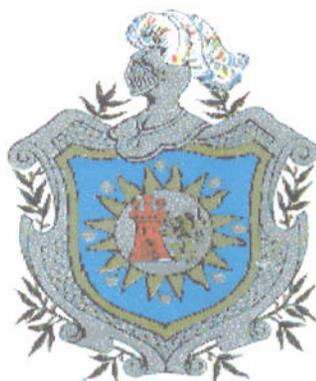


*Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua  
UNAN - León  
Facultad de Ciencias  
Departamento de Biología "Edgar Munguía Álvarez"*



*"Evaluación del porcentaje de germinación de tres especies forestales aplicando tratamientos pre-siembra"*

*Tesis para optar al título:  
Licenciada en Biología*

*Presentado por:*

*Bra. Cuevas Palacios Ana Vanessa  
Bra. Díaz Traña Ana Rosa  
Bra. Hernández Cortez María Adelita*



*Tutora: MSc. Rebeca Pastora  
MSc. María Inés Dávila  
Asesor Estadístico: MSc. Corina Lacayo*

*León, Septiembre /2002.*

183.371  
c.2



B10  
378.2  
C965e  
2002

## INDICE

CONTENIDO	PÁG.
Dedicatoria .....	I
Agradecimiento .....	IV
Resumen .....	VI
<b>1. INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>1</b>
Objetivos .....	3
Hipótesis .....	4
<b>2. LITERATURA REVISADA</b> .....	<b>5</b>
2.1. Concepto de la semilla .....	5
Partes de la semilla .....	5
Fisiología del desarrollo de la semilla .....	6
La importancia de la fisiología de la semilla .....	6
Madurez de la semilla, su ambiente y calidad .....	6
Calidad de la semilla .....	6
Prueba para medir la calidad de semilla .....	7
Análisis de pureza .....	7
Prueba de contenido de humedad .....	8
Prueba de germinación .....	9
Vigor .....	9



Cantidad de semillas por kilogramos .....	9
2.2. Deterioro Fisiológico de la semilla .....	10
Almacenamiento .....	10
2.3. Fisiología de la germinación .....	13
Comienzo y persistencia de la latencia .....	14
Factores de latencia .....	15
Liberación de la latencia .....	17
2.4. Tratamientos pre-siembra .....	17
Clasificación de tratamientos .....	18
2.5. Aplicación de tratamientos térmicos .....	19
Tratamientos realizados en el B.S.F. para las tres especies en estudios ..	21
2.6. Descripciones de las tres especies .....	22
Albizia saman .....	22
Enterolobium cyclocarpum .....	27
Gmelina arborea .....	33
<b>3. MATERIALES Y MÉTODOS .....</b>	<b>37</b>
<b>4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....</b>	<b>43</b>
<b>5. CONCLUSIONES .....</b>	<b>53</b>
<b>6. RECOMENDACIONES .....</b>	<b>55</b>
<b>7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>56</b>
<b>8. ANEXOS .....</b>	<b>58</b>
<b>9. GLOSARIOS .....</b>	<b>78</b>

## DEDICATORIA

*A Dios y la Virgen María que me iluminó y guió a lo largo de toda mi vida y me permitió culminar mis estudios.*

*A mis Padres Enrique Cuevas y Luz María Palacios que con su amor y su apoyo incondicional logré cumplir mis metas.*

*A mis Hermanos Arnoldo Enrique, Yader José, y Elizabeth quienes me brindaron su cariño y ayuda a lo largo de este trabajo.*

*A mis Amigos que siempre estuvieron presente en los momentos de alegría y tristeza a lo largo de mi carrera, para ellos mi cariño y gratitud.*

*“El ayer es Historia,*

*El mañana es Misterio,*

*El hoy es un Regalo, que llamamos presente”.*

*Ana Vanessa Cuevas Palacios.*

## DEDICATORIA

*A mis **Padres** Juan Díaz Olivas y Rosa Traña Espinales por haberme motivado desde siempre.*

*A mis inigualables **Hermanas** por todo el amor y apoyo que me han brindado Juana Fca. Y Maria Isabel Díaz Traña.*

*Ana Rosa Díaz Traña*

## DEDICATORIA

*Se la dedico a las personas mas importante de mi vida ya que no están conmigo pero se que siempre desearon lo mejor para mi.*

*A mis **Abuelitos** Gregario y Maria a mi **Mamá** Rosalía y a mis **hermanos** Bismar, Elvim, Angelis, Ewduin, Rudy que con su apoyo y cariño logre cumplir mis metas.*

*A mis **Primas** Vidalia, Jasmina, Brenda y a mi **Novio** Emilio que me apoyaron a lo largo de mi carrera.*

*Maria Adelita Hernández Cortez.*

## AGRADECIMIENTOS

*Agradecemos principalmente a Dios quien nos a permitido finalizar nuestros estudios con éxito.*

*A nuestras tutoras: MSc. Rebeca Pastora, MSc: Maria Inés Dávila y MSc. Corina Lacayo.*

*A nuestros profesores por su tiempo y dedicación y por los conocimientos adquiridos a lo largo de nuestra carrera.*

*A quienes laboran en nuestra Alma Mater y a todo el personal del Centro de Mejoramiento Genético y Banco de Semillas Forestales, en especial a la Licenciada Maria Esperanza de Sampson por su amabilidad y apoyo técnico.*

*A nuestras Familias y Amigos especiales quienes han estado apoyándonos siempre.*

*Ana Vanesa Cuevas Palacios*

*Ana Rosa Díaz Traña*

*Maria Adelita Hernández Cortez*

## *AGRADECIMIENTOS*

*Agradezco principalmente a Dios, a mis Padres, a mis Hermanos, a mis Amigos, a los tutores y asesores que gracias a ellos he podido realizar el presente trabajo.*

*Ana Vanesa Cuevas Palacios.*

*Con mucho cariño a Javier Sunyer MacLennan, Raul Traña, María Varrera y Alfredo Arlet, por brindarme su valiosa amistad, y a mis compañeras de tesis Vanesa Cuevas y Adelita Hernández.*

*Ana Diaz Traña.*

*Agradezco principalmente a Dios quien me permitió finalizar mis estudios con éxito, a toda mi Familia a mis Abuelitos, Tías y Primos y Amigos especiales que siempre me apoyaron.*

*Maria Adelita Hernández Cortez.*

## RESUMEN

Con el objetivo de incrementar el porcentaje de germinación a niveles óptimos, se evaluó la germinación de tres especies forestales *Albizia saman*, *Enterolobium cyclocarpum* y *Gmelina arborea* a través de 12 tratamientos térmicos en los que se combinó temperatura a diversos niveles (100°, 95°, 85° y 75°C) y tiempo (1,2 y 3 minutos) teniendo siempre un testigo. Los ensayos de germinación tuvieron lugar en las instalaciones del Laboratorio del Centro de Mejoramiento Genético y Banco de Semillas Forestales de Nicaragua. Se realizaron 4 replicas por cada tratamiento y en cada uno se uso 50 semillas, las que fueron plantadas en cajas germinadoras transparentes rectangulares sobre bancales aéreos en la casa germinadora del Centro. Los resultados revelan que en el caso de *Albizia saman* (Genízaro) y *Enterolobium cyclocarpum* (Guanacaste de Oreja) la temperatura constituye un factor importante en la germinación y que las semillas de *Gmelina arborea* (Melina) germinan mejor sin ser sometidas a los tratamientos antes mencionados. Los análisis del porcentaje de humedad fueron practicados antes de iniciar los ensayos de germinación y los resultados fueron los siguientes: 6.66% para Genízaro, 9.55% para Guanacaste de Oreja y 7.77% para Melina. Los datos fueron analizados mediante un Estadístico Descriptivo y un Análisis de Varianza Bifactorial.



## 1. INTRODUCCIÓN

El agotamiento de los recursos forestales provenientes de los bosques naturales, a llevado a los organismos gubernamentales y privados de la región centroamericana, a realizar esfuerzos por establecer plantaciones forestales para atender las demandas básicas de productos como madera y leña (CATIE,1997).

En la naturaleza la latencia conduce a una germinación retardada e irregular, la cual bajo condiciones naturales, relativamente no controladas debe asegurar que por lo menos algunas de las plántulas germinadas sobrevivan. Los fracasos en la mayoría de los viveros del país se deben básicamente al manejo inadecuado de los tratamientos pre-siembra que tienen como objetivo mejorar la supervivencia o germinación de estas después de la siembra. Los beneficios de los tratamientos pueden ser ahorro en semillas, un período de trasplante predecible y concentrado de una existencia mas uniforme a nivel de vivero.

El Centro de Mejoramiento Genético y Banco de semillas Forestales se dedica a la venta de semillas forestales de calidad con el propósito de ayudar a productores, este centro trabaja con 48 especies forestales de las cuales 15 son las más demandadas, de estas se seleccionaron tres especies que presentaban bajos porcentajes de germinación.



Con este trabajo pretendemos contribuir estableciendo el tratamiento térmico mas efectivo para **Albizia saman**, **Enterolobium cyclocarpum** y **Gmelina arborea**, y brindar información útil que fácilmente se puedan realizar en el campo a un bajo costo. Teniendo así un aprovechamiento adecuado y asegurando el abastecimiento a proyectos de reforestación, esto resultaría provechoso para la economía tanto de los productores agropecuarios como para el país.



## **OBJETIVOS**

### **OBJETIVO GENERAL**

❖ Determinar tratamientos pre-siembra que incrementen significativamente el porcentaje de germinación de semillas forestales de mayor demanda en el Centro de Mejoramiento Genético y Banco de Semillas Forestales.

### **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

❖ Generar bases de datos que comprendan porcentajes de germinación y contenido de humedad para las tres especies seleccionadas.

❖ Analizar mediante un Diseño Bifactorial General la influencia de los factores temperatura y tiempo en la germinación de las especies en estudio.



## **HIPÓTESIS**

### **HIPÓTESIS NULA**

- ❖ El porcentaje de germinación es igual aunque varíen los tratamientos pre-siembra.

### **HIPÓTESIS ALTERNATIVA**

- ❖ El porcentaje de germinación es diferente con la variación de los tratamiento pre-siembra.



## 2. LITERATURA REVISADA.

### 2.1. Concepto de la semilla

El término de semilla se usa generalmente con un sentido funcional, significa una unidad de reproducción, este término incluye tanto a las semillas verdaderas como a los frutos. Una semilla verdadera es un óvulo fertilizado y maduro con una planta embrionaria, tiene una cubierta protectora y almacena alimento (CATIE,1996).

### Partes de la semillas

Las semillas maduras están generalmente formadas por una cubierta protectora y el embrión. La cubierta protectora esta formada por dos capas una externa que tiene diferentes formas (testa) y la interna como de papel (tegumento). El embrión se encuentra dentro de la semilla y es la planta potencial, esta formado por el óvulo fertilizado. En algunas especies de angiospermas el embrión puede ser pequeño y rodeado por un tejido nutritivo llamado endosperma, o puede que no haya endosperma y en tal caso el embrión llena toda la semilla. En las semillas de gimnospermas el tejido nutritivo no se llama endosperma sino gametofito femenino ya que el origen del tejido es diferente al del endosperma de las angiospermas (CATIE,1996).



## **Fisiología del desarrollo de la semilla**

### **Importancia de la fisiología de la semilla**

Es indispensable un buen entendimiento de los procesos que ocurren en la semilla para la aplicación de métodos adecuados al momento de la manipulación y ensayo de las semillas y en las actividades de vivero (CATIE,1996).

### **Madurez de la semilla, su ambiente y calidad**

Las condiciones ambientales pueden afectar la cantidad, o la calidad de la semilla en desarrollo con respecto a los valores nutricionales, o al contenido de ciertos elementos como los aceites y grasas. Cualquier condición ambiental que afecte las diferencias de elementos en el ambiente en que se desarrolla el árbol madre, tales como magnesio, boro y calcio afectan directamente a la planta embrionaria. El estado de madurez de la semilla al momento de la recolección tiene un marcado efecto en su viabilidad (CATIE,1996).

### **Calidad de semillas**

Es un término general que puede referirse a la pureza, capacidad de germinación, contenido de humedad, vigor, cantidad de semillas por libra, o sea que el concepto de calidad de semilla va a depender del estado en que se encuentre según su uso final que puede ser:

1. Conservación de los recursos genéticos.



2. Producción en vivero.
3. Siembra directa en el bosque o en tierra arable.
4. Alimento.

La germinación uniforme y simultánea es generalmente ventajosa en el vivero, mientras que en el bosque, la variación en tiempo de germinación puede asegurar algún grado de supervivencia en caso de catástrofe. Como consecuencia la importancia del factor de calidad de la semilla “velocidad de germinación” depende del uso final de la semilla. La demanda por calidad almacenada para la conservación de los recursos genéticos será muy alta con respecto a la variación genética. En el caso de semilla para alimentación, el contenido proteínico o contenido de aceite puede ser el principal factor de calidad (CATIE,2000).

## **Pruebas para medir la calidad de semillas:**

### **Análisis de pureza**

Pureza: Es la proporción de semilla limpia e intacta de la especie designada, generalmente es expresada como un porcentaje por peso (CATIE,2000).

El objeto de un análisis de pureza es el de determinar la composición por peso que se examina para hacer esto, la muestra se separa en partes: semillas inmaduras germinadas, tamaño pequeño, marchitas, pedazos restantes de quebraduras, materia inerte, fragmentos de hojas ramas, hueso, tierra. La muestra de trabajo conteniendo todas las



impurezas es pesada hasta el último miligramo y luego la semilla pura se separa y se pesa separadamente.

El porcentaje de semilla pura es calculada así:

$$\% \text{ Pureza} = \frac{\text{Peso de semilla pura}}{\text{Peso total de la muestra original.}} \times 100 \quad (\text{William, 1982}).$$

### **Prueba de contenido de humedad**

El contenido de humedad es importante para controlar las operaciones de secado de las semillas en la preparación para almacenaje y para chequear la estabilidad del contenido de humedad durante el almacenaje.

El ISTA (Asociación Internacional de Ensayos Semilleros) prescribe tres procedimientos posibles:

1. Secar en horno por 17 hr, a 103°C.
2. La prueba deberá hacerse en dos muestras de más o menos 5 gramos cada una tomada de una muestra de trabajo que incluye impurezas, no hacerlo en semillas puras, las semillas grandes deberán triturarse, las muestras deberán pesarse y colocarse en un horno a una temperatura de 103°C por 17 hr, al final de este período la semilla deberá colocarse en cámara de silicagel durante 30-45 minutos y luego se vuelven a pesar, la media de las dos muestras es el resultado final.
3. El cálculo del contenido de humedad deberá hacerse en base al peso húmedo o en base al peso fresco.



$$\% \text{de C.H} = \frac{\text{Peso original} - \text{Peso seco al horno}}{\text{Peso original}} \times 100$$

( William, 1982).

### **Prueba de germinación**

Es la reanudación del crecimiento activo en un embrión que resulta en su emergencia de la semilla y desarrollo de las estructuras esenciales para el desarrollo de la planta. El objetivo principal de una prueba de germinación de laboratorio es estimar el número de semillas que pueden germinar en condiciones óptimas.

### **Vigor**

Propiedades de la semilla que determinan el potencial para la emergencia y desarrollo rápido y uniforme de plántulas normales bajo un amplio rango de condiciones de campo (CATIE,2000).

### **Cantidad de semillas por kilogramos**

Peso de semilla. La medida del peso de semilla se hace en el componente de semilla pura separada por la prueba de pureza. El peso se expresa normalmente como el peso de 1000 semillas puras esto puede ser transformado a número de semillas puras por kilogramos. ISTA (1970) prescribe 8 réplicas de 100 semillas cada una, de los cuales se calcula el coeficiente de variación y la desviación estándar así como la media si el C.V, es menor de 4 la media se acepta, si es mayor se prescriben 8 réplicas adicionales.



## 2.2 Deterioro Fisiológico de la semilla

### Almacenamiento

El almacenamiento puede definirse como la conservación de semillas vivas, desde la época de recolección hasta el momento de la siembra (Holmes y Buszewicz, 1958). Los motivos del almacenamiento de semillas forestales pueden resumirse de la manera siguiente:

- Conservar semillas en las condiciones que mejor protejan su capacidad germinativa en el período entre la recolección y la siembra.
- Proteger la semilla contra la destrucción de roedores, aves, insectos y enfermedades.
- Conservar cantidades de semillas recolectadas en años de gran producción con miras a tener suministros para años de escasa producción o que no tengan producción alguna (FAO,1980).

De cualquier manera, el objetivo principal del almacenamiento de semillas es mantener una cantidad de semillas viables desde que son recolectadas hasta el momento en que serán requeridas para la siembra (William,1991). Semillas viables quiere decir que están vivas y son capaces de germinar al sacarse del almacenamiento. Las condiciones de almacenamiento que mantienen la viabilidad de las semillas son aquellas que reducen la respiración y otros procesos metabólicos sin dañar el embrión (Hartmann y



Kester,1988). La viabilidad de las semillas se ve afectada principalmente por el contenido de humedad de la semilla, la temperatura y la atmósfera de almacenamiento.

El contenido de humedad de la semilla determinará la duración del almacenamiento, en general, las semillas de vida corta son sensibles a la desecación (*Recalcitrantes*). Son semillas que poseen una humedad elevada y pierden su viabilidad cuando ésta es reducida (Hartmann y Kester,1988). En estos casos sólo se recomienda sembrar las semillas inmediatamente después de extraerlas del fruto. La mayoría de las semillas de vida media y larga son tolerantes a la desecación (*Ortodoxas*), y deben secarse hasta un 4 a 6 % para almacenarse por períodos prolongados (Hartmann y Kester,1988). Es posible admitir un aumento en el contenido de humedad, pero sólo si va acompañado de una reducción en la temperatura.

De acuerdo a los factores controlados dentro del almacenamiento, se pueden distinguir distintos tipos (Hartmann y Kester,1988):

- Almacenamiento abierto (sin control de humedad ni temperatura): es posible de aplicar en climas secos o en semillas de cubierta dura, siempre que las semillas hayan sido secadas, aunque este tipo de almacenamiento puede no ser el más adecuado.
- Almacenamiento cálido con control de humedad: supera a la técnica anterior ya que semillas que han sido secadas pueden almacenarse en bolsas selladas que aseguren minimizar las fluctuaciones de humedad.



- Almacenamiento en frío: este tipo es mucho más recomendable que el anterior ya sea controlando o no la humedad. Aunque el procedimiento más satisfactorio es bajar el contenido de humedad de las semillas y almacenarlas en recipientes sellados y a temperaturas bajas, de esta forma se puede mantener la longevidad al máximo.
- Almacenamiento frío-húmedo: consiste en colocar las semillas en recipientes que mantengan la humedad o mezclarlas con algún material que retenga la humedad (por ejemplo: arena húmeda). Semillas recalcitrantes podrán ser almacenadas de esta manera, pero sólo por poco tiempo y con presencia de oxígeno, ya que las semillas continúan respirando.

Los recipientes utilizados para almacenar semillas pueden ser de diversos tipos (William,1991). Materiales completamente permeables, como son los sacos de arpillera, bolsas de algodón o de papel pueden ser utilizados sólo si se trata de cortos períodos, ya que las semillas son susceptibles a ataques de roedores o insectos y al intercambio de vapor de agua y otros gases. El almacenamiento de semillas recalcitrantes exige la utilización de este tipo de envases, debido a que es necesario mantener un adecuado intercambio gaseoso para evitar el calentamiento de las semillas, en este caso la respiración de las semillas no puede reducirse tanto como en las ortodoxas, por lo que se requiere de la existencia de oxígeno para mantener su viabilidad. Materiales herméticos se recomiendan para el almacenamiento de semillas ortodoxas, entre estos se encuentran latas o tambores de estaño o aluminio, cubetas de plástico, frascos de vidrio y bolsas de



polietileno; aunque estas últimas no son completamente impermeables, por lo que se sugiere combinarlas con otros, por ejemplo bolsas con tarros. Cuando es necesario abrir los recipientes periódicamente, se aconseja incluir alguna sustancia deshidratante, como el gel de sílice, que impida el aumento del contenido de humedad de las semillas debido a fluctuaciones de la humedad ambiental producida al abrir constantemente los envases. La elección del tipo de almacenamiento y del tipo de recipiente utilizado depende en gran parte de los recursos que se disponga. El Centro de Semillas y árboles Forestales cuenta con una cámara frigorífica para el almacenamiento de sus semillas, a una temperatura de 5°C. Se utilizan recipientes metálicos herméticos que contienen bolsas de polietileno selladas con las semillas. De esta manera se pretende conservar al máximo la calidad de las semillas hasta el momento de ser requeridas para su siembra (Sandoval,2001).

### 2.3 Fisiología de la germinación

- **Continuidad del crecimiento:** Las semillas son un medio para asegurar la continuidad de la existencia, la adaptación y evolución de las especies. Por lo tanto la germinación y el crecimiento de semillas embrionarias son procesos fundamentalmente importantes. Al alcanzar la madurez, las semillas prácticamente han detenido su proceso de crecimiento, el cual se reanuda sólo bajo ciertas condiciones. Las semillas no necesariamente germinan de inmediato ya que pueden permanecer en latencia, o tener



baja viabilidad o las condiciones para la germinación no son las apropiadas. Es difícil distinguir cuál de estos factores están afectando en ese momento.

Para que se produzca la germinación deben cumplirse tres requisitos básicos:

1. La semilla debe ser puesta en condiciones ambientales favorables; siendo factores esenciales la disponibilidad de agua, una temperatura apropiada y provisión de oxígeno.
2. Las semillas deben ser viables; el embrión debe estar vivo y en capacidad de germinar (Triviño,1988)

## **Comienzo y persistencia de la latencia**

### **Latencia:**

Es una condición que evita que las semillas viables germinen aunque estén en condiciones apropiadas de humedad, temperatura, gases e iluminación. Esta condición es reversible sometiendo la semilla a tratamientos con factores no esenciales para la germinación. Los procesos metabólicos ocurren en las semillas en latencia, pero a una tasa muy baja (CATIE,1996).

La intensidad de la latencia en la semilla varía no sólo entre especies diferentes, sino también entre árboles de las mismas especies. Algunas veces es causada por las condiciones ambientales prevalecientes durante el desarrollo de la semilla. Por ejemplo, árboles que crecen a mayor altitud y a temperatura más bajas pueden mostrar latencia, mientras que árboles de la misma especie, pero que crecen en zonas más bajas no la



manifiestan, un manejo inapropiado puede hacer que entre en este estado. La latencia no es un estado permanente, una semilla puede estar en este estado, salir y volver a entrar en latencia varias veces, pero tarde o temprano tiene que parar para hacerse efectiva (CATIE,1996).

## **Factores de latencia**

### **Semillas con cubierta dura:**

Muchas especies tienen semillas con cubierta dura e impermeable al agua. Sin embargo, después de permanecer suficiente tiempo en el suelo con temperaturas cálidas, humedad y la ausencia de organismos del suelo, la cubierta se hace permeable, el agua penetra y se inicia la germinación. Estas semillas son típicas en las leguminosas. La cubierta dura asegura que germine cuando hayan comenzado completamente las lluvias y no después de una lluvia ocasional en período seco (CATIE,1996).

### **Inhibidores químicos:**

Algunas especies tienen químicos en la parte del fruto o la cubierta de la semilla que previenen el inicio de la germinación a pesar de contar con las condiciones básicas. Los químicos aseguran que la semilla germine sólo cuando las condiciones sean apropiadas para el crecimiento de plántulas, por ejemplo en algunas especies de zonas secas estas sustancias sirven como indicador de la presencia de humedad en el suelo y deben ser removidas antes de que la germinación pueda empezar, estas pueden ser removidas de



diferentes maneras: pudrición del fruto carnoso, lavado por la lluvia, pasando a través del intestino de un animal o siendo calentada por el sol o por fuego (CATIE,1996).

#### **Embriones inmaduros:**

Algunas especies tienen semillas con embriones inmaduros al momento de la dispersión. En la mayoría de los casos, estas semillas deben pasar por un período frío y húmedo antes de que el embrión madure. Una vez que ha pasado un período frío suficientemente largo, la semilla podrá germinar al llegar el período caliente. De esta manera se evita que la semilla germine en un corto período caliente durante el invierno. Algunas especies requieren de una secuencia de temperatura caliente y frías para germinar. Otras simplemente necesitan que la semilla se seque por un período suficientemente largo para que se madure el embrión.

#### **Otras causas:**

La luz es importante a veces para activar la germinación, especialmente en semillas pequeñas, en la naturaleza esto probablemente asegura que la semilla solo germine cuando hay suficiente luz para mantener el crecimiento. Esto es típico en especies pioneras del bosque lluvioso (CATIE,1996).



## **Liberación de la latencia**

Se debe romper el estado de latencia para que se de la germinación .

### **Latencia exógena**

Se rompe escarificando la cubierta de una semilla, se puede hacer de forma mecánica eliminando una pequeña porción de la cubierta con un cuchillo u otro instrumento con filo, raspando la superficie o aplicando químicos como por ejemplo sumergiéndola en ácido sulfúrico o en agua caliente. La latencia es producida por químicos presentes en la cubierta de la semilla, estos factores inhibidores pueden ser removidos colocando la semilla bajo suficiente agua corriente la que debe ser cambiada con frecuencia para asegurar que no aumente la concentración de inhibidores o agregar agentes neutralizadores (William,1992).

### **Latencia endógena**

Antes de intentar romper la latencia es importante verificar que la semilla esté madura y el embrión apropiadamente desarrollado. Para romper esta latencia los factores, iluminación, temperatura y envejecimiento sólo o en combinación pueden ser efectivos (CATIE,1996).

## **2.4 Tratamientos pre-siembra**

Se puede definir como tratamiento pre-siembra cualquier tratamiento de las semilla después que estas han sido recolectada, ejemplo: limpieza de semilla cuando la semilla



va a ser almacenada o sembrada, el tratamiento mas común es el que se aplica para mejorar tanto la cantidad como la velocidad de germinación, esto es importante para especies que muestran latencia (CATIE,2000).

## **Clasificación de tratamientos**

**A. Físicos:** Es un método simple, consiste en cortar, taladrar o limar un pequeño hoyo en la cubierta de la semilla para tratamientos de grandes cantidades de semilla es preferible hacerlo en la máquina esscarificadora.

### ❖ **Embebido en agua**

Embeber las semillas en agua por 24 horas a temperatura ambiente, o colocar las semillas en agua hirviendo y dejar las semillas a temperatura ambiente por 12 horas (Kemp,1975).

### ❖ **Tratamiento con ácido**

El químico más usado para romper la dormancia de la cubierta es el ácido sulfúrico concentrado. Las semillas que han estado almacenadas por períodos largos requieren más tiempo en ácido que las semillas frescas.

**B. Biológicos:** En la naturaleza los animales y microorganismos son un factor importante en la ruptura e impermeabilidad de las semillas. Las semillas que han pasado



por el tracto de un rumiante germina mas rápido ejemplo. Acacia y Gmelina (William,1982).

## 2.5 Aplicación de tratamientos térmicos

1. Para propagar en forma eficiente en vivero, y asegurar un rápido y elevado porcentaje final de germinación en algunas especies de la familia Mimosaceae, es recomendable someter a la semilla a distintos tratamientos pregerminativos: Remojo en agua caliente de 30 a 120 minutos, o imbibición entre 60-90° C. Este método elimina la impermeabilidad de la testa y activa el embrión. Se utiliza en prácticas de vivero, pero es recomendable evitar las altas temperaturas. Se recomienda la escarificación química, con ácido sulfúrico comercial concentrado (95%), sumergiendo completamente en la proporción de 1200 ml por kilogramo de semilla, entre 20-27°C a temperaturas inferiores, durante 120 minutos. Lavado inmediato en abundante agua corriente fría durante 5-10 minutos y secado al aire. Se logra un 93% de germinación. Este tratamiento elimina la impermeabilidad de las cubiertas y las semillas quedan secas e inactivas, permitiendo el almacenaje por un tiempo prolongado sin perder su viabilidad. La escarificación mecánica a través del uso de materiales abrasivos es otro método adecuado con lo que se obtiene una germinación de 96%.

2. Por la presencia de una testa dura es necesaria la escarificación, ya sea química, por inmersión en agua hirviendo o mecánica para romper la latencia (Compton,1912,



Becquerel,1934, Crocker,1938, Dent,1942, López-Quiles,1974, Nava-Rodríguez,1974, Parra,1984, Creager,1992, Ferreira *et al*,1992). En el campo, la latencia se rompe por el efecto de abrasión del suelo o la acción de agentes microbianos, por el jugo digestivo de animales, por ácidos orgánicos o por fluctuaciones de temperatura (Van Staden *et al*, 1989, Creager,1992).

3.Inmersión en agua hirviendo. Cuando la testa es dura, como *Enterolobium cyclocarpum*, *Albizia saman*, *Sideroxylum capiri* y *Guaiacum sanctum*, lo mejor es pasarlas por un baño de agua hirviendo, de la siguiente manera: cuando el agua está hirviendo, se retira del fuego y se sumergen las semillas en ella, dejándolas hasta que el agua enfríe por sí misma; luego es conveniente cambiar el agua por agua fresca. Con este proceso las semillas se hinchan y descascaran, con lo que absorben agua e inicia el proceso de germinación, por lo que las semillas deben ser sembradas seguidamente.

El Banco de Semillas Forestales ha realizado una serie de ensayos de tratamientos pre-germinativos bajos las siguientes condiciones:

- a. Tratamientos dentro de un espectro amplio del gradiente de temperatura (por calentamiento de agua).
- b. El volumen de agua usada para el tratamiento de semillas es estandarizado a 5 veces el volumen de las semillas.
- c. La duración de evaluación es estandarizada, para todos ensayos fueron de un período de 21 días.



- d. El sustrato es estandarizado, arena esterilizada (por horno o por químico) (Triviño, 1988).

### **Tratamientos realizados en el B.S.F. para las tres especies en estudios.**

❖ **Nombre científico:** *Albizia saman* y *Enterolobium cyclocarpum*

**Nombre común:** Genízaro y Guanacaste Negro

- Agua a 100°C, esperar que se enfríe, luego en agua a temperatura de ambiente (25°C) por 24 hr. Sacar las semillas que no se hinchan y se repite el proceso dos veces mas. (93%).

❖ **Nombre científico:** *Gmelina arborea*

**Nombre común:** Melina

- Agua de temperatura de ambiente por 48hrs. (68%).
- En agua corriente por 7 días. (63%).
- Agua a 60°C, por 2 min. (58%).
- Sin tratamiento. (38%). (Triviño,1988).



## 2.6 Descripciones de las especies

**Nombre común: Genízaro**

**Nombre Científico: *Albizia saman* (Jacq.) Muell.**

**Familia: Mimosaceae**

**Sinonimia: *Pithecellobium saman* (Jacq.) Benth.**

Genízaro es un árbol grande de porte imponente y aspecto majestuoso que se encuentra formando parte del paisaje en casi todos los lugares de Nicaragua. El Genízaro es un árbol de uso múltiple con madera de variada utilización, excelente en sistemas silvopastoriles por la sombra en los potreros y su potencial forrajero; excepcional como ornamental bajo cuya sombra se recrean los visitantes de parques, restaurantes campestres y urbanos, transeúntes en caminos y ciudades; su copa extendida y su belleza espectacular en periodo de floración deleitan la vista de los admiradores de la naturaleza. Su importancia no radica solamente en su belleza sino en el aspecto económico, ya que debido a la calidad de su madera, que es catalogada como madera comercial, puede ser empleado en plantaciones industriales para la producción de madera; la alta calidad de su forraje le hacen indispensable en fincas y en los sistemas silvopastoriles.

### ➤ **Descripción Botánica**

El árbol alcanza alturas hasta de 30m y diámetros hasta de 1.2m ocasionalmente mayores, copa densa y extendida. Corteza externa gris-negruzca con grietas verticales y



hendiduras horizontales. Hojas compuestas, bipinadas, alternas; las hojuelas son obtusas a redondeadas en el ápice y se cierran durante la noche. Inflorescencia en umbela con flores blanco-rosadas. Frutos en vainas rectas a ligeramente curvadas de 10 a 20cm de longitud y 1 a 2cm de ancho. Figura 4.

### ➤ **Distribución**

En América se extiende desde México hasta Bolivia y Brasil. Introducido en otros países tropicales. En Nicaragua se encuentra ampliamente distribuido en casi todo el territorio.

### ➤ **Requerimientos ambientales**

- **Altitud:** Generalmente crece mejor debajo de los 500msnm.
- **Precipitación:** Se encuentra en sitios con precipitaciones entre 760 a 3000mm anuales con una estación seca mínima de 2-4 meses.
- **Suelos:** Esta especie se puede encontrar en suelos de textura arenosa, franco-arenosa y arcillosa, con pH neutro o ácido.

### ➤ **Silvicultura**

- **Semilla:** La época de recolección es en Marzo. El número de semillas por kilogramo es de 4440 a 6500.
- **Vivero:** Las semillas deben tratarse sumergiéndolas en aguas a 100°C, retirando



inmediatamente del fuego y dejar enfriar; (agua con semillas), luego cambiar por agua corriente y dejar reposar por 24 horas, cambiando el agua 2 veces al día. Repetir el tratamiento con las semillas que no se hinchan. El volumen de agua deberá ser 5 veces el volumen de las semillas. Otro tratamiento alternativo consiste en la escarificación manual. Las plantas se producen en bolsa depositando 2 semillas en cada una y la permanencia en el vivero es de 4 a 6 meses. Se debe disminuir el riego durante el último mes con el objetivo de llevar una planta rustificada al sitio de plantación.

- Manejo: Es una especie de crecimiento lento y difícil de manejar por la forma del fuste y la ramificación a baja altura. Debe ejercerse un buen control de malezas durante los primeros 3 años.
- Crecimiento: es una especie nativa, resistente a variadas condiciones de suelo y de precipitación, no obstante los datos de crecimiento en Nicaragua son sumamente limitados.

### ➤ Usos

- Madera: albura de color amarillo-pálido y duramen castaño claro, grano recto a entrecruzado, textura media, superficie brillante, olor y sabor no característico.

La madera de Genízaro es de densidad media con una densidad básica de  $0.53\text{gr/cm}^3$ . Sus propiedades mecánicas van de muy bajas a medianas. Se ca al aire a una velocidad moderada, con defectos moderados principalmente curvatura, alburas susceptible al ataque de hongos e insectos y duramen moderadamente resistente a hongos de pudrición



y termitas. Se puede usar en construcciones en general acabados y divisiones interiores, artículos torneados, gabinetes, molduras, ruedas de carreta, chapas decorativas, postes y mueble.

- Forraje: las vainas que caen al suelos son muy palatables para el ganado, las hojas son menos palatables y son consumidos también los retoños. El contenido de proteína cruda en el follaje y tallos tiernos es de 24-30%, de las vainas enteras 13-18%, de la pulpa el 14%, la digestibilidad in Vitro de las hojas es de 36-48% y de las vainas enteras es del 74%.
- Medicinal: La decocción de la corteza se usa en fomento (medicamento líquido de uso externo, aplicado en paños) para curar constipados.
- Ornamental: esta especie ha sido ampliamente utilizada en países tropicales como árboles ornamentales por su sombra, buen porte y sus flores. En Nicaragua ha sido tradicionalmente plantadas en parques, calles, patios, fincas, etc (MARENA,1995).

### ➤ **Calidad física y Germinación**

- Calidad física: El contenido de humedad inicial varia de 12 a 15%. La cantidad de semillas por kilogramos varia de 4000 a 7000 semillas. Se han reportados porcentaje de pureza de 90 a 95%. Las semillas son considerada ortodoxas.
- Germinación: La germinación es epigea, y se inicia a los 5 días después de la siembra cuando emerge la radícula, termina a los 17 días después de la siembra cuando aparecen





las primeras hojas verdaderas (CATIE,2000) Figura 5 Y 10.

### ➤ **Tratamientos pregerminativos**

Las semillas deben ser sumergidas en aguas a temperatura ambiente por 24 hr., o 30 segundo en agua hirviendo (CATIE,2000).



**Nombre Común: Guanacaste de Oreja o Guanacaste negro**

**Nombre Científico: Enterolobium cyclocarpum (Jacq.) Griseb.**

**Familia: Mimosaceae**

El nombre Guanacaste proviene del Nahuatl y significa árbol de las orejas. *Enterolobium cyclocarpum* es una especie nativa tradicionalmente apreciada por los campesinos por ser un árbol de múltiples usos con importante potencial forrajero y maderero. Al igual que el Genízaro es un árbol de buen porte, apreciable belleza y aspecto majestuoso, sembrado en parques, calles, avenidas y también muy conocido por la población urbana.

### ➤ **Descripción Botánica**

Árbol de 30 a 50m de altura y de 2 a 3m de diámetro; fuste cilíndrico con pequeñas gambas; copa ancha y extendida; la corteza es lisa a ligeramente fisurada, de color gris claro a parduzco con lenticelas elíptica, suberizadas, con un grosor de 0.5 a 1cm. Las hojas son compuestas, bipinnadas, alternas, ápice agudo, envés verde pálido y haz verde oscuro. La inflorescencia en cabezuelas axilares, con flores pequeñas, sésiles de color blanquizco a verde claro, cáliz de 2.5mm de largo, densamente pubescente, corola blanquizca, estambres unidos en forma de tubo. Los frutos en vainas enroscadas, leñosas, lustrosas, indehiscentes de color café claro a oscuro cuando maduras, conteniendo 10 a 15 semillas ovoides y aplanadas (MARENA,1995).

La madera tiene un peso específico de  $0.35\text{g/cm}^3$ . En condición seca, al aire la albura es de color gris naranja y el duramen pardo oscuro. Tiene grano entrecruzado, textura



mediana y homogénea, lustre regular, olor y sabor característico. Los poros son de tamaño mediano, visibles y ovalados, en su mayoría solitarios; presenta porosidad difusa. Se usa en construcción en general, muebles, acabados interiores, postes para cerca y pulpa para papel (CATIE,2000) figura 6.

### ➤ **Distribución y Hábitat**

Se encuentra naturalmente desde los 25° N en México y a lo largo de América Central, Cuba y Jamaica hasta los 7° S en América del Sur. La distribución altitudinal varía de 0 a 1200msnm, con precipitaciones de 760 a 2500mm por año, con una estación seca mínima de 2 a 4 meses y temperaturas mayores a 24° C. Se localiza en las zonas de vida de bosque seco tropical hasta húmedo tropical. Crece bien en suelos de textura arenosa, franco arenoso y arcillosa, con pH de neutro a ácido. No tolera suelos muy ácidos ni anegados. En Nicaragua se le encuentra ampliamente distribuido por el territorio nacional, especialmente en la Región del Pacífico y Central. Ha sido introducido en Asia y otros países tropicales (CATIE,2000).

### ➤ **Requerimientos ambientales**

- Temperatura: Generalmente crece bien en temperaturas de 24° C a mayores.
- Altitud: Se desarrolla hasta 1200msnm.
- Precipitación: Se encuentra en sitios con precipitaciones entre 760 a 3000mm anuales



con una estación seca mínima de 2-4 meses.

- Suelos: Esta especie se puede encontrar en suelos de textura arenosa, franco-arenosa y arcillosa, con pH neutro o ácidos. No tolera los suelos muy ácidos y encharcados.

### ➤ **Silvicultura**

- Semillas: La época de recolección es en abril . El número de semillas por kilogramo es de 1100-1400. Cuando sea necesario almacenar la semilla, deberá hacerse en refrigeración.
- Vivero: Las semillas deben sumergirse en agua a 100° C, retirar inmediatamente del fuego y dejar enfriar (semillas-agua), luego dejar reposar en agua a temperatura ambiente por 24 horas, cambiándola dos veces al día. Las plantas se producen en bolsas depositando 2 semillas en cada una. El período de germinación oscila entre 4 a 15 días y la permanencia en el vivero es de 4 a 6 meses. Otro tratamiento alternativo puede ser la escarificación manual, se realiza un corte (con tijera de podar) longitudinal a un lado de la semilla teniendo el cuidado de no dañar el embrión. El período de germinación con este tratamiento oscila de 4-12 días.

### ➤ **Usos**

- *Madera*: Presenta albura de color amarillo pálido y duramen castaño, textura media a gruesa, grano comúnmente entrecruzado, superficie poco brillante, olor y sabor no



característico. Madera de baja densidad con densidad básica de  $0.38\text{gr/cm}^3$  y densidad anhidra de  $0.42\text{gr/cm}^3$ . Sus propiedades mecánicas se clasifican desde muy bajas a algo medianas, seca al aire a una velocidad moderada desarrollando defectos moderados principalmente arqueaduras, albura susceptibles al ataque de hongos e insectos, duramen moderadamente resistente y tratable con productos preservantes; se le trabaja fácilmente con herramientas manuales y maquinas de carpintería. Puede utilizarse en muebles, acabados interiores, canoas, botes, contrachapados, chapas decorativas, ruedas de carretas, carpintería en general.

- *Forraje*: Normalmente el ganado come bien las vainas, pero solamente come las hojas cuando hay escasez de pasto. El contenido de proteínas para hojas, tallos tiernos y vainas verdes es de aproximadamente 17% .
- *Uso medicinal*: La goma exudada por el tronco tiene uso medicinal como remedio para la bronquitis. La corteza macerada y cocida es usada contra la picadura de cascabel. Los frutos pueden utilizarse como sustitutos del jabón.
- *Ornamental*: Es una especie muy utilizada como ornamental por su sombra, aspecto majestuoso y belleza. En Nicaragua ha sido tradicionalmente plantado en parques, calles, a orillas de caminos y carreteras, patios urbanos y fincas.
- *Taninos*: La corteza es rica en taninos (MARENA,1995).



### ➤ **Floración y fructificación**

- *Flores:* La floración se inicia cuando los árboles están sin hojas en los meses de marzo a abril en América Central. En Honduras y Costa Rica florece de enero a marzo y en el Salvador florece de febrero a marzo.
- *Frutos:* Son legumbres anchas de color café al madurar, indehiscentes, curvas, semejantes a una oreja humana, de 8 a 10cm de diámetro. La producción de frutos es anual. Las vainas se desarrollan en un año, madurando entre abril y mayo. En Honduras fructifica entre marzo abril, en Costa Rica fructifica de febrero a mayo y en el Salvador de abril a mayo.
- *Semillas:* Ovoideas, aplanadas, morenas y brillantes, de 1.5 a 2cm de largo y 1cm de ancho, con un tegumento protector, testa dura color negro y 2 cotiledones (CATIE,2000) Figura 7.

### ➤ **Calidad física y Germinación**

- *Calidad física:* Un kilogramo contiene de 900 a 1400 semillas y cada fruto contiene de 10 a 16 semillas. Las semillas son consideradas ortodoxas.
- *Germinación:* La semilla fresca presenta una viabilidad del 80% y, se obtienen porcentajes de germinación entre 85 y 90%. La germinación es epigea y se presenta a los cuatro días después de la siembra y finaliza a los 10 días (CATIE,2000) Figura 8 Y 10.



### ➤ **Tratamientos pregerminativos**

Con escarificación manual, la germinación se presenta de 4 a 10 días después y se obtienen porcentajes de germinación mayores a 90%. Otros tratamientos como inmersión en agua caliente o ácidos sulfúrico concentrado también son efectivos (CATIE,2000).



**Nombre común: Melina**

**Nombre Científico: Gmelina arborea Roxb.**

**Familia: Verbenaceae**

Es una especie nativa de los bosques húmedos de la India. Arbol de uso múltiple y de fácil establecimiento en sitios con variadas precipitaciones, plantándose con éxito en zonas húmedas.

### ➤ **Descripción Botánica**

Arbol caducifolio de tamaño mediano a grande; en condiciones óptimas puede alcanzar 30m de altura y mas de 60cm de diámetro; fuste de base recta. Corteza lisa de color gris blanquecino. Hojas simples de forma acorazonada aproximadamente con 25cm de largo y 18cm de ancho. Inflorescencia en panículas terminales con numerosas flores de color parduzco. Frutos en drupas ovoides oblongas con 1 a 4 semillas por frutos. Figura 11.

### ➤ **Distribución**

Especie nativa de los bosques húmedos de la India, Bangladesh, Sri Lanka, Burma y gran parte del sureste de Asia y el sur de China. En Nicaragua se introdujo en 1975 y se encuentra en parcelas experimentales y plantaciones tanto en bosque seco como en bosque húmedo.



### ➤ **Requerimientos ambientales**

- *Temperatura:* En su ámbito natural se encuentra entre temperaturas 1-48°C, En América Central se ha plantado entre 24 y 29° C.
- *Altitud:* Se puede encontrar hasta los 1200-1500msnm. En América Central se planta desde el nivel del mar hasta 1000m, con mejores crecimientos por debajo de los 500msnm.
- *Precipitación:* La precipitación óptima varía entre 1800 a 2300mm, pero puede crecer en sitios hasta de 4500mm. En América Central se ha plantado en zonas con precipitaciones desde 700 hasta más de 3100mm anuales.
- *Suelos:* Los mejores crecimientos se dan en suelos profundos bien drenados. El crecimiento es pobre en suelos compactados, ácidos y calcáreos (MARENA,1995)

### ➤ **Silvicultura**

- *Semilla:* Melina puede producir semillas a los 4 años, florecen en la zona seca en el mes de Febrero hasta Marzo en zonas lluviosas la floración comienza en Diciembre. La cosecha de semilla se inicia a los 30-45 días después de la floración. Produce un promedio de 1000 a 1300 semillas por kilogramos. Esta especie tiene una gran capacidad de regeneración natural.
- *Vivero:* La semilla de Melina requiere de un tratamiento pre-germinativo, sumergiéndose en agua durante 7 días y cambiando el agua 3 veces al día. El período de



germinación es de 8 a 45 días, presentando un porcentaje germinativo entre 40-80%. En vivero se recomienda la siembra directa en bolsa en las que permanecen por un período de 3 meses.

- *Manejo*: En los dos primeros años se realizaran podas de las ramas bajas y cuando exista bifurcación se eliminara el eje mas defectuoso con el propósito de tener un fuste bien formado. Otra actividad básica de manejo son los raleos y estos se podrían efectuar el primero a los 3-4 años de edad y el segundo a los 7-8 años en dependencia del desarrollo de la copa de los árboles y del distanciamiento, quedando alrededor de unos 600-800 árboles/ha.

### ➤ Usos

- *Madera*: Presenta albura de color castaño y duramen amarillo pálido, textura media, grano entrecruzado, superficie poco lustrosa, olor y sabor no característicos. Es una madera de densidad media, con densidad básica de  $0.471\text{gr/cm}^3$  y densidad anhidra de  $0.501\text{gr/cm}^3$ , contracción volumétrica total baja (6.324) y relación de contracciones normal (1.626); seca al aire a una velocidad lenta desarrollando defectos moderados tales como arqueadura y abarquillado; duramen medianamente resistente a hongos e insectos y extremadamente difícil de impregnar con productos preservantes, fácil de trabajar con herramientas manuales y maquinaria. Puede utilizarse en construcción rural, carpintería, muebles, tableros contrachapados y de partículas, embalajes, artesanías, postes, pulpa para papel.



- *Leña y carbón*: Apta para leña y carbón, arde bien y produce mucha ceniza. Poder calorífico de 20.000kcal/kg.
- *Sistemas agroforestales*: Se usan en cercos vivos y en combinación con cultivos agrícolas.
- *Planta melífera*: Las flores producen néctar en abundancia siendo una excelente planta melífera (MARENA,1995).

### ➤ **Calidad física y Germinación**

Las semillas son consideradas ortodoxas. la germinación es hipogea y se presenta a los 8 a 40 días después de la siembra y se obtiene porcentaje de germinación de 50-80%.  
Figuras 12,13 Y 14.

### ➤ **Tratamientos pregerminativos**

Sumergiéndose en agua durante 7 días y cambiando el agua 3 veces al día (CATIE,2000).



### 3. MATERIALES Y MÉTODO

El estudio se desarrollo en el período de febrero a septiembre del año 2001, en el Laboratorio del Centro de Mejoramiento Genético y Banco de Semillas Forestales de Nicaragua, el cual esta localizado en el Kilómetro 79 carretera Managua-León, donde Predomina un clima tropical seco con dos estaciones marcadas invierno y verano de seis meses cada una. Presentando temperatura y precipitación media de 28°C y 900mm anuales respectivamente (Incer,1998).

#### **Materiales Vegetales**

En el Centro de Mejoramiento Genético y Banco de Semillas Forestal se trabajó con 48 especies forestales de las cuales 15 son las mas demandadas, de estas se seleccionaron tres especies que presentan bajo porcentaje de germinación, estas son:

**Albizia saman (Genízaro):** N° de lote SO2644, recolectada en el Jobo Matiguas-Matagalpa y almacenada el 20-04-2001.

**Enterolobium cyclocarpum (Guanacaste Negro):** N° de lote SO2637, recolectada en el Jobo Matiguas-Matagalpa y almacenada el 10-05-2001.

**Gmelina arborea (Melina):** N° de lote SO2691, recolectada en Nueva Guinea Zelaya Central y almacenada el 14-05-2000.

Estas especies se encuentran almacenadas en bolsas plásticas de polietileno y estas a su vez en latas las que permanecen en cámaras frías a una temperatura de 4°C.



## **Toma de Muestra**

Para iniciar el análisis se realizó el muestreo, por cada especie se muestreó un lote, este se hizo tratando de obtener una muestra representativa de cada lote examinado, para esto se homogenizó la muestra con ayuda de un mezclador donde, se extrajo 500gr. de semillas con un calador sencillo de cada lata del mismo lote, una vez extraídas las muestras se revolvió y se extrajo una sub-muestra que representó a todo el lote, con esta se procedía a realizar la prueba. Las semillas solicitadas eran trasladadas al Laboratorio en donde se prepararon los tratamientos para la siembra.

## **Tratamientos Pre-siembra**

Se realizaron 4 replicas, cada especie fue sometida a 12 tratamientos con repeticiones de 50 semillas por tratamiento lo que suma 250 semillas, de las cuales 50 funcionaban como testigo y 200 eran sometidas a diversos tratamientos térmicos combinando la temperatura y el tiempo (100, 95, 85 y 75°C) (1, 2 y 3 minutos) respectivamente, para esto se utilizó un total de 3000 semillas por especies. Luego se dejaron las semillas en agua corriente por 24 hr. para proceder a la siembra. Antes de la siembra se prepara el sustrato, el que contiene arena colada previamente esterilizada en horno eléctrico a una temperatura de 150°C durante 24 horas. La siembra se realizó en cajas germinadoras transparentes rectangulares debidamente rotulados (especie, fecha de siembra, tratamiento y número de replicas). Se trasladaron las cajas germinadoras al invernadero y se colocaron en bancales aéreos de ( 10m\*1m ). El riego se realizó con micro



aspersores rotativos durante 3-5 minutos todos los días, mañana y tarde, usando como criterio de germinación la presencia de plántulas con hojas verdaderas.

El conteo de plántulas se realizó cada cuatro días, por un período de 40 días. Finalizados los conteos se procedió al cálculo del porcentaje de germinación con la fórmula:

$$\% \text{ ger} = \frac{\text{Número de semillas germinadas}}{\text{Número de semillas sembradas}} \times 100$$

### **Análisis de Datos**

Para el análisis de los datos se realizó un análisis descriptivo del comportamiento de los tratamientos y testigos, mediante el diseño bifactorial general se determinaron los efectos de temperatura y tiempo sobre germinación de semillas, este modelo se utiliza para cruzar los niveles de los factores a todas las combinaciones posibles y de esta manera aumentar el alcance de las conclusiones de los factores en estudio (temperatura y tiempo), este diseño se evalúa mediante Análisis Bifactorial de la Varianza, se utilizó bloque para obtener un diseño experimental más eficiente, así como, reducir la magnitud de la estimación del error experimental, también reduce la viabilidad por la comparación de los tratamientos.



## **Análisis complementario “Humedad”**

Se realizó la prueba de humedad para las tres especies **Albizia saman**, **Enterolobium cyclocarpum** y **Gmelina arborea**, para esta prueba se hizo el mismo muestreo que en la prueba de germinación, con la diferencia que en la sub-muestra a utilizar sólo se tomó 15 gr. de semillas, se realizó la prueba con el siguiente procedimiento: en la balanza METTLER se pesaron dos platos petrí vacíos debidamente rotulados (especie y lote) 1A y 1B, en cada plato se colocan 5 gr. de semilla previamente trituradas y se anotó su peso en el formato, los platos son puestos en horno por 17 hr, a una temperatura de 103°C, pasadas las 17 hr. se extrajeron los platos del horno y se colocaron en cámaras de silicagel durante 30 minutos, luego se pesaron de nuevo los platos, y se calculó el porcentaje de humedad con la siguiente fórmula:

$$\%H = \frac{Po - Ps}{Po} \times 100$$

%H = Porcentaje de humedad.

Po = Peso original.

Ps = Peso de semilla secada

## **Modelo estadístico para el Análisis Bifactorial con B.C.A.**

(Este modelo se utilizó en las tres especies).

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + \rho_k + E_{ijk}$$



Donde:

$i = 1, 2, \dots, 4$  niveles del factor temperatura.

$j = 1, 2, \dots, 3$  niveles del factor tiempo.

$k = 1, 2, \dots, 10$  repeticiones o bloques.

$Y_{ijk}$  = La  $k$ -ésima observación del  $i$ - $j$ -ésimo tratamiento.

$\mu$  = Es la media poblacional a estimar a partir de los datos del experimento.

$\alpha_i$  = Efecto del  $i$ -ésimo nivel del factor Temperatura, a estimar a partir de los datos del experimento.

$\beta_j$  = Efecto debido al  $j$ -ésimo nivel del factor Tiempo, a estimar a partir de los datos del experimento.

$(\alpha\beta)_{ij}$  = Efecto de interacción entre los factores Temperatura y Tiempo.

$\rho_k$  = Efecto del  $k$ -ésimo bloque.

$E_{ijk}$  = Efecto aleatorio.

### **HIPÓTESIS DEL MODELO BIFACTORIAL:**

$H_0$ : Los niveles de temperatura producen el mismo promedio de germinación de semillas.



$H_1$ : Al menos uno de los niveles de temperatura produce un promedio diferente de germinación de semillas.

$H_0$ : Los niveles de tiempo producen el mismo promedio de germinación de semillas.

$H_1$ : Al menos uno de los niveles de tiempo produce un promedio diferente de germinación de semillas.

$H_0$ : No existe efecto de interacción entre los niveles de temperatura y tiempo.

$H_1$ : Existe efecto de interacción entre los niveles de temperatura y tiempo.



#### 4.RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos de acuerdo al tipo de tratamiento térmico aplicado en las tres especies fueron los siguientes:

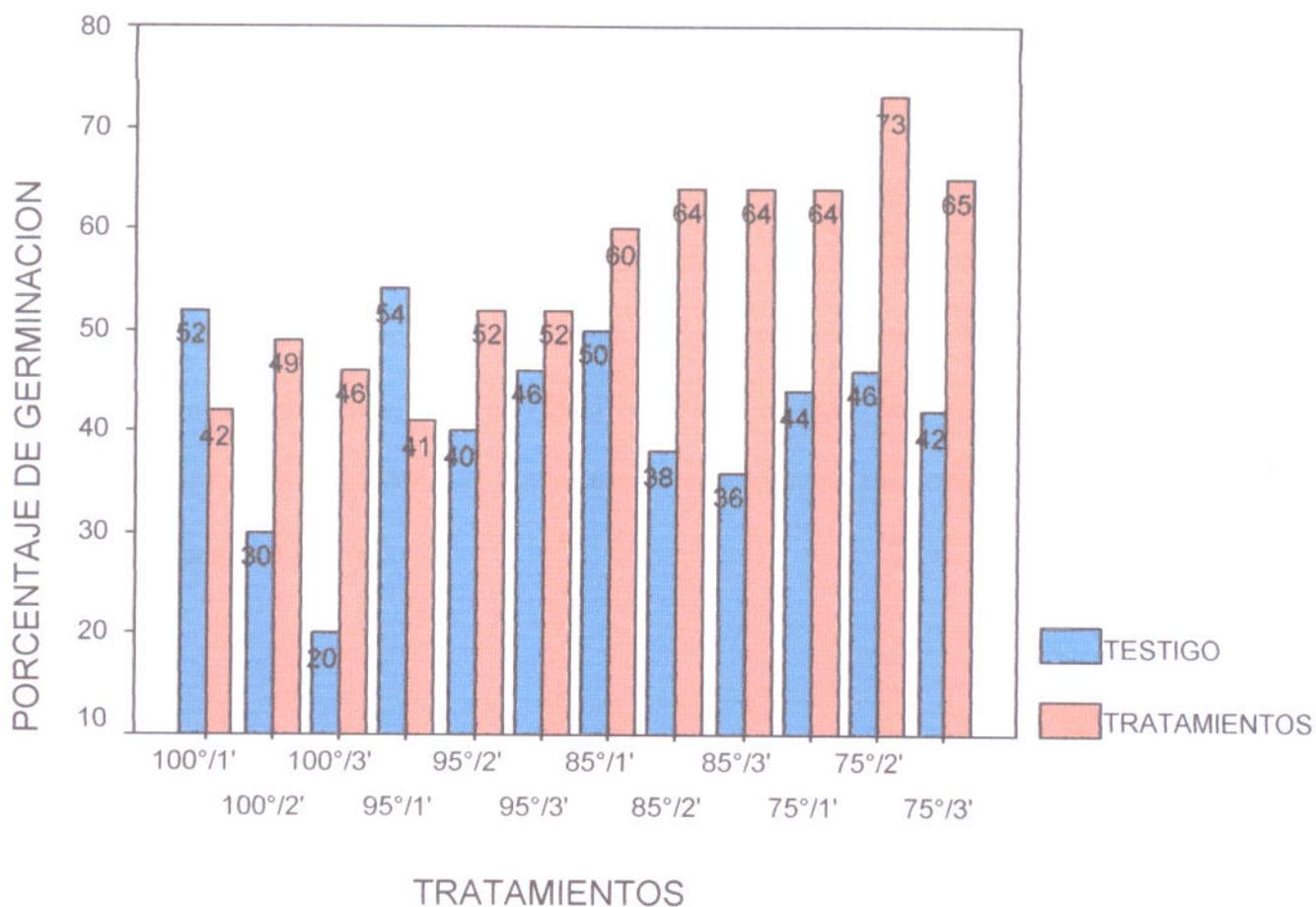
##### **Albizia saman (Genízaro).**

Para Genízaro, el mejor tratamiento fue de 75°C a 2 mín con un porcentaje de germinación de 73%, al comparar con el testigo que obtuvo un porcentaje de germinación de 46%. (Figura 1).

Se obtuvo que los tratamientos 100 y 95°C, a 1, 2 y 3 mín. y agua a temperatura ambiente por 24 hr, produjeron menores porcentajes de germinación, en cambio al aplicar tratamientos 85 y 75°C, a 1, 2 y 3 mín. y agua a temperatura ambiente por 24 hr, los porcentajes de germinación fueron mayores. El mejor tratamiento fue el de 75°C a 2 mín, y agua a temperatura ambiente por 24 hr, con un porcentaje de germinación del 73%, esto nos demuestra la efectividad del tratamiento, al producir el ablandamiento de la testa haciendo más eficiente la permeabilidad de la semilla, permitiendo la entrada de agua y oxígeno produciendo así el rompimiento de la latencia. El mayor número de plántulas germinadas se presentó a los 25 días después de la siembra (T1 a T5), el tiempo restante (T6 a T10) presentó poca germinación. Hay una variación entre los resultados obtenidos en nuestro trabajo y el de otros investigadores Memorias,1988, en los que se han obtenido buenos porcentajes de germinación con temperatura a 100°C, esto se debe a la forma de aplicar el tratamiento ya que es diferente a nuestro trabajo



donde se mantenían las temperaturas y el tiempo, en cambio otros investigadores recomiendan agua a 100°C, aplicando el tratamiento de la siguiente manera: cuando el agua está hirviendo se retira del fuego y se sumergen las semillas en ella dejándola hasta que el agua se enfríe por si misma, cambiar el agua y luego dejarla por 24 hr. en agua a temperatura ambiente(25°C) (Memorias,1988.).



**FIGURA 1.** Porcentaje de germinación de semillas tratamientos y testigo de la especie *Albizia saman* (Genízaro).



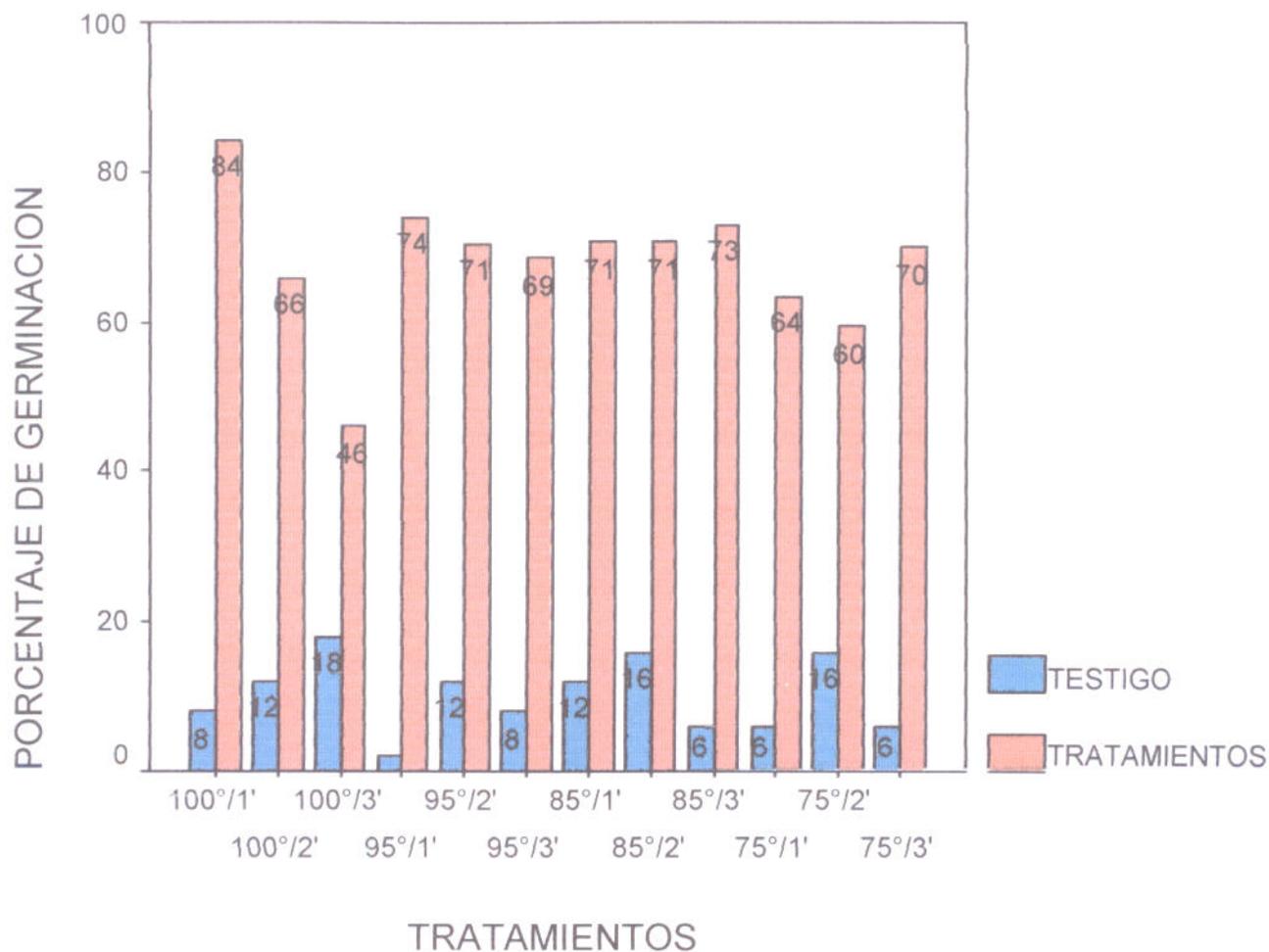
En la **tabla N° 1.** (ver anexo Pág. 59) El análisis de varianza nos muestra a un nivel de confianza de 95% el bloque tiene una significancia de 0.000 es menor que  $\alpha=0.05$ , por tanto, el bloque es significativo, este bloqueo nos ayudó a reducir la variabilidad de los datos. Apegados a la regla práctica de: Si  $F_c > F_{\alpha=5\%}$  denota que el factor temperatura es no significativa ya que  $\alpha=0.05$  es menor que la significancia =0.180, por lo que no podemos rechazar  $H_0$ : Los niveles de temperatura producen el mismo promedio de germinación de semillas y para el factor tiempo es no significativo ya que  $\alpha=0.05$  es menor que la significancia =0.749, por tanto, aceptamos  $H_0$ : los niveles de tiempo producen el mismo promedio de germinación de semillas. En el caso de la interacción es no significativo; con una significancia de 1.00, es decir es mayor que  $\alpha=0.05$ , por tanto, no existe interacción significativa indica que los efectos de los factores son independientes entre sí y debe por tanto hacerse conclusiones por separados para los factores temperatura y tiempo.



### **Enterolobium cyclocarpum (Guanacaste Negro).**

En Guanacaste negro, el mejor tratamiento fue de 100°C 1 mín. con un porcentaje de germinación de 84%, al comparar con el testigo que obtuvo un menor porcentaje de germinación de 8%. Figura 2.

Se obtuvo que el mejor tratamiento fue de 100°C a 1mín. y agua a temperatura ambiente por 24 hr, con un porcentaje de germinación de 84%. El mayor número de plántulas germinadas se presentó a los 28 días después de la siembra (T1 a T5), el tiempo restante (T6 a T10) presentó poca germinación. Esto indica que las altas temperaturas tienen un efecto corrosivo sobre la gruesa cubierta seminal que permite la inmersión del agua, confirmando así lo recomendado por otros investigadores de aplicar altas temperaturas para alcanzar altos porcentajes de germinación (Memorias, 1988).



**FIGURA 2 .** Porcentaje de germinación de semillas tratamientos y testigo de la especie *Enterolobium cyclocarpum* (*Guanacaste negro*)

En la **tabla N° 2.** (ver anexo Pág. 59) De acuerdo a este análisis podemos ver que los bloques tienen una significancia de 0.000 es menor que  $\alpha=0.05$ , por tanto, el bloque es significativo el cual nos ayudo a reducir la variabilidad de los datos. En el caso de los



efectos principales a un nivel de  $\alpha=0.05$  son no significativos: el factor temperatura es no significativo ya que el  $\alpha=0.05$  es menor que la significancia  $=0.707$ , por lo que aceptamos la hipótesis nula: Los niveles de temperatura producen el mismo promedio de germinación de semillas y el factor tiempo es no significativo con una significancia  $=0.637$  la cual es mayor que  $\alpha=0.05$ , por lo cual no existe evidencia suficiente para rechazar la hipótesis nula es decir: Los niveles de tiempo producen el mismo promedio de germinación de semillas. En el caso de la interacción es no significativo, con una significancia  $=0.535$ , es decir es mayor que  $\alpha=0.05$ , por tanto, no existe interacción significativa. Esto indica que los efectos de los factores son independientes entre sí y debe, por tanto, hacerse conclusiones por separado para los factores temperatura y tiempo.



### **Gmelina arborea (Melina).**

Melina, no requiere tratamientos pre-siembra, ya que el mayor porcentaje de germinación fue del testigo obteniendo el 100%. Figura 3.

Presentó bajos porcentajes de germinación aplicando tratamientos térmicos lo que nos indica que no toleran temperaturas, probablemente se de la desecación del embrión. Este efecto negativo de los tratamiento es tan fuerte que no se da la permeabilidad de la semilla y por tanto no se da una germinación. El mayor número de plántulas germinadas se presentó a los 35 días después de la siembra (T1 a T5), el tiempo restante (T6 a T10) presentó poca germinación. Se comprueba lo recomendado por investigadores que esta especie no tolera temperaturas, al observar los resultados del testigo donde se obtuvo hasta un 100% de germinación nos indica que esta especie se puede sembrar directamente. Al comparar nuestros resultados con los resultados de otros trabajos realizados en el B.S.F. hay diferencias en el porcentaje de germinación con el testigo esto puede deberse al tiempo de almacenamiento, al sitio de recolección, y al tiempo de monitoreo ya que nuestro trabajo duro 40 días de muestreo y los trabajos realizados en el B.S.F. duraron 21 días.

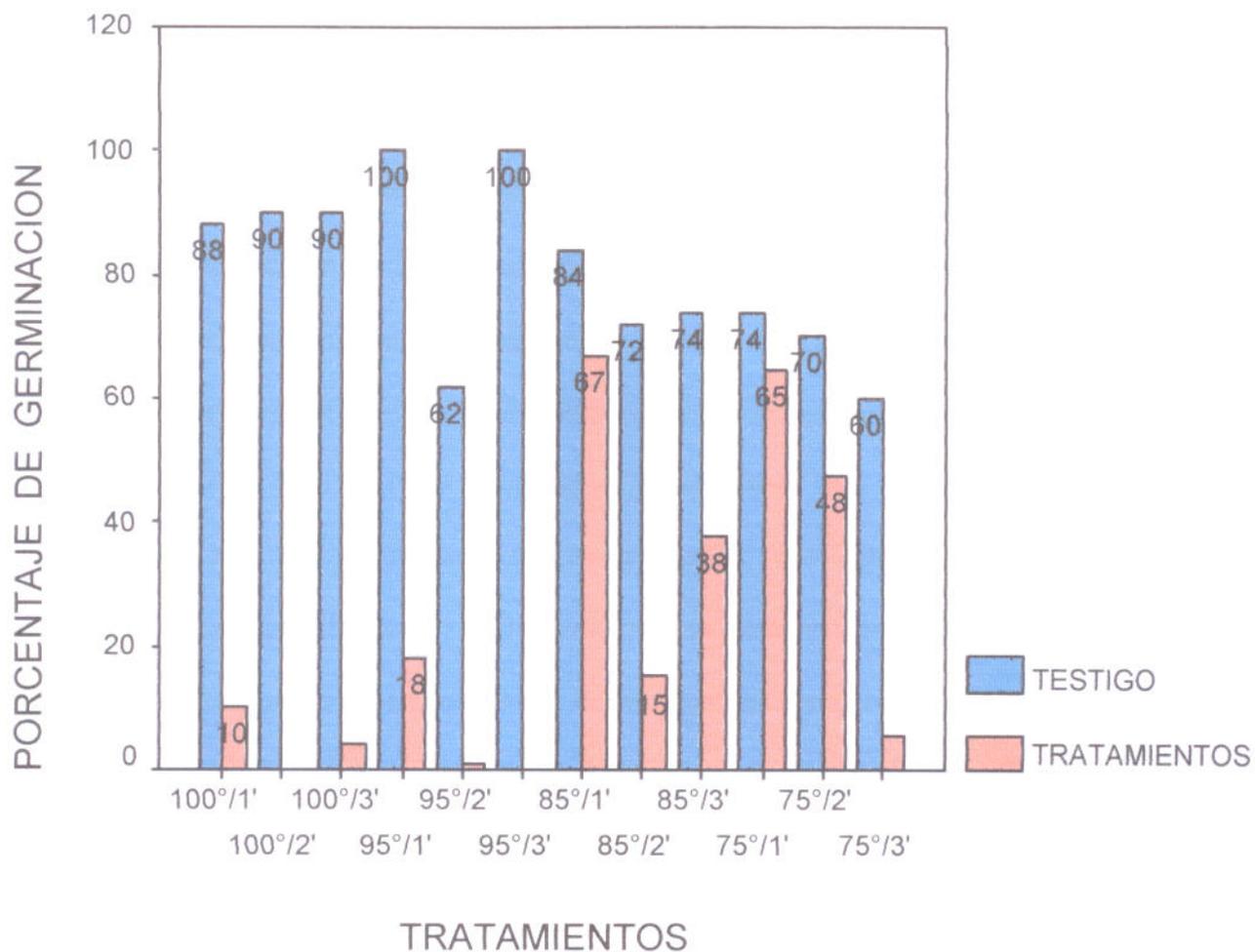


FIGURA 3. Porcentaje de germinación de semillas tratamientos y testigo de la especie

*Gmelina arborea* (Melina)



En la **tabla N° 3.** (ver anexo Pág. 60) De acuerdo a este análisis podemos ver que los bloques tienen una significancia = 0.000 es menor que  $\alpha=0.05$ , por tanto, el bloque es significativo esto nos ayudó a reducir la variabilidad de los datos. En el caso de los efectos principales a un nivel de  $\alpha=0.05$  se puede ver que únicamente el factor temperatura es significativo ya que el  $\alpha=0.05$  es mayor que la significancia = 0.000, Por lo que rechazamos hipótesis nula y aceptamos la hipótesis alternativa, al menos uno de los niveles de temperatura produce un promedio diferente de germinación de semillas, esta significancia se debe a que la temperatura influyó en la baja germinación de la semilla, siendo más alta la germinación con el testigo, y el factor tiempo es no significativo con una significancia = 0.191 por lo cual no existe evidencia suficiente para rechazar la hipótesis nula es decir, los niveles de tiempo producen el mismo promedio de germinación de semillas. En el caso de la interacción es no significativo; con una significancia = 0.430 es decir es mayor que  $\alpha=0.05$ , por tanto no existe interacción significancia, indica que los efectos de los factores son independientes entre si y debe por tanto hacerse conclusiones por separado para los factores temperatura y tiempo.

En la **tabla N° 4.** (ver anexo Pág. 60) con el objeto de conocer cuales son los niveles que causan diferencia significativa procedimos a realizar la prueba de rangos múltiples a través de la prueba de S.N.K. esta nos permite agrupar las diferencias de los niveles evaluados, en dos categorías estadísticas, claramente diferenciadas. Al aplicar esta prueba a un nivel de confianza del 95%. Observamos que en los niveles de 100 Y 95°C



la germinación fue poca, mientras que en los niveles de 85 y 75°C la germinación fue mayor pero no lo suficiente para recomendar este tratamiento.

### **Resultados análisis complementario humedad**

En los análisis complementarios del porcentaje de humedad se obtuvo que para la especie de Albizia saman el porcentaje de humedad fue de 6.66%, para Enterolobium cyclocarpum el resultado obtenido fue de 9.55% y Gmelina arborea revelo un 7.77% de humedad.



## 5. CONCLUSIONES

- El mejor tratamiento para la especie **Albizia saman** fue 75°C 2 mín. y luego en agua a temperatura ambiente a 24 hr, con una germinación de 73% en relación al testigo que obtuvo un porcentaje de germinación de 46%.
- En **Enterolobium cyclocarpum** el mejor tratamiento fue a 100°C un mín. y luego en agua a temperatura ambiente durante 24 hr, alcanzando un máximo porcentaje de germinación de 84% en relación al testigo que obtuvo un porcentaje de germinación de 8%.
- Observamos que **Gmelina arborea** no requiere tratamiento pre-siembra, ya que con el testigo se obtienen porcentaje de germinación de 100%.
- En el análisis de varianza para **Albizia saman** el efecto de la temperatura es no significativo, es decir. No produce diferencia en la germinación de semillas para los niveles de temperatura y el efecto del tiempo es no significativo, los niveles tienen igual comportamiento en la germinación de semillas. La interacción de los efectos temperatura y tiempo es no significativo, siendo los efectos temperatura y tiempo independiente entre sí.



En **Enterolobium cyclocarpum**, los efectos principales son no significativo, siendo la temperatura y el tiempo independientes entre sí.

En **Gmelina arborea** la temperatura es significativa, la prueba de diferencia de Rango Múltiple usando el método de S.N.K. reveló que a los 75°C de temperatura se presentó mayores promedios de germinación de semillas.



## 6. RECOMENDACIONES

- Se deben de continuar realizando tratamientos pre-siembra para las especies con mayor demanda en el CMG&BSF que presentan problemas de germinación.
- Continuar con los ensayos alternativos aplicando diversos niveles de temperatura y tiempo a las semillas de Albizia saman hasta lograr mayor incremento en la germinación.
- Se deben realizar ensayos utilizando el enfriamiento progresivo.
- Realizar otros tratamientos que sean de bajo costo y aplicables en el campo para los pequeños y medianos productores.



## 7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CATIE,1996. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanzas. Biología de las Semillas Forestales. Turrialba, Costa Rica.

A-CATIE,2000. Manejo de semillas de 100 especies forestales de América Latina volumen .I No 41. Turrialba, Costa Rica.

B-CATIE,2000. Técnicas para la germinación de semillas forestales.

Devlin, R, M,1975 Fisiología vegetal. Barcelona. Editorial pueblo y educación.

FAO,1980. Ditleusen Bjeme. Servicio forestal de Dinamarca. Mejora genética de árboles forestales.

MEMORIAS,1988. Seminario taller sobre investigaciones en semillas forestales tropicales, Bogota, Octubre 26 al 28. Pág. 144-145.

MARENA,1995. Especies para reforestación en Nicaragua. Servicio Forestal Nacional, SFN, Nicaragua.



Revista forestal del Perú. Volumen XVII. 1990.No1.

Revista forestal del Perú. Volumen XVII 1991.No1.

Sandoval A,2001. Centro de semillas y árboles forestales.

Triviño. T.D,1990 Mejoramiento de semillas y fuente semillera en Colombia. No19.  
Editorial Gente Nueva. Bogota- Colombia.

Triviño. T.D y Jara L.F,1990 Seminario-Taller sobre investigaciones en semillas  
tropicales forestales. No18.Bogota, Colombia.

William, R.L,1982. Guía para el manejo de semillas forestales, con referencia especial a  
los trópicos. Danida.

William, R.L,1991. Guía para la manipulación de semillas forestales. Roma, Italia.



# ANEXOS



FV	SS	GL	CM	SIGNIF
Temperatura	8.625	3	2.875	0.180
Tiempo	2.600	2	1.300	0.749
Temp*Tiempo	1.200	6	1.200	1
Bloque	1343.342	9	149.260	0.000
Error	443.158	99	4.476	
Total	3047.00	120		

**Tabla.1** Análisis de Varianza Bifactorial Albizia saman (Genízaro)

FV	SS	GL	CM	SIGNIF
Temperatura	4.033	3	1.344	0.707
Tiempo	2.617	2	1.308	0.637
Temp*Tiempo	14.717	6	2.453	0.535
Bloque	1563.200	9	173.689	0.000
Error	285.800	99	2.887	
Total	3588.00	120		

**Tabla 2.** Análisis de varianza Bifactorial Enterolobium cyclocarpum (Guanacaste de Oreja).



FV	SS	GL	CM	SIGNIF
Temperatura	91.025	3	30.342	0.000
Tiempo	12.117	2	6.058	0.191
Temp*Tiempo	21.550	6	3.592	0.430
Bloque	127.575	9	14.175	0.000
Error	355.725	99	3.593	
Total	1015.00	120		

**Tabla.3.** Análisis de varianza Bifactorial Gmelina arborea (Melina)

Temperatura	N	Sub conjunto	
		1	2
100° C	30	0.00	
95° C	30	0.00	
85°C	30		1
75°C	30		2
Sig		1.00	0.289

**Tabla 4.** Resultados de la prueba de Rango Múltiple S.N.K para el factor temperatura (Conjuntos Homogéneos)



**Tabla 5.** Base de datos de la prueba de germinación realizada en el C.M.G. & B.S.F. y monitoreada cada 4 días.

**Albizia saman (Genízaro)**

Tratamiento	Réplica	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	TOT	%
Testigo	1	0	7	4	3	0	4	2	2	2	2	26	52%
	2	5	1	0	0	4	2	0	3	0	0	15	30%
	3	4	3	0	0	0	0	2	1	0	0	10	20%
	4	2	12	2	2	3	0	1	5	0	0	27	54%
	5	4	1	2	0	5	2	3	2	1	0	20	40%
	6	7	1	0	1	1	1	5	5	2	0	23	46%
	7	2	2	0	9	3	2	5	2	0	0	25	50%
	8	3	1	1	2	6	1	5	0	0	0	19	38%
	9	1	0	4	3	3	2	4	1	0	0	18	36%
	10	2	1	3	1	1	4	2	1	3	4	22	44%
	11	5	1	2	3	3	2	4	1	2	0	23	46%
	12	7	1	1	1	1	1	9	0	0	1	21	42%
100°/1'	1	11	11	6	0	0	0	0	0	0	0	28	56%
	2	10	4	2	1	5	0	0	0	0	0	22	44%
	3	17	3	2	0	0	0	0	0	0	0	22	44%
	4	11	6	4	2	0	0	0	1	0	0	24	48%
100°/2'	1	11	5	5	2	0	0	0	0	0	0	23	46%
	2	8	8	2	2	0	0	2	0	0	0	22	44%
	3	9	8	4	2	0	0	1	0	0	0	24	48%
	4	10	7	5	5	0	1	0	1	0	0	29	58%
100°/3'	1	15	6	2	0	0	0	0	0	0	0	23	46%
	2	15	1	0	1	1	0	0	0	0	0	18	36%
	3	18	2	2	1	0	0	0	0	0	0	23	46%
	4	22	3	1	1	0	0	0	0	0	0	27	54%
95°/1'	1	0	13	8	5	1	1	1	0	0	0	29	58%
	2	11	6	1	0	0	0	0	0	0	0	18	36%
	3	13	1	2	5	2	1	0	2	0	0	26	52%
	4	11	5	3	1	0	1	0	3	0	2	26	52%
95°/2'	1	9	12	2	0	1	0	6	0	0	0	30	60%
	2	12	8	3	2	0	0	0	0	0	1	26	52%
	3	15	6	1	2	0	0	0	0	0	0	24	48%
	4	9	12	2	1	0	0	0	0	0	0	24	48%
95°/3'	1	11	8	7	0	0	0	0	0	0	0	26	52%



	2	15	2	1	0	0	0	0	0	0	0	18	36%
	3	25	9	4	0	0	0	0	0	0	0	38	76%
	4	19	2	0	1	0	0	0	0	0	0	22	44%
85°/1'	1	3	7	8	11	2	3	1	1	0	2	38	76%
	2	5	2	2	1	2	2	0	0	0	0	14	28%
	3	4	14	4	1	4	2	0	0	0	0	29	58%
	4	4	25	2	0	0	2	2	3	1	0	39	78%
85°/2'	1	9	3	4	3	1	2	4	1	1	0	28	56%
	2	13	8	3	8	0	1	0	0	0	0	33	66%
	3	9	22	0	0	0	0	0	0	0	0	31	62%
	4	17	6	4	2	3	0	1	2	0	0	35	70%
85°/3'	1	11	10	1	0	1	0	0	0	0	0	23	46%
	2	17	4	0	0	0	0	0	0	0	0	21	42%
	3	20	0	1	1	0	2	0	0	0	0	24	48%
	4	30	5	3	0	0	0	0	0	1	0	39	78%
75°/1'	1	0	18	10	8	3	4	0	0	0	0	43	86%
	2	6	6	3	2	2	1	1	0	0	0	21	42%
	3	4	5	4	5	3	3	4	3	0	0	31	62%
	4	6	7	3	7	2	1	1	4	0	1	32	64%
75°/2'	1	9	4	7	4	2	1	3	1	2	0	33	66%
	2	10	13	7	1	2	0	3	2	0	0	38	76%
	3	6	13	5	4	2	1	3	1	1	1	37	74%
	4	7	7	6	9	4	0	2	2	0	1	38	76%
75°/3'	1	11	9	2	5	1	0	5	1	5	0	39	78%
	2	15	4	5	4	4	2	3	0	1	0	38	76%
	3	16	4	4	5	2	1	0	1	0	0	33	66%
	4	14	1	1	0	1	3	0	0	0	0	20	40%

T1: Son los 5 días después de la siembra.

T2 a T10: Toma de muestra la que se realizó cada 4 días esto representan los 40 días.



**Tabla 6.** Base de datos de la prueba de germinación realizada en el C.M.G. & B.S.F. y monitoreada cada 4 días.

**Enterolobium cyclocarpum (Guanacaste negro)**

Tratamiento	Repli-ca	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T0T	%
testigo	1	1	1	0	2	0	0	0	0	0	0	4	8%
	2	3	0	2	0	0	0	0	0	0	1	6	12%
	3	4	2	1	0	0	0	1	0	1	0	9	18%
	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2%
	5	4	1	0	0	0	1	0	0	0	0	6	12%
	6	3	0	1	0	0	0	0	0	0	0	4	8%
	7	3	1	0	0	0	0	1	0	1	0	6	12%
	8	6	0	1	0	0	1	0	0	0	0	8	16%
	9	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	3	6%
	10	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	3	6%
	11	1	3	0	1	1	1	1	1	0	0	8	16%
	12	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	3	6%
100°/1'	1	14	10	5	10	3	0	0	0	0	0	42	84%
	2	10	11	8	9	4	4	0	0	0	0	46	92%
	3	11	17	7	1	2	4	1	0	0	0	43	86%
	4	10	7	6	4	6	2	1	0	0	1	37	74%
100°/2'	1	19	6	3	3	1	1	0	0	0	0	33	66%
	2	5	6	4	10	2	0	1	0	0	0	28	56%
	3	6	7	4	3	8	5	3	2	0	0	38	76%
	4	8	7	11	4	1	0	1	0	0	1	33	66%
100°/3'	1	2	21	5	1	1	0	0	0	0	0	30	60%
	2	2	1	7	5	3	8	0	0	0	0	26	52%
	3	1	1	2	0	3	2	1	0	0	0	10	20%
	4	6	1	4	2	5	4	4	0	0	0	26	52%
95°/1'	1	18	11	6	3	1	0	0	0	0	0	39	78%
	2	15	5	3	3	2	3	0	0	0	0	31	62%
	3	20	6	2	2	1	6	2	0	0	0	39	78%
	4	21	6	6	4	1	0	1	0	0	0	39	78%
95°/2'	1	23	8	6	0	1	0	0	0	0	0	38	76%
	2	13	2	8	8	1	5	0	0	0	0	37	74%
	3	11	7	5	3	2	0	0	0	0	0	28	56%
	4	14	7	9	3	1	4	0	0	0	0	38	76%
95°/3'	1	4	10	9	8	1	0	0	0	0	0	32	64%



	2	16	6	12	4	4	2	2	0	0	0	46	92%
	3	7	8	4	2	4	2	0	0	0	0	27	54%
	4	12	6	9	4	0	0	1	0	0	0	32	64%
85°/1'	1	18	13	6	2	0	0	0	0	0	0	39	78%
	2	12	7	3	4	1	2	0	0	0	0	29	67%
	3	17	5	5	7	5	0	0	0	0	0	39	78%
	4	12	6	6	2	2	2	0	0	0	0	30	60%
85°/2'	1	24	3	7	4	1	0	0	0	0	0	39	78%
	2	21	4	6	5	0	2	0	0	0	0	38	76%
	3	18	4	3	2	3	13	0	1	0	0	44	88%
	4	17	6	9	2	4	0	1	0	0	0	39	78%
85°/3'	1	9	10	7	2	5	2	0	1	0	0	36	72%
	2	17	8	6	4	3	2	1	0	0	0	41	82%
	3	10	4	6	3	4	4	2	0	0	0	33	66%
	4	13	9	5	2	2	0	3	0	2	0	36	72%
75°/1'	1	6	6	0	1	1	0	0	0	0	0	14	28%
	2	23	8	7	3	0	0	0	0	0	0	41	82%
	3	11	8	6	4	3	1	1	0	0	0	34	68%
	4	15	4	4	3	2	0	5	2	0	3	38	76%
75°/2'	1	15	4	0	0	2	0	0	0	0	0	21	42%
	2	8	6	3	5	5	6	2	0	0	0	35	70%
	3	19	7	3	3	1	0	0	0	0	0	33	66%
	4	15	1	6	3	4	1	0	0	0	0	30	60%
75°/3'	1	3	11	7	4	2	1	2	0	1	0	31	62%
	2	21	5	5	5	0	2	2	0	0	0	40	80%
	3	23	6	2	1	1	3	2	1	0	0	39	78%
	4	10	11	1	1	0	0	3	0	1	3	30	60%

T1: Son los 8 días después de la siembra.

T2 a T10: Toma de muestra la que se realizó cada 4 días esto representan los 40 días.



**Tabla 7.** Base de datos de la prueba de germinación realizada en el C.M.G. & B.S.F. y monitoreada cada 4 días.

**Gmelina arborea (Melina)**

Tratamiento	Repli-ca	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	TOT	%
testigo	1	5	18	7	6	5	1	1	0	1	0	44	88%
	2	26	11	3	3	1	1	0	0	0	0	45	90%
	3	26	9	4	1	1	1	1	0	1	1	45	90%
	4	20	20	3	1	0	0	1	1	1	3	50	100%
	5	17	5	3	3	0	1	2	0	0	0	31	62%
	6	0	35	11	4	0	0	0	0	0	0	50	100%
	7	0	27	7	1	1	2	3	0	1	0	42	84%
	8	0	25	4	2	2	2	0	0	1	0	36	72%
	9	19	5	6	2	2	0	2	1	0	0	37	74%
	10	0	26	10	1	0	0	0	0	0	0	37	74%
	11	0	15	7	4	2	0	6	0	0	1	35	70%
	12	0	16	7	4	2	1	0	0	0	0	30	60%
100°/1'	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0%
	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0%
	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0%
	4	0	0	3	0	1	0	0	0	0	1	5	10%
100°/2'	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0%
	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0%
	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0%
	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0%
100°/3'	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0%
	2	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	2%
	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0%
	4	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	3	6%
95°/1'	1	0	0	0	5	5	0	2	1	2	1	16	32%
	2	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	2	4%
	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0%
	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0%
95°/2'	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	2%
	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0%
	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0%
	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0%
95°/3'	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0%	



	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0%
	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0%
	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0%
85°/1'	1	0	6	0	3	1	2	1	0	0	2	15	30%
	2	8	13	5	1	2	0	0	2	1	0	32	64%
	3	10	19	4	4	1	2	1	1	0	0	42	84%
	4	9	20	6	1	3	3	1	0	1	1	45	90%
85°/2'	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	2%
	2	1	3	4	3	1	2	0	1	0	0	15	30%
	3	0	2	1	0	0	0	0	0	0	1	4	8%
	4	1	2	0	2	1	1	0	0	1	2	10	20%
85°/3'	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	2%
	2	0	0	7	0	2	6	0	0	0	0	15	30%
	3	0	4	5	11	5	4	0	0	1	0	30	60%
	4	0	2	5	14	6	2	1	0	0	0	30	60%
75°/1'	1	5	11	1	3	1	1	0	0	0	2	24	48%
	2	20	6	2	2	0	1	0	0	0	1	32	64%
	3	9	7	8	1	2	0	6	0	0	0	33	66%
	4	17	9	2	3	0	4	3	0	1	1	40	80%
75°/2'	1	0	0	0	1	0	0	5	0	0	0	6	12%
	2	8	12	5	3	4	1	0	1	2	0	36	72%
	3	3	25	2	7	4	1	1	0	0	1	44	88%
	4	3	2	0	2	2	0	0	0	0	0	9	18%
75°/3'	1	1	7	0	1	3	2	0	1	0	0	15	30%
	2	2	13	1	1	4	5	0	0	0	2	28	56%
	3	5	11	4	4	0	1	0	1	1	1	28	56%
	4	4	8	5	5	2	2	0	1	1	2	30	60%

T1: Son los 15 días después de la siembra.

T2 a T10: Toma de muestra la que se realizó cada 4 días esto representan los 40 días.



**FIGURA 4** *Albizia saman* (Jacq.) Muell.  
Tomada de Especies para reforestación en Nicaragua MARENA, 1995.



**FIGURA 5** Semillas de **Albizia saman** sembradas en cajas germinadoras rectangulares transparentes, Sustrato arena esterilizada, Germinación Epigea.



**FIGURA 6** *Enterolobium cyclocarpum* (Jacq.) Griseb. Tomada de Especies para reforestación en Nicaragua MARENA, 1995.



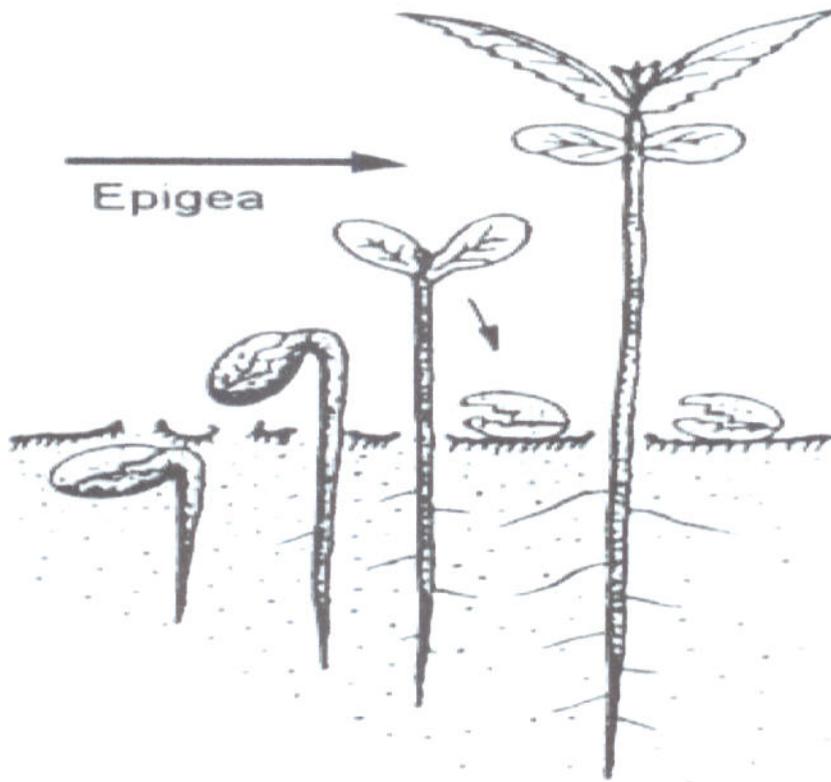
**FIGURA 7** Semillas de *Enterolobium cyclocarpum*.



**FIGURA 8** Semillas de *Enterolobium cyclocarpum* sembradas en cajas germinadoras transparentes, Sustrato arena esterilizada, Germinación Epigea.



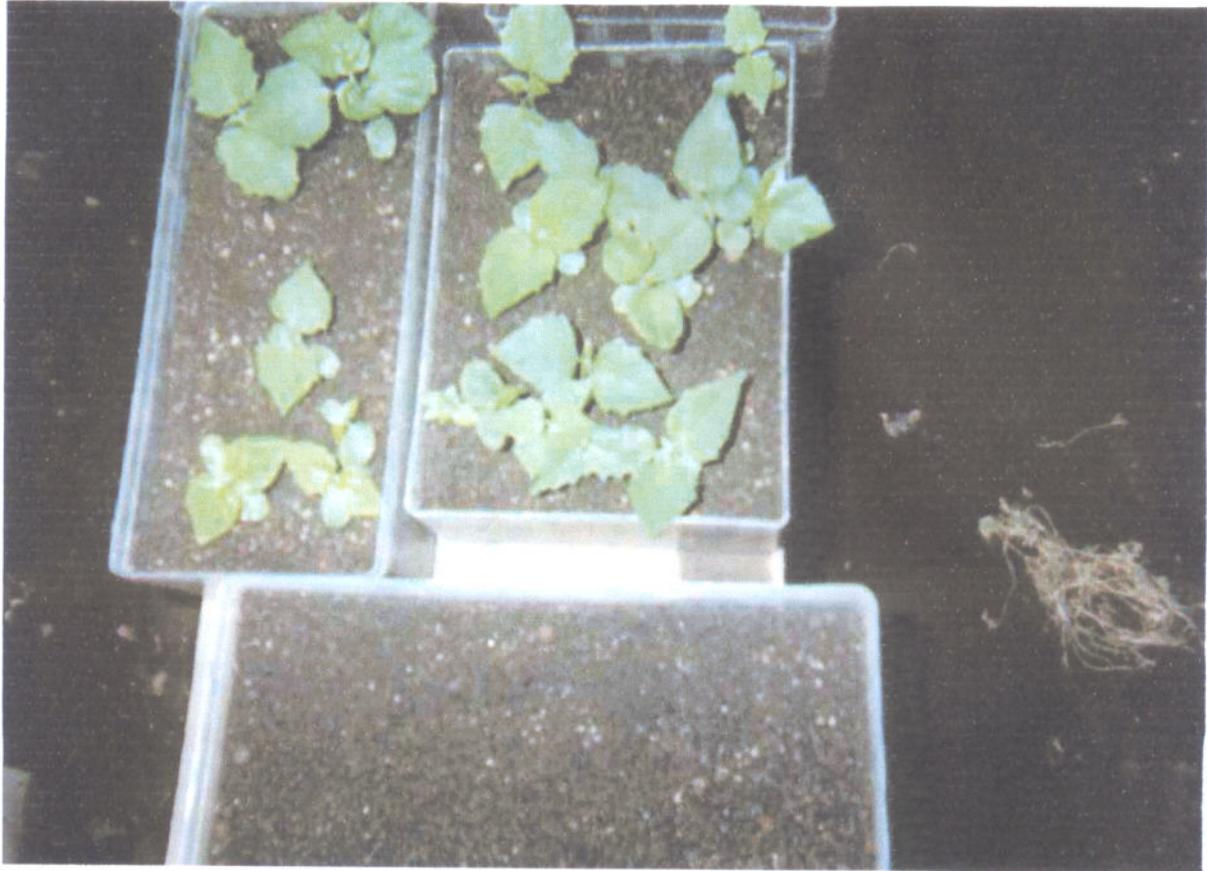
**FIGURA 9** Casa germinadora CMG&BSF. Semillas de **Enterolobium cyclocarpum** puestas en bancales aéreos



**FIGURA 10** Germinación Epigea, Tomada de Biología de Semillas Forestales, CATIE, 1996.



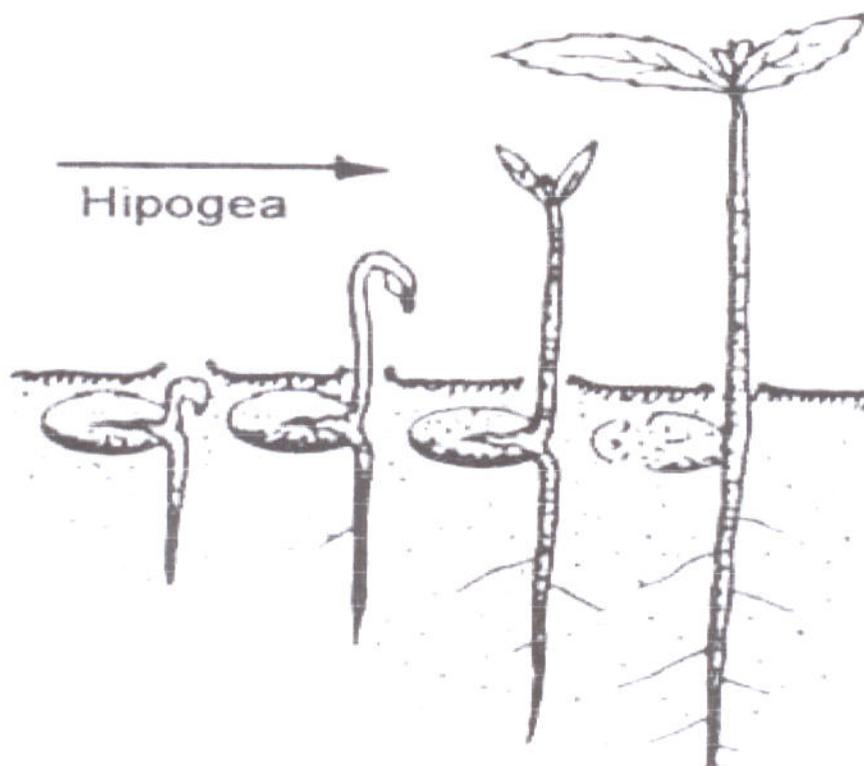
**FIGURA 11** *Gmelina arborea* Roxb.  
Tomada de Especies para Reforestacion en Nicaragua MARENA, 1995.



**FIGURA 12** Semillas de *Gmelina arborea*, Sembrada en cajas germinadoras transparentes, Sustrato arena esterilizada, Germinación Hipogea



**FIGURA 13** Semillas de *Gmelina arborea*, Sembrada en cajas germinadoras transparentes, Sustrato arena esterilizada, Germinación Hipogea.



**FIGURA 14** Germinación Hipogía, Tomada de Biología de Semillas Forestales  
CATIE, 1996.



# CENTRO DE MEJORAMIENTO GENETICO Y BANCO DE SEMILLAS FORESTALES NICARAGUA

## ANALISIS DE SEMILLAS

Formato  
#7

Especie: \_\_\_\_\_  
 Procedencia: \_\_\_\_\_  
 Representa: \_\_\_\_\_ (Kg)

Lote: \_\_\_\_\_  
 No. de Ingreso: \_\_\_\_\_  
 Fecha de Ingreso: \_\_\_\_\_

Pureza	Fecha				
	Peso g	%	Peso g	%	Promedio
Composición de las muestras					
Semillas Puras					
Semillas otras Sp.					
Materia Inerte					
Peso Total					
Peso Original					
<b>NOTAS</b> TOLERANCIA: _____					

Determinación del Peso	Fecha
No. de semilla por replicaciones	Diferencia entre el resultado más alto y el más bajo:
1. _____	
2. _____	
3. _____	
4. _____	_____ gr.
5. _____	_____ %
6. _____	
7. _____	
8. _____	
Total: _____	
Promedio: _____	

Contenido de humedad	Fecha			
	A	B	C	D
Peso Original de semilla				
Peso de semilla secada				
Peso de humedad quitada				
Contenido de humedad				
Temp. del horno °C: _____				
Horas en el horno _____				
Semillas trituradas ( ) No trituradas ( )				
Detector Mettler: _____				
Notas: _____				

Coeficiente de Variación, CV*.
Peso de 1,000 Semillas Puras; PS/1000
No. de Semillas /Kg: s/Kg
No. de Semillas viables/ Kg: Sv /Kg

\*Si CV 4.0 es necesario realizar 16 replicaciones u otras muestras.





## 9. GLOSARIO

- ❖ Germinación: Es el proceso que termina con la emergencia y crecimiento de la raíz embrionaria (Jara, 1996).
- ❖ Cotiledones: El primer par de hojas que se forma en el embrión en las plantas dicotiledóneas. Puede desempeñar funciones de almacenaje, absorción de nutrientes del endospermas o fotosíntesis en la plántula (Triviño, 1990).
- ❖ Cubierta seminal: El conjunto de testa y tegmen que desempeña función protectora en la semilla. Proviene de los tegumentos internos y externos (Triviño, 1990).
- ❖ Embrión: Planta rudimentaria que se encuentra en el interior de la semilla (Triviño, 1990).
- ❖ Testa: Las cutículas, paredes gruesas con taninos condensados en la semilla madura (Triviño, 1990).
- ❖ Semillas Ortodoxas: Son semillas que están provistas de una cubierta seminal dura e impermeable al paso del agua y de gases. Son semillas que pueden estar almacenadas por varios años sin perder su viabilidad o vigor (Jara, 1996).



- ❖ Semillas Recalcitrantes: Tiene una vida corta y solo se puede almacenar si hay un contenido de humedad relativamente alto, sin embargo, las semillas de algunas especies nunca se pueden almacenar (Jara,1996). Semillas de difícil conservación por los métodos tradicionales de almacenamientos. No toleran descensos en su contenido de humedad por bajas temperaturas (Triviño, 1996).
  
- ❖ Geminación Hipogea: Los cotiledones permanecen sobre o bajo el suelo. Los cotiledones comienzan a crecer rápidamente formando un brote que termina en hojas rudimentarias, la plúmula se dobla hacia atrás mientras que el brote sale del suelo, pero eventualmente se vuelve hacia la luz, y forma las primeras hojas de la plántula (Jara,1996).
  
- ❖ Germinación Epigea: el hipocotilo comienza a crecer rápidamente una vez que la radícula esta suficientemente desarrollada. Esto generalmente hace que brote un arco fuera del suelo. El hipocotilo se hace mas fuerte y los cotiledones se expanden, se vuelven verdes y comienzan a funcionar como hojas. Poco después el epicotilo comienza a crecer y la plúmula se desarrollara para producir las primeras hojas verdaderas (Jara,1996).

