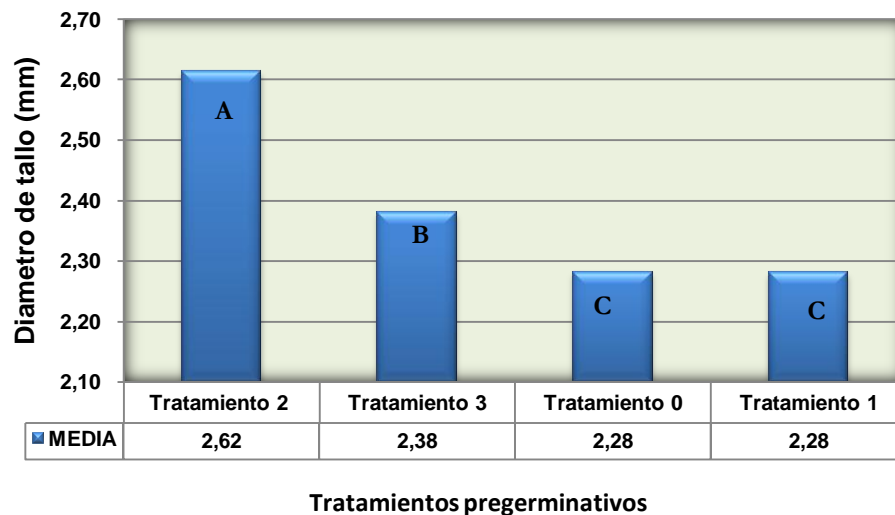
La comparación de medias, con la prueba estadística de Duncan a un nivel del 5%, se verifica que existen diferencias significativas entre tratamientos (b2), logrando un mayor diámetro, con un media de 2,62 mm/tallo, y la que le sigue es el tratamiento (b3) con una media de 2,38 mm/plantines. A diferencia de los otros dos tratamientos que tiene una media muy similar que fluctúa desde 2,28 mm/tallo, los tratamientos (b0) y (b1). Como indica el (Cuadro 17)

**Cuadro 17.** Comparación de medias estimadas en tratamientos pregerminativos en diámetro de tallo de plantines de *Leucaena* (mm.)

Tratamientos	MEDIA	PRUEBA DUNCAN ( $\alpha - 0,05$ )
Tratamiento 2	2,62	A
Tratamiento 3	2,38	B
Tratamiento 0	2,28	C
Tratamiento 1	2,28	C

Co muestra el cuadro 16, las medias estimadas de Duncan que nos muestra que los tratamientos pregerminativos pueden influir en el desarrollo del diámetro del tallo.

En la figura 17, nos muestra claramente la diferencia de los diferentes tratamientos y la media estimada del diámetro de tallo como indica el tratamiento b2 que tiene mayor diámetro de tallo de los platines, que llega a una media estimada de 2,68 mm, entre los otros tres tratamientos no existe mucha la diferencia entre sus tratamientos (b3), (b0) y (b1), menor diámetro de los tallos que llega a una media estima 2,38 mm, y 2,28mm.



b3 escarificación de la semilla  
 b2 remojo en agua hervida en un minuto

b1 remojo en agua 24 horas  
 b0 sin tratamiento (testigo)

**Figura 17.** Resultado del efecto de los tratamientos pre-germinativos en el diámetro de tallo de los plantines de *Leucaena* (mm.)

**- Comparación de medias para la variable diámetro de tallo por el efecto de los diferentes sustratos Duncan al 0.05 %**

La comparación de medias, con la prueba estadística de Duncan a un nivel del 5% se verifica que existen diferencias significativas entre los sustratos, logrando un diámetro mayor en el sustratos, (a1) y (a0), con una media no muy diferentes 2,55 mm/diámetro, 2,53 mm/diámetro, a diferencia de los otros dos sustratos (a3) y (a2), que llega a una media de 2,25 mm/diámetro, 2,24 mm/diámetro.

En cuanto al efecto de los sustratos en el diámetro de los platines de *Leucaena*, se consta que existe diferencias significativas entre los sustratos con medias estimas 2,55 mm/diámetro, con el sustrato que contiene materia orgánica y arena (a1), al igual que a0 el sustrato con media estimada 2,53 mm/diámetro, como el sustrato de testigo que es tierra del lugar. Por lo cual los otros dos sustratos no son tan diferentes en su media estimada que son similares 2,25 mm/diámetro tallo, 2,24 mm/diámetro tallo, (a3) arena, materia orgánica, tierra del lugar. (a2) Arena, Aserrín, materia orgánica, tierra del lugar.

---

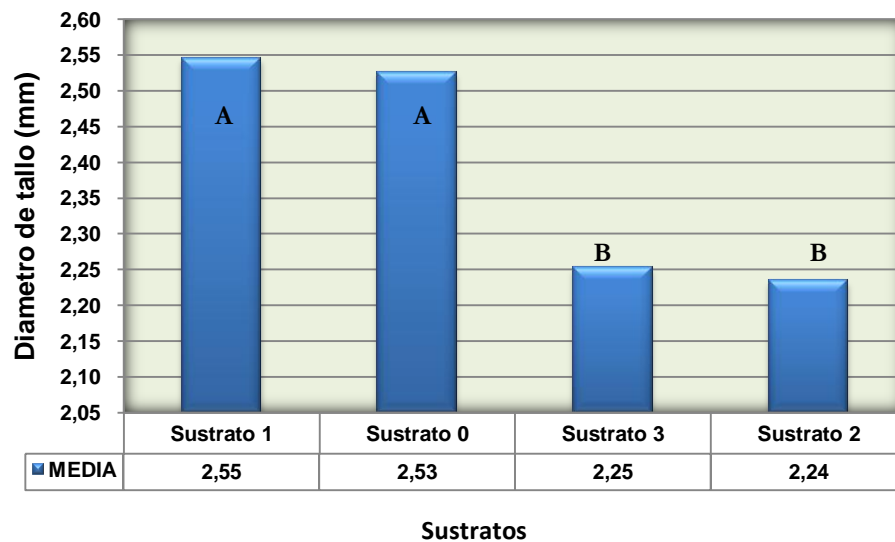
**Cuadro 18.** Comparación de medias estimadas en sustratos el diámetro de tallo de plantines de *Leucaena* (mm.)

Tratamientos	MEDIA	PRUEBA DUNCAN ( $\alpha - 0,05$ )
Sustrato 1	2,55	A
Sustrato 0	2,53	A
Sustrato 3	2,25	B
Sustrato 2	2,24	B

El sustrato que contiene en su mezcla de materia orgánica y arena (a1), influye en el diámetro de tallo, porque aporta macro y micronutrientes. En la mezcla de estos sustratos la materia orgánica por su alto contenido de ácidos únicos, logra una alta fertilidad del suelo, siendo absorbidas por las raíces, como señala Bongcam (2003).

Estos sustratos, con el aporte de nutrientes de parte de abonos de gallinaza y materia orgánica, es fácilmente absorbido por las raíces, lo cual permite obtener un mayor diámetro tallo en los platines de *Leucaena*.

El menor efecto en el diámetro de tallo en los platines de *Leucaena*, se produce en los sustratos (a2) arena, materia orgánica, tierra del lugar. (a3) Arena, Aserrín, materia orgánica, tierra; el que llega con un diámetro de 2,25mm/diámetro de tallo, 2,24 mm/diámetro de tallo se nota que estos sustratos aportan menor cantidad de nutrientes. Los efectos de los sustratos en el diámetro del tallo de los platines de *Leucaena* se muestran en la (figura 18), los cuales presentan claramente la reducción del incremento del desarrollo de diámetro de los tallos



a0= tierra del lugar  
a1= mezcla de materia orgánica y arena  
a2= mezcla de arena, materia orgánica, tierra del lugar  
a3= mezcla de arena, Aserrín, materia orgánica, tierra del lugar

**Figura 18.** Efecto de los sustratos en el diámetro de tallo de los plantines de Leucaena (mm.)

#### 4.3.5 Evaluación del número de hojas compuestas

La evaluación se realizó el conteo de las hojas compuestas cada 8 días desde el inicio de la aparición de las hojas verdaderas hasta la culminación del experimento

##### 4.3.6.1 Resultado del Número de hojas compuestas

En el resultado del número de hojas compuestas, en el análisis de varianza (Cuadro 19) muestra que existen diferencias estadísticamente significativas a un nivel del 0.05%, entre los sustratos y los tratamientos pregerminativos.

**Cuadro 19.** Análisis de varianza para el número de hojas compuestas

Fuentes de variación	G.L.	S.C	C.M	F. Cal	Prob. <F.Cal.
Sustrato (A)	3	24.130	8.043	9.7239	0.0001 **
Tratamientos pregerminativos (B)	3	55.969	18.656	22.5544	0.0000 **
A x B	9	11.246	1.250	1.5107	0.1865 NS
Error	32	26.469	0.827		
Total	47	117.815			

\* = Significativo \*\* = Altamente significativo NS = No significativo

C.V = 11.97 %

El coeficiente de variación obtenida es de 11.97%, que está dentro del rango permitido, lo que muestra el buen manejo de los datos.

**- Comparación de medias para la variable número de hojas compuestas por el efecto de los diferentes tratamientos pre – germinativos Duncan al 0.05 %**

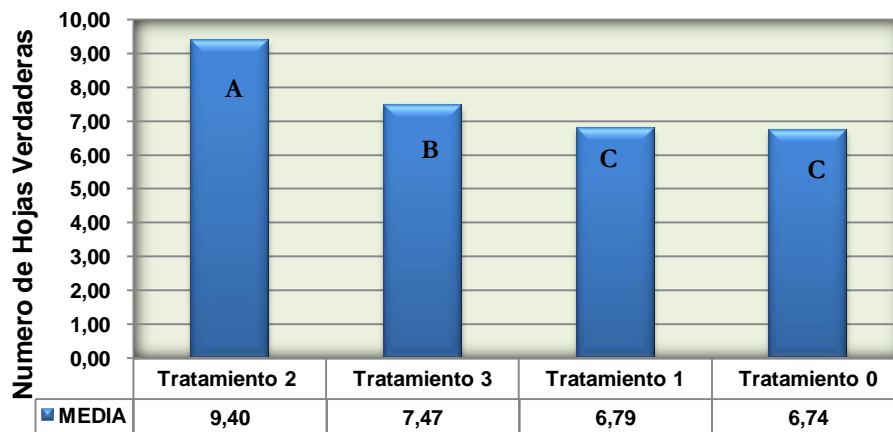
Según el análisis de varianza del (cuadro 18), se obtuvo diferencias significativas para los tratamientos pregerminativos cuyas medias se analizan en (Cuadro 20) y Figura (19) mediante la prueba de Duncan, a un nivel de significancia del 5%

**Cuadro 20.** Comparación de medias para el número de hojas compuestas de la Leucaena para los diferentes tratamientos pregerminativos.

Tratamientos	MEDIA	PRUEBA DUNCAN ( $\alpha - 0,05$ )
Tratamiento 2	9,40	A
Tratamiento 3	7,47	B
Tratamiento 1	6,79	C
Tratamiento 0	6,74	C

En la prueba de medias del (Cuadro 20) y la (Figura 19), el tratamiento (b2) remojo en agua hervida a un minuto, muestra mayor de números de hojas compuestas por lo tanto su media es de 9,40 y el tratamiento que le sigue es (b3), escarificación de la semilla con una media de 7,47. Y los dos últimos tratamientos (b1) y (b0), son muy similares en su media que llega ser (6,79) y (6,74), no tiene mucha la diferencia con el testigo remojo en agua natural.

Las repuestas que se obtuvieron fueron debido a que se manejaron tratamientos pregerminativos distintos en el cual el tratamiento b2 presentar un valor más alto en comparación a los demás tratamientos, al respecta bosques (2007), estímulos fitohormonales actúan sobre la división celular y el desarrollo de los órganos de las plantas.



Tratamientos pre - germinativos

b3 escarificación de la semilla  
b2 remojo en agua hervida en un minuto

b1 remojo en agua 24 horas  
b0 sin tratamiento (testigo)

**Figura 19.** Número promedio de hojas para los tratamientos pre-germinativas de los platines de Leucaena

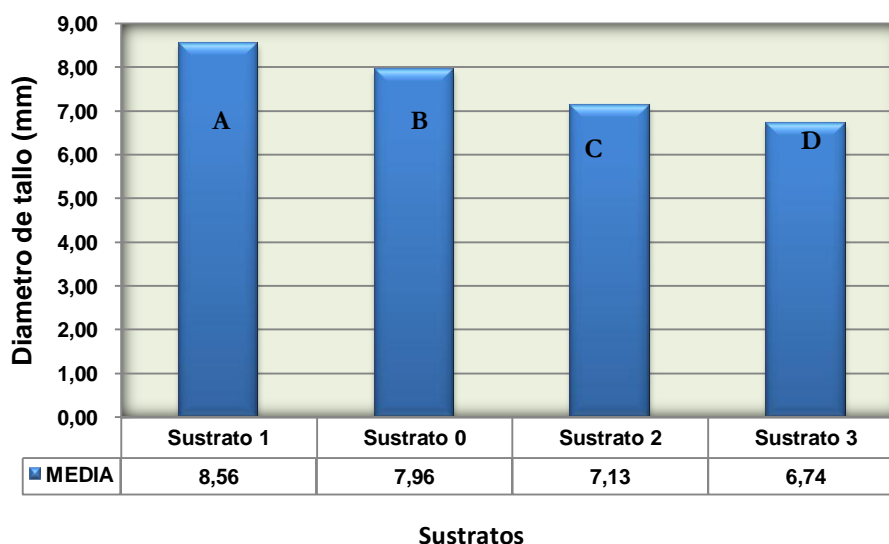
Como se puede observar en la (figura 19), el comportamiento fue muy diferente para los tratamientos pregerminativos en el número de hojas verdaderas, es así que el comportamiento climático de la zona también influya en el desarrollo de las plántulas.

**-Comparación de medias para la variable numero de hojas compuestas por el efecto de los diferentes sustratos Duncan al 0.05 %**

Como se observa en el (cuadro 21) para tener más referencias de estos resultados se realiza la prueba de Duncan a nivel del 5% de significancia para los tipos de sustratos de los platines de Leucaena, donde se puede diferenciar que existe diferencias significativas en el numero de hojas en cuanto al tipo de sustrato

**Cuadro 21.** Comparación de medias para el número de hojas compuestas de la Leucaena para los diferentes sustratos.

Tratamientos	MEDIA	PRUEBA DUNCAN ( $\alpha - 0,05$ )
Sustrato 1	8,56	A
Sustrato 0	7,96	B
Sustrato 2	7,13	C
Sustrato 3	6,74	D



- a0= tierra del lugar
- a1= mezcla de materia orgánica y arena
- a2= mezcla de arena, materia orgánica, tierra del lugar
- a3= mezcla de arena, Aserrín, materia orgánica, tierra del lugar

**Figura 20.** Número promedio de hojas para los tratamientos pregerminativos de los platines de Leucaena



Como se puede observar en el (cuadro 21) y la (figura 20), el mayor número de hojas obtenidas es con el sustrato (a1), (a0) y (a2) con un promedio de número de hojas 8,56, 7,96, 7,13 respectivamente que estadísticamente son diferentes y de 6.74, para el sustrato a3.

#### 4.3.7 Evaluación de la longitud de raíz principal

La evaluación de las raíces principales se realizó al finalizar cada evaluación con el muestreo de platines para la toma de datos de longitud de raíz para los tratamientos, se consideraron como plantas muestras a aquellas que fueron evaluadas para esta variable, Los cuales se expresan en el (cuadro 22) y (figura 21), para tal caso se eliminaron los platines muestra, lo que se realizó fue tomar datos desde el cuello la punta de la raíz (cofia), usando una cinta métrica.

##### 4.3.7.1 Longitud de raíz principal (cm)

Para el análisis de varianza de longitud de raíz, a nivel de significancia del 5%, en el cuadro 22 se puede observar diferencias altamente significativas para el factor (B) tratamientos pregerminativos, y no así en el factor (A) diferentes sustratos ni en la interacción de ambos factores.

**Cuadro 22.** Análisis de varianza para el Longitud de raíz principal de la Leucaena

Fuentes de variación	G.L.	S.C	C.M	F. Cal	Prob. <F.Cal.
Sustrato (A)	3	0.715	0.238	0.5053	NS
Tratamientos pregerminativos (B)	3	11.767	3.922	8.3134	0.0003 **
A x B	9	1.882	0.209	0.4432	NS
Error	32	15.096	0.472		
Total	47	29.459			

\* = Significativo \*\* = Altamente significativo NS = No significativo

C.V = 16.06 %

---

El (cuadro 22) permite apreciar el análisis de varianza correspondiente a longitud de raíces con un coeficiente de varianza de 16,06% indicando que los datos son confiables, por encontrarse debajo del 30% siendo este el límite de confiabilidad. Lo que muestra el buen manejo de los datos.

Por otro lado si existen diferencias significativas entre los tratamientos pregerminativos, en el crecimiento en la longitud de la raíz, a razón que uno de los tratamientos se adelanto en emerger más rápido que los demás, y en general se tomo cuenta que el comportamiento en germinación y/o emergencia de la Leucaena es muy variable.

**- Comparación de medias para la variable longitud de raíz principal en (cm) por el efecto de los diferentes tratamientos pregerminativos Duncan al 0.05 %**

Realizando una prueba de Duncan a un nivel de significancia del 5%, se registra diferencias significativas entre las longitudes de raíz, cuya media se analiza en el (cuadro 23) y (figura 21).

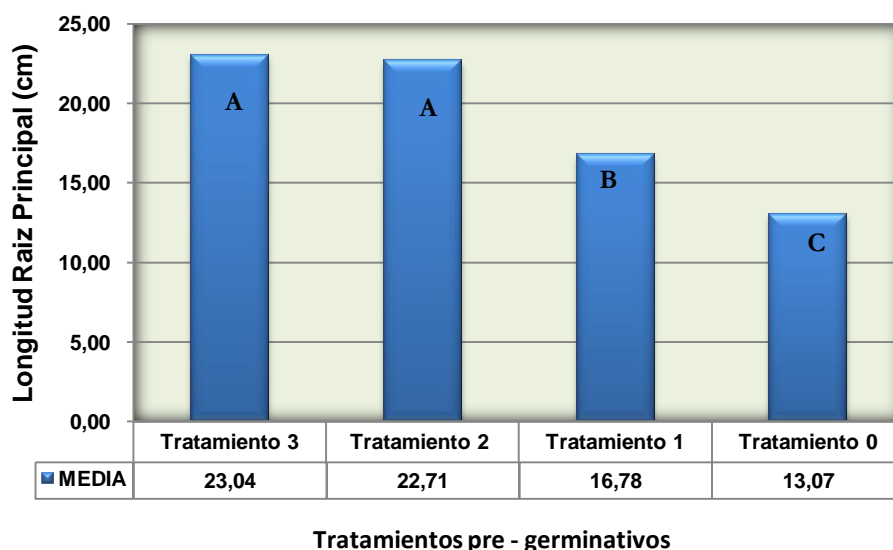
**Cuadro 23.** Comparación de medias según Duncan para la longitud de raíz principal de la Leucaena

Tratamientos	MEDIA	PRUEBA DUNCAN ( $\alpha - 0,05$ )
Tratamiento 3	23,04	A
Tratamiento 2	22,71	A
Tratamiento 1	16,78	B
Tratamiento 0	13,07	C

Estos resultados obtenidas por los tratamientos b3 escarificación mecánica de la semilla y b2 remojar en agua hervida en un minuto son los que se obtuvieron mayor promedio con la prueba de Duncan con valores significativas de promedio en (cm.) de 23,04 y 22,71 de longitud de raíz principal.

Por otro lado el sustrato (b1 = remojar en agua natural en 24 hrs) y el sustrato (b0 = que es el testigo sin tratamientos) que tiene un promedio de 16,78 y 13,07 cm respectivamente las medias de longitud de raíz principal en los platines de Leucaena. Como se puede apreciar en el (cuadro 23) y la (figura 21).

En los tratamientos 3 y 2 el resultado que se obtuvo se debió a que los tratamientos realizados a las semillas tuvo un resultado favorable siendo que estos tratamientos flexibiliza la ruptura de la coraza de la semilla. Al respecto la semilla al presentar su dureza del pericarpio obstaculiza la germinación rápida, permitiendo así su dormancia (FAO-UNASYLVA, 2003).



b3 escarificación de la semilla

b2 remojo en agua hervida en un minuto

b1 remojo en agua 24 horas

b0 sin tratamiento (testigo)

**Figura 21.** Resultado del efecto de la longitud de las raíz principales de los platines de Leucaena

Los resultados obtenidos de los comportamientos en el crecimiento de la raíz primarias en cm, para los diferentes tratamientos fueron muy leves, por esta razón se puede indicar que el tamaño promedio de la raíz primarias, que se obtuvo al final de la evaluación fue de 23 cm, que fue un tamaño promedio de las raíz primarias hasta el final de la evaluación.

---

---

### 4.3.8 Evaluación de la Longitud de raíz secundaria

La evaluación de las raíz secundaria se realizo al final del experimento llegando a eliminar platines de muestra, junto con la evaluación de la longitud de raíz principal.

#### 4.3.8.1 Longitud de raíz secundaria (cm)

Al finalizar cada evaluación con el muestreo de platines para la toma de datos de longitud de raíz para los tratamientos, se consideraron como plantas muestras a aquellas que fueron evaluadas para esta variable, Los cuales se expresan en el (cuadro 24) y (figura 22).

Por otro lado el análisis de varianza cuadro 24 se puede estadísticamente diferencias altamente significativas para el factor (B) tratamientos pregerminativos, en el crecimiento en la longitud de la raíz secundaria, a razón que uno de los tratamientos se adelanto en germinar más rápido que los demás, y en general se tomo cuenta que el comportamiento en germinación de los plantines de Leucaena es muy variable.

**Cuadro 24.** Análisis de varianza para la Longitud de raíz secundaria (cm) de los platines de Leucaena

Fuentes de variación	G.L.	S.C	C.M	F. Cal	Prob. <F.Cal.
Sustrato (A)	3	0.235	0.078	0.5364	NS
Tratamientos pregerminativos (B)	3	0.228	1.743	11.9346	0.0000 **
A x B	9	0.711	0.079	0.5412	NS
Error	32	4.673	0.146		
Total	47	10.848			

\* = Significativo \*\*

= Altamente sign10ificativo

NS = No significativo

C.V = 13.96 %

---

En el (cuadro 24), permite apreciar el análisis de varianza correspondiente a longitud de raíces secundarias con un coeficiente de varianza de 13,96% indicando que los datos son confiables, por encontrarse debajo del 30% siendo este el límite de confiabilidad.

**- Comparación de medias para la variable longitud de raíz secundaria por el efecto de la aplicación de diferentes tratamientos pre – germinativos Duncan al 0.05 %**

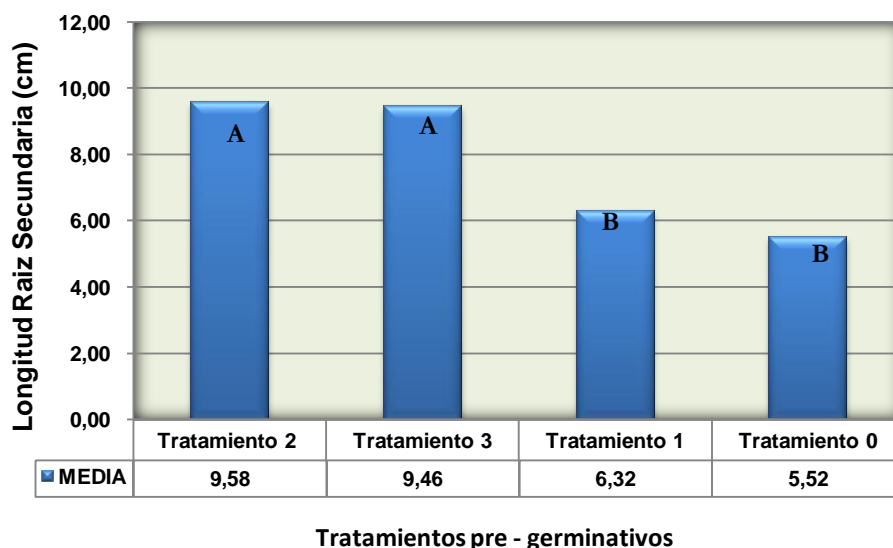
Realizado la prueba de Duncan a un nivel de significancia del 5%, se registra diferencias significativas entre las longitudes de raíz secundarias, se observa cuya media de analiza en los (cuadro 25) y (figura 22).

**Cuadro 25.** Comparación de medias según Duncan para la longitud de raíz secundarias de los platines de Leucaena

Tratamientos	MEDIA	PRUEBA DUNCAN ( $\alpha - 0,05$ )
Tratamiento 2	9,58	A
Tratamiento 3	9,46	A
Tratamiento 1	6,32	B
Tratamiento 0	5,53	B

La comparación de medias cuadro 25, se puede observar claramente a dos grupos estadísticamente diferentes, para los tratamientos (b2 = remojar en agua hervida en un minuto) y (b3 = Escarificación mecánica de la semilla) son los que se obtuvieron un mayor promedio con valores significativas como promedio en (cm.) de 9,58 y 9,46 respectivamente, y los tratamientos (b1 = remojar en agua natural en 24 hrs) y el tratamiento (b0 = que es el testigo sin tratamientos) que tiene un promedio de 6,32 y 5,53 cm respectivamente, en el crecimiento de raíces secundarias de los platines de Leucaena.

En la cual los tratamientos 2 y 3 obtuvieron un resultado similar ambos llegando a un promedio de 9 cm, como los tratamientos 1 y 0 también son similares llegando a un promedio de 6 cm. Como se puede apreciar en el (cuadro 25) y la (figura 22).



b3 escarificación de la semilla  
b2 remojo en agua hervida en un minuto

b1 remojo en agua 24 horas  
b0 sin tratamiento (testigo)

**Figura 22.** Resultado del efecto de la longitud de las raíces secundarias de los platines de *Leucaena*

Los resultados de los comportamientos en el crecimiento de la raíz secundaria en cm, para los diferentes tratamientos fueron muy leves, por esta razón se puede indicar que el tamaño promedio de la raíz secundaria, que se obtuvo al final de la evaluación 10 cm.

Así mismo se puede indicar que el estado mineral disponible para la absorción de las plantas es muy importante, es así que el fósforo y el potasio favorece el desarrollo del sistema radicular al comienzo de la vegetación, y la carencia del fósforo influye en la disminución de la absorción del nitrógeno (Lira, 1994).

#### 4.4 ANÁLISIS ECONOMICO

---

#### 4.4.1 Costos fijos y variables

Para el análisis económico se tomo en cuenta como costos fijos aquellos que no varían entre tratamientos y sustratos Como Aserrín, Materia Orgánica y otros (Anexo 5 y 6) y además de los costos que varían según cada tratamiento, por tanto, es fundamental tomar en consideración todo los costos relacionados con los insumos afectados por los tratamientos y sustratos realizados.

#### 4.4.2 Rendimiento e ingreso bruto

Para calcular los ingresos brutos se considero la germinación promedio por tratamiento, además de los ingresos por plantin de Leucaena a 3.5 Bs, (Cuadro 26).

**Cuadro 26:** Ingresos brutos considerando el efecto de los tratamiento pregerminativos.

Sustratos	Tratamientos pregerminativos	Cantidad de plantines germinadas	Ingresos por plantin	Total Ingresos por tratamiento
Sustrato a0	b0	35	3,5	122,5
	b1	30	3,5	105,0
	b2	35	3,5	122,5
	b3	37	3,5	129,5
Sustrato a1	b0	35	3,5	122,5
	b1	31	3,5	108,5
	b2	37	3,5	129,5
	b3	32	3,5	112,0
Sustrato a2	b0	32	3,5	112,0
	b1	32	3,5	112,0
	b2	37	3,5	129,5
	b3	30	3,5	105,0
Sustrato a3	b0	31	3,5	108,5
	b1	33	3,5	115,5
	b2	37	3,5	129,5
	b3	30	3,5	105,0

#### 4.4.3 Ajuste de rendimiento

---

Según Perrin *et al.* (1988). Recomienda ajustar los rendimientos de cada tratamiento entre el 5 al 30% con el fin de reflejar la diferencia entre el rendimiento experimental y el que podría lograr el productor utilizando alguno de los tratamientos. Pero debido a las condiciones de cuidado en el vivero que se requieren para la producción de plantines forestales en el presente trabajo se realizó un ajuste del 5%.

#### 4.4.4 Ingresos netos

Los datos de ingresos netos, se obtuvieron a partir de los ingresos brutos menos la suma de los costos totales de producción por el número de plantines de *Leucaena* por tratamiento.

**Cuadro 27:** Relación de costos e ingresos netos

Sustratos	Tratamientos pregerminativos	Total Ingresos	Gastos por plantin (Bs.)		Gastos totales (Bs.)	Ingresos netos (Bs.)
			Costos materiales y mano de obra	Costos insumos		
Sustrato a0	b0	119,0	2,20	0,75	100,07	18,93
	b1	112,0	2,20	0,75	94,19	17,81
	b2	129,5	2,20	0,75	108,90	20,60
	b3	129,5	2,20	0,75	108,90	20,60
Sustrato a1	b0	126,0	2,30	0,75	109,53	16,47
	b1	98,0	2,30	0,75	85,19	12,81
	b2	129,5	2,30	0,75	112,57	16,93
	b3	115,5	2,30	0,75	100,40	15,10
Sustrato a2	b0	108,5	2,33	0,75	95,34	13,16
	b1	108,5	2,33	0,75	95,34	13,16
	b2	136,5	2,33	0,75	119,95	16,55
	b3	119,0	2,33	0,75	104,57	14,43
Sustrato a3	b0	105,0	2,36	0,75	93,26	11,74
	b1	112,0	2,36	0,75	99,48	12,52
	b2	133,0	2,36	0,75	118,13	14,87
	b3	126,0	2,36	0,75	111,91	14,09

#### 4.4.5 Análisis de dominancia



Para el análisis de dominancia se ordeno primero los tratamientos de menores a mayores costos totales (cuadro 28), donde se observa que los tratamientos (a1b1) sustrato gallinaza con arena, semillas sumergidas en agua normal por 24 horas, (a0b1) sustrato tierra del lugar, semilla sin tratamiento, (a0b0) sustrato tierra del lugar, semilla sin tratamiento y (a0b2) sustrato tierra del lugar y semilla sumergida en agua hirviendo por un minuto, dominan al resto de los tratamientos, ya que tienen beneficios netos mayores a los de un tratamientos de costos mas altos.

**Cuadro 28:** Análisis de dominancia

Tratamientos	Costos Totales (Bs.)	Beneficios netos (Bs.)
a1b1	85,2	7,9 *
a3b0	93,3	6,5 D
a0b1	94,2	12,2 *
a2b0	95,3	7,7 D
a2b1	95,3	7,7 D
a3b1	99,5	6,9 D
a0b0	100,1	13,0 *
a1b3	100,4	9,3 D
a2b3	104,6	8,5 D
a0b2	108,9	14,1 *
a0b3	108,9	14,1 D
a1b0	109,5	10,2 D
a3b3	111,9	7,8 D
a1b2	112,6	10,5 D
a3b2	118,1	8,2 D
a2b2	119,9	9,7 D

#### 4.4.6 Tasa de retorno marginal

La tasa de retorno marginal, es el beneficios neto marginal (es decir, el aumento en beneficios netos) dividido por el costo marginal (aumento en los costos que varían) expresado en porcentaje.

En el cuadro 29, se observa la tasa de retorno marginal donde por ejemplo si

optamos por el tratamiento a1b1 (sustrato gallinaza con arena, semillas sumergidas en agua normal por 24 horas), el productor obtendría el 47,8% de ganancias adicionales en los ingresos brutos.

**Cuadro 29:** Tasa de retorno marginal

Sustratos	Tratamientos pregerminativos	Costos variables	Costos marginales	Beneficios netos	Beneficios Marginales	Tasa de retorna marginal (%)
Sustrato a0	b0	100,1	8,8	13,00	1,1	13
	b1	94,2	5,9	12,20	0,8	13,1
	b2	108,9	0,0	14,10	0	0
Sustrato a1	b1	85,2	9,0	7,90	4,3	47,8

#### 4.4.7 Relación beneficio/costo

Según Perrin, *et al.*, (1988) sigue las siguientes formulas para un análisis económico mediante la relación beneficio – costo:

#### RELACION B/C

Cuando el:

B/C mayor a 1 = Rentable

B/C igual a 1 = Sin utilidad

B/C menor a 1 = No es rentable

Para el presente trabajo se determino una relación de beneficio – costo cuadro 30, para los distintos tratamientos (ya sean sustratos y/o tratamientos pregerminativos en semillas) resultando ser rentables hasta cercano a sin utilidad, debido a los costos variable como ser lo que implica el acopio de sustratos, pero también dependiendo del número de plantines germinadas obtenidas.

**Cuadro 30:** Relación beneficio - costo

Sustratos	Tratamientos pregerminativos	Ingresos (Bs.)	Gastos totales (Bs.)	B/C
<b>Sustrato a0</b>	<b>b0</b>	119	100,07	1,2 Rentable
	<b>b1</b>	112	94,19	1,2 Rentable
	<b>b2</b>	129,5	108,90	1,2 Rentable
	<b>b3</b>	129,5	108,90	1,2 Rentable
<b>Sustrato a1</b>	<b>b0</b>	126	109,53	1,2 Rentable
	<b>b1</b>	98	85,19	1,2 Rentable
	<b>b2</b>	129,5	112,57	1,2 Rentable
	<b>b3</b>	115,5	100,40	1,2 Rentable
<b>Sustrato a2</b>	<b>b0</b>	108,5	95,34	1,1 Rentable
	<b>b1</b>	108,5	95,34	1,1 Rentable
	<b>b2</b>	136,5	119,95	1,1 Rentable
	<b>b3</b>	119	104,57	1,1 Rentable
<b>Sustrato a3</b>	<b>b0</b>	105	93,26	1,1 Rentable
	<b>b1</b>	112	99,48	1,1 Rentable
	<b>b2</b>	133	118,13	1,1 Rentable
	<b>b3</b>	126	111,91	1,1 Rentable

No obstante se debe considerar que el precio siempre estará en función de la demanda del mercado.

El precio utilizado, en el presente trabajo, para la venta de plantines de Leucaena es de 3.5 Bs., el cual se determinó tomando en cuenta los costos de producción, tomando en cuenta la importancia de la reforestación, el uso como forraje en sistemas agrosilvopastoriles.

#### 4 CONCLUSIONES

---

---

Con los resultados obtenidos en el presente trabajo de investigación se llegó a las siguientes conclusiones:

1. El efecto causado de la aplicación de los tratamientos pregerminativos sobre la semilla concluye que:

➤ Los tratamientos pregerminativos realizados en la semilla de ***Leucaena leucocephala***, tuvo una mejor respuesta en la germinación con el remojo en agua hervida por 1 minuto y la escarificación, alcanzando 89.6 % y 84.13%, respecto al remojo en agua y el Testigo, tuvieron un 73.21 % y 77.78 %, lo que implica la importancia de realizar tratamiento pregerminativos.

➤ También se tuvo un mayor efecto en el crecimiento de altura de plantas por la aplicación de los diferentes tratamientos pregerminativos los tratamientos remojo en agua hervida y la escarificación alcanzando mayores alturas 26.31 cm y 15.67 cm respectivamente, respecto a los tratamientos testigo remojo en agua natural con 13.57 cm y 13.40 cm respectivamente en los que no se tuvo diferencia.

➤ En cuanto al desarrollo de la raíz principal tubo influencia de igual manera la aplicación de los diferentes tratamientos pregerminativos teniendo los siguientes resultados con la escarificación y remojo en agua hervida de las semillas alcanzando un mayor desarrollo de raíces de 23.04 cm y 22.71 cm, respectivamente debido a que no tuvieron un mayor estrés durante la germinación, respecto a los tratamientos remojo en agua natural y el testigo que alcanzaron longitudes de 16.78 cm y 13.07 cm respectivamente.

2. El efecto causado de la aplicación de los diferentes sustratos en la

---

Leucaena concluye que:

- La aplicación de los diferentes sustratos durante la germinación de las semillas de Leucaena no se encontró diferencias significativas.
- En cuanto a la altura de plantas se tuvo diferencias significativas entre los diferentes sustratos, teniéndose mayores alturas con los sustratos 1 y sustrato 2 (Arena con materia Orgánica (Gallinaza) y tierra del lugar), con 20.95 cm y 20.57 cm, respecto a los sustratos 3 y 2 (Arena-aserrín-materia orgánica-tierra del lugar, arena-materia orgánica-tierra del lugar), con 13.81 cm y 13.71 cm, respectivamente.
- El desarrollo de raíces no tuvo influencia la aplicación de los diferentes sustratos

3. La interacción de los diferentes sustratos con la aplicación de los tratamientos pregerminativos en la germinación de la semilla de Leucaena concluye que:

- Durante la germinación de la semilla de Leucaena la aplicación de los diferentes sustratos y tratamientos pregerminativos no tuvo efecto sobre el porcentaje de germinación siendo estadísticamente no significativo.
- Durante el crecimiento de las plantas la interacción de ambos factores tuvo alta influencia, se tuvo diferencias altamente significativas en la aplicación los tratamientos pregerminativos en los diferentes sustratos.
- En el desarrollo de las raíces en la aplicación de los diferentes sustratos y tratamientos pregerminativos no tuvo significancia.

4. Tomando en cuenta el análisis económico de costos parciales determino

---

que:

- En el análisis de dominancia se determino los tratamientos más representativos respecto del resto siendo, el tratamientos (a1b1) sustrato gallinaza con arena, semillas sumergidas en agua normal por 24 horas, (a0b1) sustrato tierra del lugar, semilla sin tratamiento, (a0b0) sustrato tierra del lugar, semilla sin tratamiento y (a0b2) sustrato tierra del lugar y semilla sumergida en agua hirviendo por un minuto, tienen beneficios netos mayores a los de un tratamientos de costos más altos.
- El tratamiento a1b1 (sustrato gallinaza con arena, semillas sumergidas en agua normal por 24 horas), tiene el retorna marginal más alto del 47.8% adicionales en los ingresos brutos, al mismo tiempo también los tratamientos (a0b1) sustrato tierra del lugar, semilla sin tratamiento, (a0b0) sustrato tierra del lugar, semilla sin tratamiento con un 13 % y por ultimo (a0b2) sustrato tierra del lugar y semilla sumergida en agua hirviendo por un minuto sin retorno marginal.
- En el análisis de beneficio – costo en la producción de plantines de *Leucaena* con la aplicación de cualquiera de los tratamientos, se determino la rentabilidad la obtención de plantines de *Leucaena*.

## 6 RECOMENDACIONES

---

---

En base a la experiencia y resultados obtenidos en el presente estudio, se recomienda:

- En función a la evaluación realizada del comportamiento de la *Leucaena* en los cuatro diferentes tratamientos pregerminativos en un vivero forestal, se recomienda tomar en cuenta los tratamientos pregerminativos ya que esto puede llegar a romper la dormancia de la semilla llevando a la germinación.
- Hacer uso de los tratamientos pregerminativos (b2 remojo en agua hirviendo a 1 minuto), y (b3 la escarificación de la semilla), razón por la cual se obtuvo los resultados más significativos en emergencia y el vigor de los plantines a comparación de los demás tratamientos.
- Por representar un valor no tan perjudicial económicamente a comparación de los tratamientos pregerminativos, se recomienda hacer el uso del tratamiento (b2: remojar en agua hervida a 1 minuto) y el tratamiento (b3: la escarificación de la semilla), siendo lo más fácil de aplicar, el del mejor tiempo de inversión, el que tiene mayor porcentaje de germinación a los demás tratamientos.

## **7 REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA**

---

BASFORD, 2005. Fichas Técnicas de Especies Forestales. Centro de semillas Forestales BASFOR – ETSFOR, Universidad Mayor de san Simón, Cochabamba - Bolivia p.1- 16

BONGCAM, E. V. 2003. Guía de compostaje y manejo de suelos. Ciencia y Tecnología. Nº 110. Bogotá – Colombia. 31 p.

BOSQUE, H. 2002. Apuntes de Fisiología Vegetal. Universidad Mayor de San Andrés Facultad de Agronomía, Carrera de Ingeniería Agronómica. La paz – Bolivia. 130 p.

CARDONA Y SUAREZ (1996), (1996). La *Leucaena leucocephala*: en bancos de proteína y asociada con gramíneas. *In*: Alternativas para una ganadería moderna y competitiva. II Seminario Internacional Sistemas Silvopastoriles. Ministerio de Agricultura - CONIF. Santa Fé de Bogotá, Colombia. pp. 59-72

CUMAT Y COTESU (1985), Proyecto USAID/Bolivia. Capacidad de uso mayor de la tierra. Proyecto Alto Ben, La Paz, Bolivia. V. I. 46p. (Estación Experimental de Sapecho IBTA, 1980, citado por el proyecto CUMAT– COTESU, 1985).

CHACON E. 1996. Manejo de recursos alimenticios para la ganadería de doble propósito y lechería tropical, con énfasis en pastoreo. Memorias I Seminario Internacional de Montería de Ganado de Doble Propósito Gyr lechero y Búfalos. Memorias. Montería, Colombia. pp. 1-34

CHILON, E, C. 1996 Manual de Edafología. Edit. HISBOL. La Paz, Bolivia. 261p.

DELGADO et. al. 2005 Manejo de viveros forestales publicación FOSEFOR INTERCOOPERATION, COSUPE, La Paz-Cochabamba Bolivia P 1-20

FARIA J. y D. Morillo. 1997. *Leucaena*. Cultivo y Utilización en la Ganadería Tropical. Convenio de Cooperación Técnica Corpozulia-Fonaiap-LUZ



---

(CORFONLUZ). 150 p.

FERREIRA, O. 1985. "Técnicas y Viveros forestales" Escuela de ciencias Forestales – ETSFOR UMSA GTZ Cochabamba – Bolivia. p.78

\_\_\_\_\_ 1985, "Técnicas y Viveros forestales" Escuela de ciencias Forestales Corporación Hondureña de Desarrollo Forestal. Publicado Miscelanea No. 5 Siguatepeque – Honduras E.S.N.A.C.I.F.O.R p.78

FAO – UNASYLVA, 2000. (Organización de las naciones unidas para la agricultura y la alimentación IT) 1961. Cátalo de semillas forestales: Norma ISTA. Roma – Italia. 469 p.

\_\_\_\_\_ 2003. Organización de las Naciones Unidas par la Agricultura y la Alimentación: La Teca – Revista Internacional de Silvicultura e Industrias Forestales Vol. 51, 4 – 5 pp.

FAO, 1990. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación Primer Seminario Nacional sobre fertilidad en Bolivia, CIAT Y IBTA, Santa Cruz – Bolivia Pág. 720

\_\_\_\_\_ 1991. (Organización de las naciones Unidas Para La Agricultura y la alimentación. IT 1991. Catalogo de semillas forestales: Normal ISTA. Roma, Italia.

GEILFUS F. 1994. El árbol: Manual de Agroforesteria para el Desarrollo Rural. Vol. 2 guía de especies. Costa Rica. ENDA – Caribe, 1994 p. 533 – 535.

\_\_\_\_\_ (1994), El árbol al Servicio del Agricultor. Manual de Agroforesteria para el Desarrollo Rural. Guía de especies Vol. 2. Turrialba, Costa Rica. Ed. No 9, Edit. ENDA-CARIBE/CATIE. 453-455 pp.

GOITIA L. A, (2003), Manual de Dasonomía y silvicultura. Universidad Mayor de San Andrés – Facultad de Agronomía. Carrera de Ingeniería Agronómica. La Paz,

---

---

Bolivia. (300 p).

HERNANDEZ, I.; SIMÓN, L.; DUQUESNE, P. 2001. Evaluación de las arbóreas *Albizia lebbek*, *Bahuinia purpurea* y *Leucaena leucocephala* en asociación con pasto bajo condiciones de pastoreo. Revista Pastos y Forrajes “Indio Hatuey” (Cuba) 24:241-258. p.

IGM. 2005. Atlas digital de Bolivia del Instituto Geográfico Militar. Disco Compacto. La Razon. La Paz – Bolivia.

INIA-Trujillo e INIA- (1994) México. www. PROEXANT. Org. Ec/ abonos – orgánicos. 13/04/06

LIRA, R. 1994. Fisiología Vegetal. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. 1º Ed. Editorial Trillas. S.A. de C.V. 237 p.

MAMANI, A. P. 2006. Efecto de los sustratos y tratamientos pregerminativos en semilla de Asai (*Euterpa precatoria* Martius), en la comunidad Rosario del Yata, Provincia Vaca Diez – Beni. Tesis de Grado. La Paz – Bolivia. 73 p.

MARIÁTEGUI, J. C. (1993), El Vivero forestal Campesino. “Apoya al desarrollo en la región Alto andino. Boletín No. 1, Pomata – Perú. P. 56-57

MDSMA, (1995), (Ministerio de Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente), 1995. Memoria explicativa de Mapa forestal de Bolivia, 43 p.

PATIÑO, F.; DE LA GARZA, P.; VILLAGOMEZ, Y.; TALAVERA, I.; y CAMACHO, F. 1983, Guía para la elaboración y manejo de semillas de especies forestales. Mexico D.F. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales. Subsecretaría Forestal. Boletín divulgativo N° 63. 181 p,

PARROTO J., (1992) *Leucaena Leucocephala*.

---

PASTRANA A., 2007. Cultivos agroforestales. Universidad Mayor de San

---

Andrés. Facultad de Agronomía. La Paz, Bolivia. 1-7pp.

\_\_\_\_\_ 2004 Sistemas Agroforestales y Silvicultura. Universidad Mayor de San Andrés, Facultad de agronomía. La Paz, Bolivia. 104 p.

PERRIN. et al. (1988). La formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos. CIMMYT. 79p.

PESKE S, OTERO M.F. (2006). Fisiología de las semillas. Curso de Post – Grado de Especialización en Tecnología de Semillas por tutoría a distancia. Modulo 2, Universidad Federal de Pelotas (UFPEL) Brasil, Programa Nacional de Semillas (PNS) Bolivia. 82 p.

PRIETO CH. R. (1993), Guía Forestal para plantaciones de arboles en terrenos de montaña y altiplano. La Paz – Bolivia. 68 p.

REYNEL, C: FEIPE, C: MORALES, (1987). Agroforesteria tradicional en los Andes del Perú un Inventario de Tecnología y Especies para la integración de la vegetación. Editorial Proyecto FAO/HOLANDA/INFOR P-153.

\_\_\_\_\_ (1988). Plantas para Leña en el sur Occidente de Puno, Perú, Arbolandino P165.

RESTREPO, C. 2002. Relaciones entre la cobertura arbórea en potreros y la producción bovina en fincas ganaderas en el trópico seco, Cañas, Costa Rica. M Sc Tesis, Turrialba, CR, CATIE. 102 p.

RESTREJO, J.R. 1998. La idea y el arte de fabricar los abonos orgánicos fermentados: Aportes y recomendaciones. Editorial Enlace. Managua – Nicaragua. 151 p

---

RODRÍGUEZ, M. R. 1991. Morfología y anatomía vegetal. Edit. POLIGRAF. Bolivia. 415 p.

RODRIGUES (1991) Anuario de agricultura, semilla. Centro Regional de Ayuda Técnica ADI México. Ed. Continental S. A. 801-804pp.

SIMÓN *ET AL.* (2005). Efecto de las leguminosas arbóreas en el suelo y en la productividad de los cultivos acompañantes. Revista Pastos y Forrajes “Indio Hatuey” (Cuba). 28:29-45. p.

STEEL, R. Torrie, J. 1988. Bioestadística, 2da Edición, Mc Graw Hill, México

TARIMA, J. 1996. Manual de vivero (animales y familiares), centro de investigaciones Agrícola Tropical Santa Cruz- Bolivia P 81-85.

TORREZ, H. 2005. Implementación de Parcelas Permanentes de Muestreo en Plantaciones Forestales para el Trópico de Cochabamba: Tesis Licenciatura en ingeniería forestal. Tarija - Bolivia. 84 Pág.

\_\_\_\_\_ 1999. Informe del proyecto pastizales. Estación experimental INIA-Trujillo. p.35

VILLANUEVA, 1995. Tratamientos pregerminativos aplicables a semillas forestales y frutales, proyecto FAO- Holanda, Desarrollo comercial en Altiplano Bolivia. La Paz- Bolivia P.24-25

VIMADI, (1998). Manual de forestación. Viceministerio de Apoyo al Desarrollo Integral. Ministerio de Defensa Nacional. La Paz – Bolivia. 60 p.

---

WEAVER, P. L. 1993 Departamento of Agriculture, Forest Service, Souther Forest Experiment Station. New Orleans, U.S.A. 540 p.

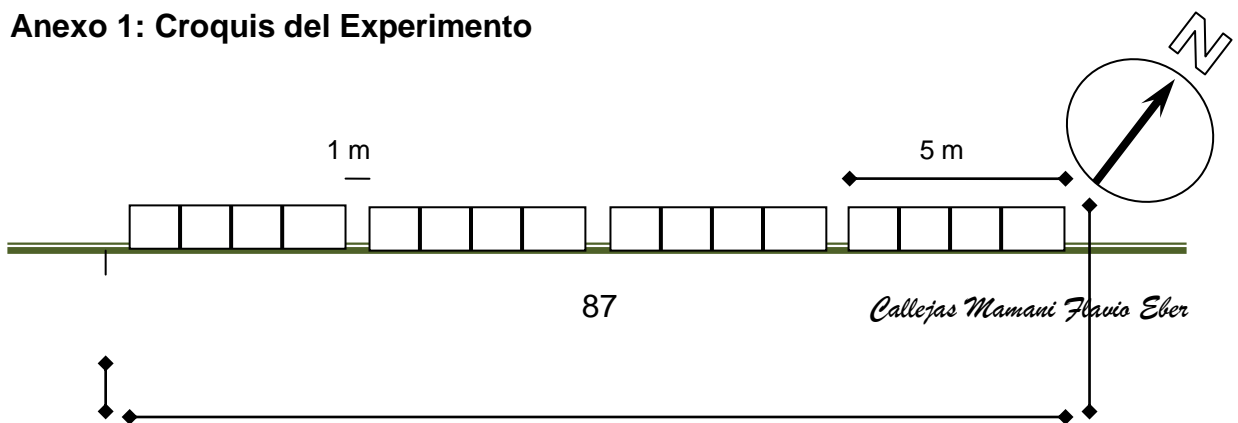
ZALLES, T. (1988), Manual Anual del Técnico Forestal, texto de enseñanza de la Escuela técnica Superior Forestal, ETSFOR, UMSS – GTZ, Cochabamba – Bolivia, Silvicultura. p. 135-139

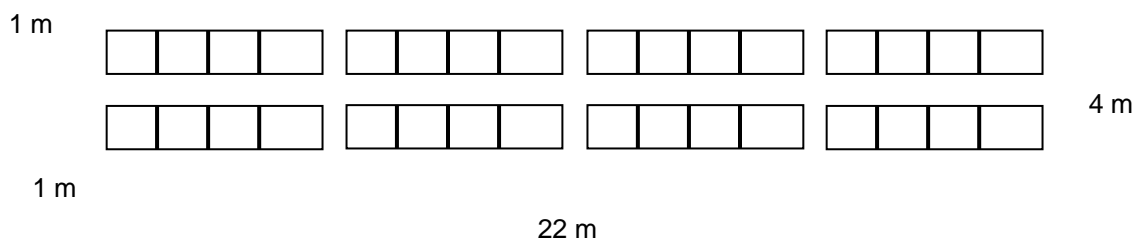
ZARATE 1994. *Leucaena leucocephala* (lam) de Wit sub sp *Glabrata*.

---

# ANEXOS

## Anexo 1: Croquis del Experimento





Superficie total =  $18\text{m} * 14\text{m} = 146,25\text{m}^2$

Superficie útil =  $16\text{m} * 14\text{m} = 80 \text{m}^2$

Superficie U. E. =  $5 \text{m}^2$

Distancia U.E. =  $0.50 \text{m}$

Número de plantas por bolsa = 40

Número de plantas totales = 1.920

Número de muestras por U. E. = 8

Número de plantas totales a muestrear = 384

## Anexo 2.1:

---

**Anexo 2.2**



---

---

**Anexo 3.1; Densidad aparente**

Textura	Da (gr/cm <sup>3</sup> )	Porocidad (%)
Arenosa	1.7 – 1.9	32 - 42
Franco arenoso	1.6	40 - 43
Franco	1.5	43 - 47

---

Franco arcillosa	1.4	47 – 51
Arcillosa	1.3 – 1.1	51 – 60

### Anexo 3.2; Capacidad de intercambio cationico (CIC)

#### ESCALA (A)

< 5	Meq/100 g.	Muy bajo
5 – 10	Meq/100 g.	Bajo
10 – 15	Meq/100 g.	Medio
15 - 20	Meq/100 g.	Alto
> 20	Meq/100 g.	Muy alto

### Anexo 3.3 Escala de valores de pH

Escal. De Valores	Definicion	A pH < 5.5
< 4.5	Extremadamente acido	Deficiencia de Ph, pocas bases, quelatos mas disponibles
4.6 – 5.0	Muy fuertemente acido	
5.1 – 5.5	Fuertemente acido	
5.6 – 6.0	Medianamete acido	
6.1 – 6.5	Ligeramente acido	
6.6 – 7.3	Neutro	
7.4 – 7.8	Medianamete alcalino	
7.9 – 8.4	Moderadamente alcalino	
8.5 – 9.0	Fuertemente alcalino	
> 9	Muy fuertemete alcalino	

### Anexo 4. Análisis de efecto simple

#### Análisis de varianza de efectos simple

<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>P&gt;F</b>	<b>Sign</b>
-----------	-----------	-----------	-----------	----------	---------------	-------------

Tratamiento en Sustrato 0	3	900,64	300,21	35,809	0,000	**
Tratamiento en Sustrato 1	3	581,67	193,89	23,127	0,000	**
Tratamiento en Sustrato 2	3	122,67	40,89	4,877	0,007	**
Tratamiento en Sustrato 3	3	139,04	46,35	5,528	0,004	**
Sustrato en Tratamiento 0	3	18,17	6,06	0,723	0,546	ns
Sustrato en Tratamiento 1	3	44,15	14,72	1,755	0,176	ns
Sustrato en Tratamiento 2	3	664,47	221,49	26,419	0,000	**
Sustrato en Tratamiento 3	3	255,24	85,08	10,148	0,000	**
Error	32	268,281	8,38			

## Anexo 5: Cuadro de costos de materiales y mano de obra

### Sustrato a0

DETALLE	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	COSTO	VIDA UTIL	DEPRECIACIÓN
---------	--------	----------	--------	-------	-----------	--------------

			UNIT. (B.)	TOTAL (Bs)		ANUAL (Bs)
Limpieza y deshierbe del vivero	Jornal	2	50	100	-	100,00
Acopio tierra del lugar	m3	1	50	50	3	16,67
Acopio de arena	m3	1	100	100	3	
Acopio de aserrín	m3	1	50	50	3	
Acopio M. O. (gallinaza)	m3	1	100	100	3	
Mezcla de sustratos	Jornal	2	50	100	-	100,00
Desinfección del sustrato	Jornal	2	50	100	-	100,00
Embolsado del sustrato	Jornal	3	50	150	-	150,00
Acondicionamiento de los tratamientos	Jornal	2	50	100	-	100,00
Picota	Pza.	1	35	35	5	7,00
Pala	Pza.	1	35	35	5	7,00
Azadón	Pza.	1	35	35	5	7,00
Rastrillo	Pza.	1	35	35	5	7,00
Zaranda	Pza.	1	35	35	15	2,33
Regadera	Pza.	1	20	20	2	10,00
Mano de obra	jornal	10	50	500		500,00
<b>TOTAL</b>						<b>1107,00</b>

Total plantines **504**

Entonces los costo variables por plantin será:

**2,20** (Bs.)

#### Sustrato a1

DETALLE	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT. (B.)	COSTO TOTAL (Bs)	VIDA UTIL	DEPRECIACIÓN ANUAL (Bs)
---------	--------	----------	-------------------	------------------	-----------	-------------------------

Limpieza y deshierbe del vivero	Jornal	2	50	100	-	100,00
Acopio tierra del lugar	m3	1	50	50	3	
Acopio de arena	m3	1	100	100	3	33,33
Acopio de aserrín	m3	1	50	50	3	
Acopio M. O. (gallinaza)	m3	1	100	100	3	33,33
Mezcla de sustratos	Jornal	2	50	100	-	100,00
Desinfección del sustrato	Jornal	2	50	100	-	100,00
Embolsado del sustrato	Jornal	3	50	150	-	150,00
Acondicionamiento de los tratamientos	Jornal	2	50	100	-	100,00
Picota	Pza.	1	35	35	5	7,00
Pala	Pza.	1	35	35	5	7,00
Azadón	Pza.	1	35	35	5	7,00
Rastrillo	Pza.	1	35	35	5	7,00
Zaranda	Pza.	1	35	35	15	2,33
Regadera	Pza.	1	20	20	2	10,00
Mano de obra	jornal	10	50	500		500,00
<b>TOTAL</b>						<b>1157,00</b>

**Total plantines 504**

Entonces los costo variables por plantin será:

**2,30 (Bs.)**

**Sustrato a2**

DETALLE	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	COSTO	VIDA	DEPRECIACIÓN
---------	--------	----------	--------	-------	------	--------------

			UNIT. (B.)	TOTAL (Bs)	UTIL	ANUAL (Bs)
Limpieza y deshierbe del vivero	Jornal	2	50	100	-	100,00
Acopio tierra del lugar	m3	1	50	50	3	16,67
Acopio de arena	m3	1	100	100	3	33,33
Acopio de aserrín	m3	1	50	50	3	
Acopio M. O. (gallinaza)	m3	1	100	100	3	33,33
Mezcla de sustratos	Jornal	2	50	100	-	100,00
Desinfección del sustrato	Jornal	2	50	100	-	100,00
Embolsado del sustrato	Jornal	3	50	150	-	150,00
Acondicionamiento de los tratamientos	Jornal	2	50	100	-	100,00
Picota	Pza.	1	35	35	5	7,00
Pala	Pza.	1	35	35	5	7,00
Azadón	Pza.	1	35	35	5	7,00
Rastrillo	Pza.	1	35	35	5	7,00
Zaranda	Pza.	1	35	35	15	2,33
Regadera	Pza.	1	20	20	2	10,00
Mano de obra	jornal	10	50	500		500,00
<b>TOTAL</b>						<b>1173,67</b>

**Total plantines**

**504**

Entonces los costo variables por plantin será:

**2,33 (Bs.)**

**Sustrato a3**

DETALLE	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	COSTO	VIDA UTIL	DEPRECIACIÓN
---------	--------	----------	--------	-------	-----------	--------------

			UNIT. (B.)	TOTAL (Bs)		ANUAL (Bs)
Limpieza y deshierbe del vivero	Jornal	2	50	100	-	100,00
Acopio tierra del lugar	m3	1	50	50	3	16,67
Acopio de arena	m3	1	100	100	3	33,33
Acopio de aserrín	m3	1	50	50	3	16,67
Acopio M. O. (gallinaza)	m3	1	100	100	3	33,33
Mezcla de sustratos	Jornal	2	50	100	-	100,00
Desinfección del sustrato	Jornal	2	50	100	-	100,00
Embolsado del sustrato	Jornal	3	50	150	-	150,00
Acondicionamiento de los tratamientos	Jornal	2	50	100	-	100,00
Picota	Pza.	1	35	35	5	7,00
Pala	Pza.	1	35	35	5	7,00
Azadón	Pza.	1	35	35	5	7,00
Rastrillo	Pza.	1	35	35	5	7,00
Zaranda	Pza.	1	35	35	15	2,33
Regadera	Pza.	1	20	20	2	10,00
Mano de obra	jornal	10	50	500		500,00
<b>TOTAL</b>						<b>1190,33</b>

**Total plantines**

**504**

**Entonces los costo variables por plantin será:**

**2,36 (Bs.)**

## **Anexo 6: Cuadro de costos de insumos**

DETALLE	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT. (Bs.)	COSTO TOTAL (Bs.)	CANT. USADA	TOTAL CANT. USADA (Bs.)
Semilla	Kg	2	81,20	162,4	1	81,2
Bolsas (10*15) cm	Pza	2100	0,70	1470	2016	1411,2
Formol	Lt.	1	18,20	18,2	0,5	9,1
Lors ban plus	Lt.	1	42,0	42,0	0,1	4,2
<b>TOTAL</b>						<b>1505,7</b>

Donde T/C 1 \$us = 7,98 Bs.

Entonces los costo fijos por unidad plantin será:

**0,75** Bs

**Anexo 7:** Fotos trabajo de campo



---

a) Estación experimental de Sapecho UMSA



b) Preparación y desinfección de sustratos

Aplicación del formol a los sustratos



Desinfección del sustrato

Aeración de los sustratos



**Embolsado de los sustratos**



**SUSTRATO / 0**



**SUSTRATO / 1**

**c) Preparación para la siembra**

**Ordenando los sustratos**



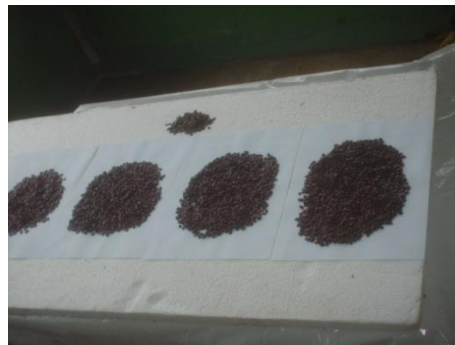
**d) Tratamientos pregerminativos de los diferentes sustratos**

---

Trabajo realizado de los diferentes tratamientos pregerminativos



Semilla obtenida de basfort



semilla para los diferentes tratamientos



Remojando en agua natural  
Durante 24 horas



remojando de la semilla  
en agua hervida a 70 c durante 1 minuto



semilla sin tratamiento



Semillas escarificado

**e) Muestra de plantas para la toma de datos**

---

Plantines germinando



Plantines con hojas verdaderas



Crecimiento y toma de datos de plantines de Leucaena

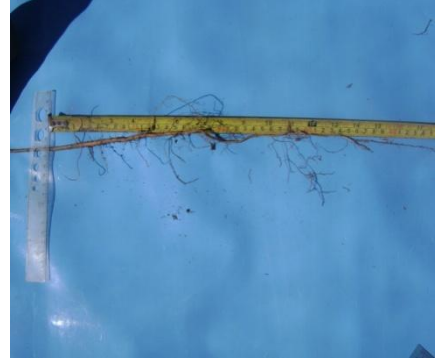


Toma de datos en plantines en desarrollo



Diámetro de tallo

Longitud de raíz principal



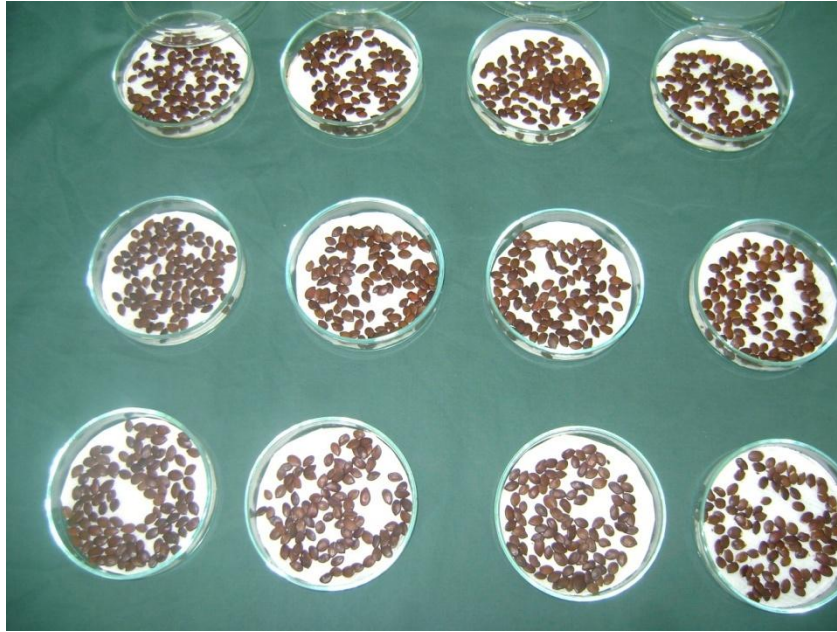
Altura de plantines de Leucaena



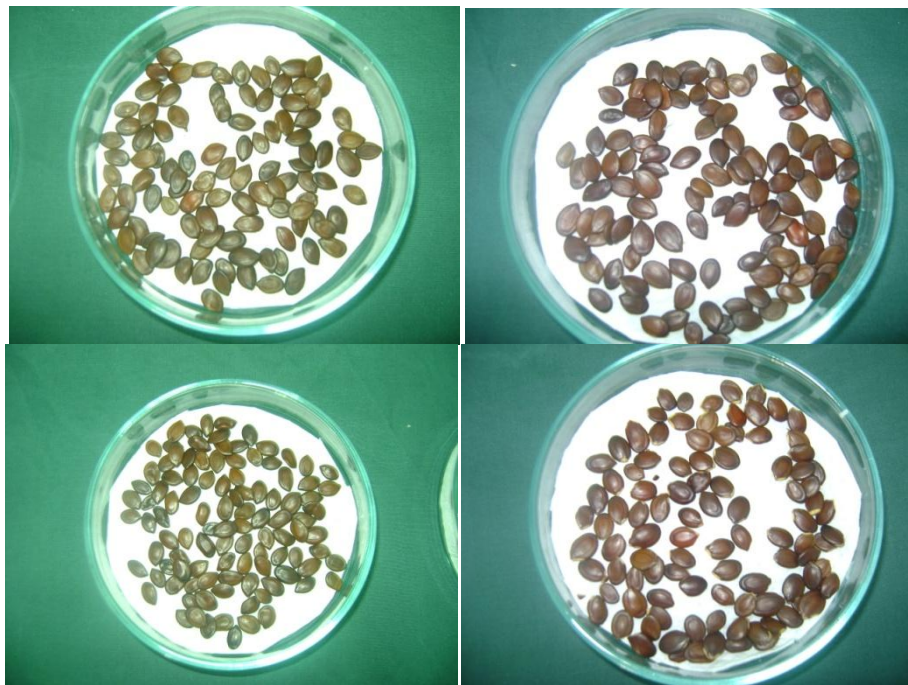
**f) Toma de datos en laboratorio en cajas petri**

---

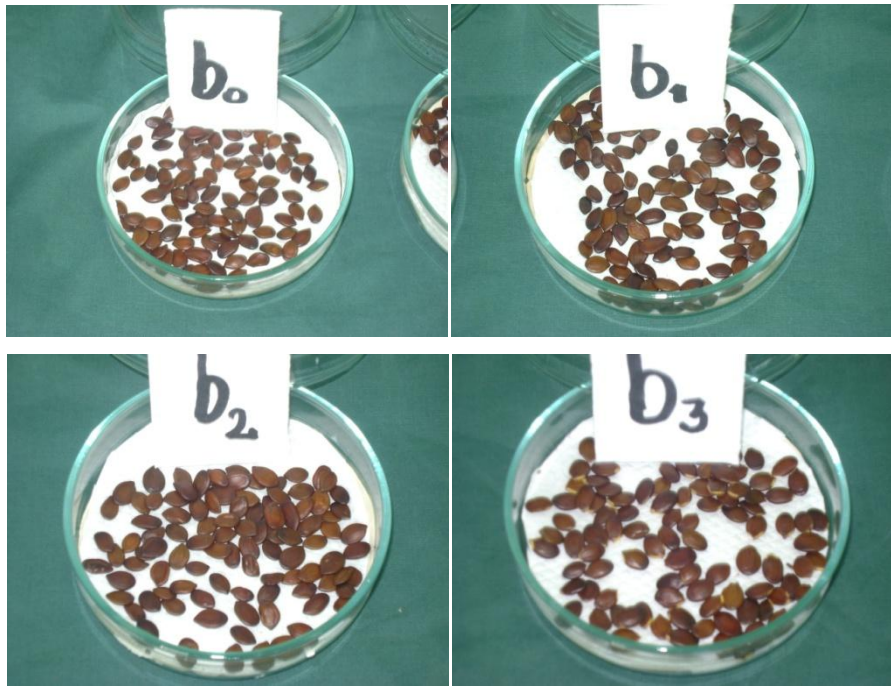
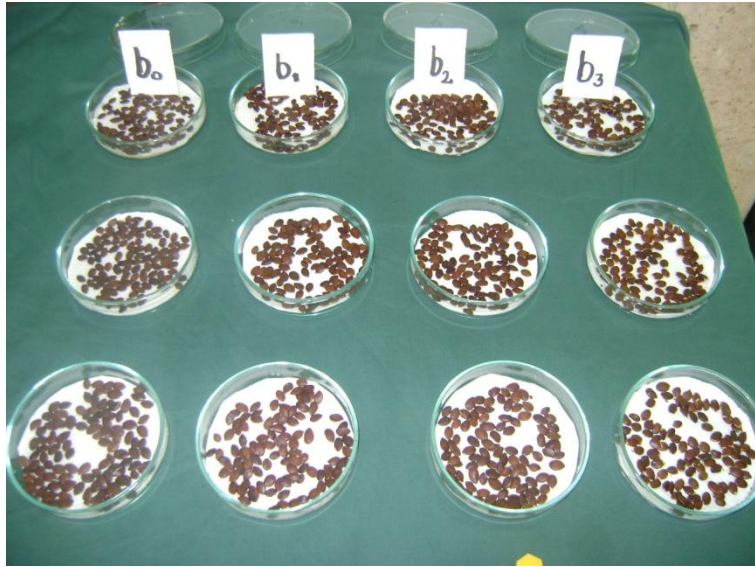
Trabajo de laboratorio en cajas petri



Los 4 tratamientos con 2 repeticiones

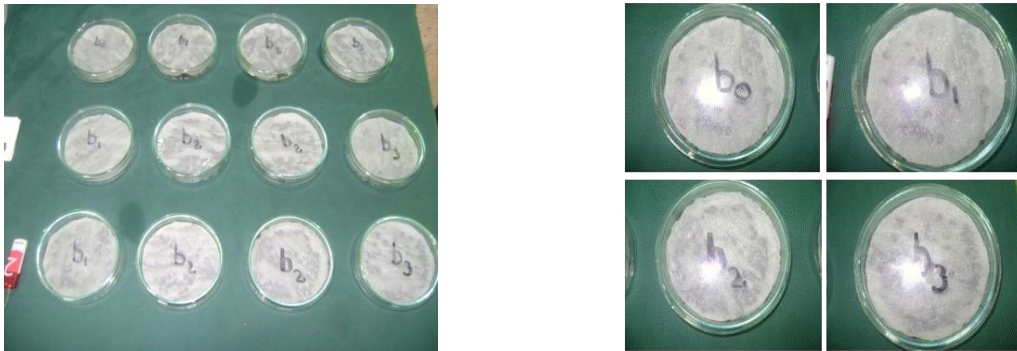


Los 4 tratamientos



---

Semillas en cajas petri



Semillas de leucaena en germinacion



Plagas en el vivero

