



**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA**

**FACULTAD DE RECURSOS NATURALES Y DEL AMBIENTE**

**Por un Desarrollo  
Agrario Integral  
y Sostenible**

**Trabajo de Graduación**

**Ensayo de germinación de especies forestales  
con diferentes tratamientos pre - germinativos a nivel de  
laboratorio en la UNA**

**Autor:**

**Br. Guissell Rachel Peralta Ramos**

**Asesores:**

**Ing. MSc. Francisco Giovanni Reyes Flores**

**Ing. Enrique de Jesús Mayorga Arosteguí**

**Managua, Nicaragua  
Septiembre, 2019**



**Universidad Nacional Agraria**  
**Facultad de Recursos Naturales y del Ambiente**

**Trabajo de Tesis**

Ensayo de germinación de especies forestales con  
diferentes tratamientos pre - germinativos a nivel de  
laboratorio en la UNA

**Autor:**

Br. Guissell Rachel Peralta Ramos

**Asesores:**

Ing. MSc. Francisco Reyes Flores

Ing. Enrique de Jesús Mayorga Arosteguí

**Managua, Nicaragua**  
**Septiembre del 2019**



Por un Desarrollo Agrario  
Integral y Sostenible"

**Universidad Nacional Agraria**  
**Facultad de Recursos Naturales y del Ambiente**

Este trabajo de graduación fue evaluado y aprobado por el honorable comité evaluador designado por la decanatura de la Facultad de Recursos Naturales y del Ambiente, como requisito parcial para optar al Título Profesional de:

**Ingeniero Forestal**

---

Ing. MSc. Juan Jose Membreño  
**Presidente**

---

Ing. MSc. Jael Cruz  
**Secretario**

---

Ing. MSc. Olman Narváez  
**Vocal**

Managua, Septiembre del año 2019

## INDICE DE CONTENIDO

<b>Sección</b>		<b>Página</b>
	<b>DEDICATORIA</b>	i
	<b>AGRADECIMIENTO</b>	ii
	<b>ÍNDICE DE CUADROS</b>	iii
	<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b>	v
	<b>ÍNDICE DE ANEXOS</b>	vii
	<b>RESUMEN</b>	viii
	<b>SUMMARY</b>	ix
<b>I</b>	<b>INTRODUCCION</b>	1
<b>II</b>	<b>OBJETIVOS</b>	3
2.1.	Objetivo General	3
2.2.	Objetivos Específicos	3
<b>III</b>	<b>HIPOTESIS</b>	4
3.1.	Hipótesis Nula	4
3.2.	Hipótesis Alternativa	4
<b>IV</b>	<b>METODOLOGIA</b>	5
4.1.	Localización Descripción del Sitio	5
4.2.	Descripción del Laboratorio de Ciencias Biológicas (LCB)	6
4.3.	Diseño utilizado	6
4.4.	Variables a Evaluar en el ensayo de germinación de 16 especies forestales	8
4.4.1.	Porcentaje de la Germinación	8
4.4.2.	Valor de la germinación	9
4.4.3.	Energía de germinación	10
4.5.	Tratamiento Pre - germinativo empleados en el ensayo de germinación y el número de semillas utilizadas en cada especie	10
4.5.1.	Escarificación mecánica y con ácido clorhídrico (HCl)	10
4.5.2.	Tratamientos en agua a temperatura ambiente de 6 horas y 24 horas	11

4.5.3.	Tratamiento con lijado y tratamiento agua a punto de ebullición por 3 minutos + 5 minutos de agua fría	12
4.5.4.	Tratamiento con lijado y tratamiento con corte de tijera	13
4.5.5.	Tratamientos en agua a punto de ebullición por 2 minutos + 5 minutos en agua fría y en agua caliente por 1 minutos + 5 minutos de agua fría	14
4.5.6.	Tratamientos con luz y sin luz	15
<b>V</b>	<b>RESULTADOS Y DISCUSION</b>	<b>16</b>
5.1.	Porcentaje de la Germinación	16
5.1.1.	Porcentaje de germinación de la especie Gavilán ( <i>Pseudosamanea guachapele</i> (Kunth) Harms)	16
5.1.2.	Porcentaje de germinación de la especie Guapinol ( <i>Hymenaea courbaril</i> L.)	16
5.1.3.	Porcentaje de germinación de la especie forestal Búcaro ( <i>Erythrina fusca</i> Lour)	17
5.1.4.	Porcentaje de germinación de la especie Espino de playa ( <i>Pithecellobium dulce</i> (Roxb.) Benth.)	18
5.1.5.	Porcentaje de germinación de la especie Quebracho ( <i>Lysiloma divaricatum</i> (Jacq.) Mac Bride).	18
5.1.6.	Porcentaje de germinación de la especie Roble sabanero ( <i>Tabebuia rosea</i> (Bertol) DC.)	19
5.1.7.	Porcentaje de germinación de la especie Sardinillo ( <i>Tecoma stans</i> (L.) Juss.)	20
5.1.8.	Porcentaje de germinación de la especie Guanacaste negro ( <i>Enterolobium cyclocarpum</i> (Jacq.) Grised.)	21
5.1.9.	Porcentaje de germinación de la especie Carao ( <i>Cassia grandis</i> L.f.)	21
5.1.10.	Porcentaje de germinación de la especie Cortez ( <i>Tabebuia chrysantha</i> (Jacq.) Nichol)	22
5.1.11.	Porcentaje de germinación de la especie Genízaro ( <i>Samanea saman</i> (Jacq.) Merrill)	23
5.1.12.	Porcentaje de germinación de la especie Guácimo de ternero ( <i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.)	23
5.1.13.	Porcentaje de germinación de la especie Madero negro ( <i>Gliricidia sepium</i> (Jacq.) Standl.)	24
5.1.14.	Porcentaje de germinación de la especie Laurel negro ( <i>Cordia alliodora</i> (R. & P.) Oken)	25
5.1.15.	Porcentaje de germinación de la especie Pochote ( <i>Pachira quinata</i> (jacq.)Dugand)	26
5.1.16.	Porcentaje de germinación de la especie Madroño ( <i>Calycophyllum candidissimum</i> (vahl) Dc.)	26
5.1.17.	Análisis de Varianza para Germinación de semillas	28
5.2.	Valor de la germinación	28
5.2.1.	Valor de germinación de la especie Gavilán ( <i>Pseudosamanea guachapele</i> (Kunth) Harms)	29

5.2.2.	Valor de germinación de la especie Guapinol ( <i>Hymenaea courbaril</i> L.)	29
5.2.3.	Valor de germinación de la especie forestal Búcaro ( <i>Erythrina fusca</i> Lour)	29
5.2.4.	Valor de germinación de la especie Espino de playa ( <i>Pithecellobium dulce</i> (Roxb.) Benth.)	30
5.2.5.	Valor de germinación de la especie Quebracho ( <i>Lysiloma divaricatum</i> (Jacq.) Mac Bride)	30
5.2.6.	Valor de germinación de la especie Sardinillo ( <i>Tecoma stans</i> (L.) Juss.)	30
5.2.7.	Valor de germinación de la especie Guanacaste negro ( <i>Enterolobium cyclocarpum</i> (Jacq.) Grised.)	31
5.2.8.	Valor de germinación de la especie Carao ( <i>Cassia grandis</i> L.f.)	31
5.2.9.	Valor de germinación de la especie Cortez ( <i>Tabebuia chrysantha</i> (Jacq.) Nichol)	31
5.2.10.	Valor de germinación de la especie Genízaro ( <i>Samanea saman</i> (Jacq.) Merrill)	31
5.2.11.	Valor de germinación de la especie Guácimo de ternero ( <i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.)	32
5.2.12.	Valor de germinación de la especie Madero negro ( <i>Gliricidia sepium</i> (Jacq.) Standl.)	32
5.2.13.	Valor de germinación de la especie Laurel negro ( <i>Cordia alliodora</i> (R. & P.) Oken)	32
5.2.14.	Valor de germinación de la especie Pochote ( <i>Pachira quinata</i> (jacq.)Dugand)	33
5.2.15.	Valor de germinación de la especie Madroño ( <i>Calycophyllum candidissimum</i> (vahl) Dc.)	33
5.2.17.	Análisis de Varianza para Valor de germinación de semillas con el método de Czabator	33
5.2.18.	Análisis de Varianza para Valor de germinación de semillas con el método de Djavanshi y Pourbeik	34
5.3.	Energía de la germinación	35
5.3.1.	Energía de germinación de los especies tratamientos de escarificación mecánica y HCl 10% 15 minutos	35
5.3.2.	Energía de germinación de los tratamientos de 6 horas de agua a temperatura ambiente y 24 horas de agua a temperatura ambiente	36
5.3.3.	Energía de germinación de los tratamientos con lijado y agua a punto de ebullición por 3 minutos + 5 minutos de agua fría	37
5.3.4.	Energía de germinación de en tratamiento con lijado y con corte de tijera	37
5.3.5.	Energía de germinación de los tratamientos de agua a punto de ebullición por 2 minutos + 5 minutos de agua fría y agua a punto de ebullición por 1 minuto + 5 minutos de agua fría	38
5.3.6.	Energía de germinación de los tratamientos con luz y sin luz	39
5.3.7.	Análisis de Varianza para Energía de Germinación de semillas	39
<b>VI</b>	<b>CONCLUSIONES</b>	<b>41</b>

<b>VII</b>	<b>RECOMENDACIÓN</b>	42
<b>VIII</b>	<b>LITERATURA CITADA</b>	43
<b>IX</b>	<b>ANEXOS</b>	44

## **DEDICATORIA**

Le dedico este presente trabajo a Dios por darme la fortaleza y sabiduría desde que inicié este nuevo proceso de mi vida en la Universidad.

A mí apreciada Madre Emerita Ramos Valverde por todo el apoyo emocional y económico que me ha brindado.

A mi Padre Justo Peralta Medina por lo poco que me ha brindado.

A mis queridas hermanas Raquel López Ramos y Zayda Peralta Ramos por los consejos y apoyo emocional que me han brindado.

A mi pequeña sobrina Ametiz Peralta por el impulso que me dio para poder acabar este documento.

A mi tía Flor de María Ramos Valverde (q.e.d) por todos los consejos y aspiraciones que me dio desde pequeña y aunque no esté conmigo sé que siempre me hubiera brindado su apoyo.

A un gran amigo de nuestra familia que lo quiero como si fuera mi padre José Ramón Pavón por todo el apoyo que me ha brindado durante estos años.

Y por último y no menos importante mi padrino Robert Neff que me apoyo incontable veces en mi vida y si no fuera por él y mi madre no hubiera podido terminar mis logros académicos.



## **AGRADECIMIENTOS**

A la Universidad Nacional Agraria la oportunidad que me brindo para poder alcanzar un peldaño más de nuestra preparación profesional.

Al Ing. Claudio Calero (q.e.d) por todo el apoyo, consejos y sugerencias que me dio durante las clases que nos impartieron en la carrera y en la realización del documento.

A mis tutores Ing. MSc. Francisco Reyes e Ing. Enrique Mayorga por su tiempo, comprensión, paciencia, apoyo y dedicación.

Al Ing. Miguel Garmendia, por su tiempo y ayudarme en el análisis de Varianza en el modelo de diseño del DCA.

Al Lic. Heraldo Salgado, responsable de los Laboratorios de Ciencias Biológicas por el apoyo en los materiales y sala que se ocupó para este trabajo.

Al Ing. Ixpayacat Bustillo por apoyarme en la realización del mapa de ubicación.

A mis amigos: Luis Suárez, Daniel Lagos, Belkyz Pérez, Kevin Silva, Alejandro Palma por todo el apoyo, comunicación y confianza que tuvimos en conjunto en nuestras horas de estudio.

## INDICE DE CUADROS

CUADRO		PÁGINA
1.	Especies forestales utilizadas en los tratamientos con escarificación mecánica y HCl, 2019	11
2.	Especies forestales utilizadas en tratamientos de remojo en agua a temperatura ambiente de 6 horas y 24 horas, 2019	12
3.	Especie forestal utilizada en el tratamiento con lijado y tratamiento agua caliente por 3 minutos + 5 minutos de agua fría, 2019	13
4.	Especie forestal utilizada en el tratamiento con lijado y tratamiento con corte de tijera, 2019	14
5.	Especie forestal utilizada en tratamientos en agua caliente por 2 min + 5 min en agua fría y en agua caliente por 1 min + 5 min de agua fría, 2019	14
6.	Especie forestal utilizada en el tratamiento con luz y sin luz, 2019	15
7.	Estimaciones de los rangos de germinación de las semillas de las especies utilizadas	27
8.	Análisis de varianza aplicado en la germinación de semillas a 16 especies forestales a nivel de laboratorio, 2019	28
9.	Análisis de varianza aplicado en valor de germinación de semillas a 16 especies forestales a nivel de laboratorio por el método de Czabator, 2019	34
10.	Análisis de varianza aplicado en valor de germinación de semillas a 16 especies forestales a nivel de laboratorio por el método de Djavanshir, 2019	34
11.	Resumen de la energía de germinación de las especies forestales en tratamiento de escarificación mecánica y HCl 10% 15 minutos, 2019	36
12.	Resumen de la energía de germinación de las especies forestales en tratamiento de 6 horas de agua a temperatura ambiente y 24 horas de agua a temperatura ambiente, 2019	37
13.	Resumen de la energía de germinación de las especies forestales en tratamiento con lijado y agua caliente por 3 minutos + 5 minutos de agua fría, 2019	37
14.	Resumen de la energía de germinación de las especies forestales en tratamiento con lijado y con corte de tijera, 2019	38

15.	Resumen de la energía de germinación de las especies forestales en tratamientos de agua caliente por 2 minutos + 5 minutos de agua fría y agua caliente por 1 minuto + 5 minutos de agua fría, 2019	38
16.	Resumen de la energía de germinación de las especies forestales en tratamiento con luz y sin luz, 2019	39
17.	Análisis de varianza aplicado en la energía de germinación de semillas a 16 especies forestales a nivel de laboratorio, 2019	40

## INDICE DE FIGURAS

FIGURA		PÁGINA
1.	Ubicación del Laboratorio de Ciencias Biológicas en la Universidad Nacional Agraria, 2019	5
2.	Laboratorio de Ciencias Naturales	6
3.	Etiquetas con información de las semillas utilizadas	7
4.	Diseño utilizado para la división de las semillas, 2019	8
5.	Lijadora eléctrica PROXXON, 2019	11
6.	Beaker donde se ponían a remojar las semillas, 2019	12
7.	Cocina eléctrica donde se ponía a calentar el agua	13
8.	Germinación de las semillas de la especie <i>Pseudosamanea guachapele</i> (Kunth) Harms a nivel LCB, 2019	16
9.	Germinación de las semillas de la especie <i>Hymenaea courbaril L.</i> a nivel LCB, 2019	17
10.	Germinación de las semillas de la especie <i>Erythrina fusca Lour</i> a nivel LCB, 2019	17
11.	Germinación de las semillas de la especie <i>Pithecellobium dulce</i> (Roxb.) Benth. a nivel LCB, 2019	18
12.	Germinación de las semillas de la especie <i>Lysiloma divaricatum</i> (Jacq.) Mac Bride a nivel LCB, 2019	19
13.	Germinación de las semillas de la especie <i>Tabebuia rosea</i> (Bertol.) DC a nivel LCB, 2019	20
14.	Germinación de las semillas de la especie <i>Tecoma stans</i> (L.) Juss ex H.B. K. a nivel LCB, 2019	20
15.	Germinación de las semillas de la especie <i>Enterolobium cyclocarpum</i> (Jacq.) Griseb. a nivel LCB, 2019	21
16.	Germinación de las semillas de la especie <i>Cassia grandis L. f.</i> a nivel LCB, 2019	22

17.	Germinación de las semillas de la especie <i>Tabebuia chrysantha</i> (Jacq.) Nichol. a nivel LCB, 2019	22
18.	Germinación de las semillas de la especie <i>Samanea saman</i> (Jacq.) Merrill a nivel LCB, 2019	23
19.	Germinación de las semillas de la especie <i>Guazuma ulmifolia</i> Lam. a nivel LCB, 2019	24
20.	Germinación de las semillas de la especie <i>Gliricidia sepium</i> (Jacq.) Standl. a nivel LCB, 2019	25
21.	Germinación de las semillas de la especie <i>Cordia alliodora</i> (R. & P.) Oken a nivel LCB, 2019	25
22.	Germinación de las semillas de la especie <i>Bombacopsis quinata</i> (jacq.)Dugand a nivel LCB, 2019	26
23.	Germinación de las semillas de la <i>Calycophyllum candidissimum</i> (Vahl) DC. a nivel LCB, 2019	27

## INDICE DE ANEXOS

<b>ANEXO</b>		<b>PÁGINA</b>
1.	Formato de ensayo de germinación	45
2.	Formato para determinar el valor de la germinación	45
3.	Base de datos del ensayo de germinación de 16 especies forestales a nivel de laboratorio	46
4.	Cuadros de resúmenes del porcentaje de germinación que se realizó en cada uno de los tratamientos	49
5.	Cuadros de resultados valor de germinación con sus dos métodos Czabator y Djavanshir & Pourbeik en cada tratamiento	51
6.	Análisis de varianza en la suma de cuadrados para el porcentaje de germinación en tratamientos y especies	53
7.	Análisis de varianza en la suma de cuadrados para el valor de germinación con el método de Czabator en tratamientos y especies	54
8.	Análisis de varianza en la suma de cuadrados para el valor de germinación con el método de Djavanshir & Pourbeik en tratamientos y especies	55
9.	Análisis de varianza en la suma de cuadrados para el porcentaje de germinación en tratamientos y especies	56

## RESUMEN

La semilla constituye un potencial en la conservación y manejo de los recursos naturales renovable, es un campo cuyas perspectivas son enormes. Las Plantas y semillas tienen múltiples usos; alimentación, farmacia, industria, decoración, reforestación y conservación, lo que se espera lograr en este ensayo es determinar la viabilidad de germinación de 16 especies con diferentes tipos de tratamientos pre - germinativos a nivel de laboratorio. El estudio se realizó en los Laboratorios de Ciencias Biológicas (LCB) perteneciente a la Facultad de Recursos Naturales y del Ambiente (FARENA), se empleó un Diseño Completo al Azar (DCA), utilizando bandejas plásticas para la distribución de los tratamientos pre-germinativos y las semillas correspondientes, dando así la suma de 25 semillas por tratamiento dividiéndola en cuatro bloques en la bandeja, para un total de 100 semillas. Los mejores resultados obtenidos en el porcentaje de germinación son de las siguientes especies; madero negro 100 % con tratamiento sin luz; quebracho 90 % con 6 horas en agua a temperatura ambiente, búcaro 94 % con escarificación mecánica. En valor de la germinación con el método de Djavanshir & Pourbeik las especies con mayor éxitos fueron el quebracho 0.1566, guanacaste negro 0.12126. En cuanto a la energía de germinación las especies superiores son madero negro 100 % sin luz, quebracho 90 % con 6 horas en agua a temperatura ambiente.

*Palabras claves: Especie, Tratamientos pre – germinativos, Porcentaje de germinación, Valor de germinación, Energía de germinación.*

## SUMMARY

Seed is a potential in the conservation and management of renewable natural resources, it is a field whose prospects are enormous. Plants and seeds have multiple uses; food, pharmacy, industry, decoration, reforestation and conservation, what is expected to be achieved in this test is to determine the feasibility of germination of 16 species with different types of pre-germinations at the laboratory level. The study was carried out in the Laboratories of Biological Sciences (LCB) belonging to the Faculty of Natural Resources and the Environment (FARENA), a Complete Random Design (DCA) was used, using plastic trays for the distribution of treatments pre-germinations and the corresponding seeds, thus giving the sum of 25 seeds per treatment dividing it into four blocks in the tray, for a total of 100 seeds. The best results obtained in the germination percentage are of the following species; black wood 100% with lightless treatment; break 90% with 6 hours in water at room temperature, buccaneer 94 % with mechanical scarification. In the value of germination with the djavanshir & Pourbeik method the most successful species were the 0.1566 break, black guanacaste 0.12126. As for the germination energy the superior species are 100% non-light black wood, 90% break with 6 hours in water at room temperature.

*Key words: species, treatments pre - germ, germination percentage, value of germination, germination power.*



## I.- INTRODUCCIÓN

La semilla constituye el principal medio de propagación de las especies forestales. Las semillas están constituidas por un embrión y por compuestos de reserva (glúcidos, proteínas, lípidos), rodeados ambos por las cubiertas seminales. No obstante, esta estructura general varía entre las diferentes especies principalmente en relación al tipo y proporción de los compuestos de reserva y a las características de las cubiertas seminales (Pita, J: Pérez, F. 1998).

La semilla constituye un potencial en la conservación y manejo de los recursos naturales, es un campo cuyas perspectivas son enormes. Las plantas y semillas tienen múltiples usos: alimentación, farmacia, industria, decoración, reforestación y conservación, por sólo mencionar algunas áreas, pero son muy pocas las plantas que usamos, existiendo en el mundo alrededor de 300,000 especies (Gerencia Regional de Agricultura, 2012).

Las semillas, una vez finalizado su desarrollo sobre la planta madre, permanecen en un estado de "reposo" hasta que se dan las condiciones favorables para su germinación. Este estado puede venir determinado por la existencia de condiciones ambientales desfavorables o por la existencia de factores que actúan desde la propia semilla no permitiendo su germinación. En el primer caso se dice que la semilla se encuentra en un estado de quiescencia y en el segundo que la semilla presenta dormición (Pita, J: Pérez, F. 1998).

Entre los tratamientos pre – germinativos utilizados en este ensayo está el mecánico, dado que en este tratamiento solo se utiliza en semillas duras, se realiza con una lijadora eléctrica donde se lija la superficie de las semillas hasta que ésta tiene un aspecto poroso y que esta pierda su brillo natural.

Otro tratamiento aplicado es la sumersión con ácido clorhídrico (HCl), se disolvió el ácido quedando en un porcentaje bajo (10%) dejando la semilla remojándose en el ácido por un periodo de 15 minutos, para debilitar la permeabilidad de la semilla.

También se emplean los tratamientos de agua a temperatura ambiente y con agua caliente; en el tratamiento de agua a punto de ebullición, se puso a calentar un beaker de agua en la cocina eléctrica dejándola reposar por un periodo de 30 minutos, después se remojan las semillas por un lapso de tiempo de 1 a 5 minutos en agua fría; para el tratamiento con agua fría se utilizó agua del grifo y se dejó la semilla en reposo en un lapso de tiempo 6 y 24 horas. Y por último se utiliza el tratamiento bajo luz y sin luz; se pusieron las semillas bajo luz blanca artificial y otras en oscuridad.

El propósito de la investigación es determinar la viabilidad de 16 especies forestales, realizando distintos tipos de tratamientos pre - germinativos en cada una de las especies a estudiar. Esto se realizará a nivel de laboratorio tomando en cuenta la temperatura, luz, humedad del sitio de estudio. Las semillas fueron proporcionadas por INAFOR, en cada bolsa contiene una etiqueta con el nombre común, nombre científico, procedencia, peso en Kg (Kilogramo), código de lote usuario y fecha de entrega. (fecha recolección)

## **II.- OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo General**

- Determinar la viabilidad mediante el porcentaje de germinación de 16 especies con diferentes tipos de tratamientos pre - germinativo a nivel de laboratorio.

### **2.2 Objetivos específicos**

- Analizar el comportamiento de la germinación de 16 especies bajo los diferentes tratamientos pre-germinativos aplicados.
- Cuantificar los valores de porcentaje de germinación, valor y energía germinativa de las especies utilizadas en el ensayo.
- Determinar el tratamiento pre – germinativo más adecuado de germinación para ser utilizado en el vivero.

### **III.- HIPOTESIS**

#### **3.1 Hipotesis Nula (H<sub>0</sub>):**

Los diferentes tratamientos pre - germinativos no tienen influencia en los procesos germinativos de las semillas de las diferentes especies forestales.

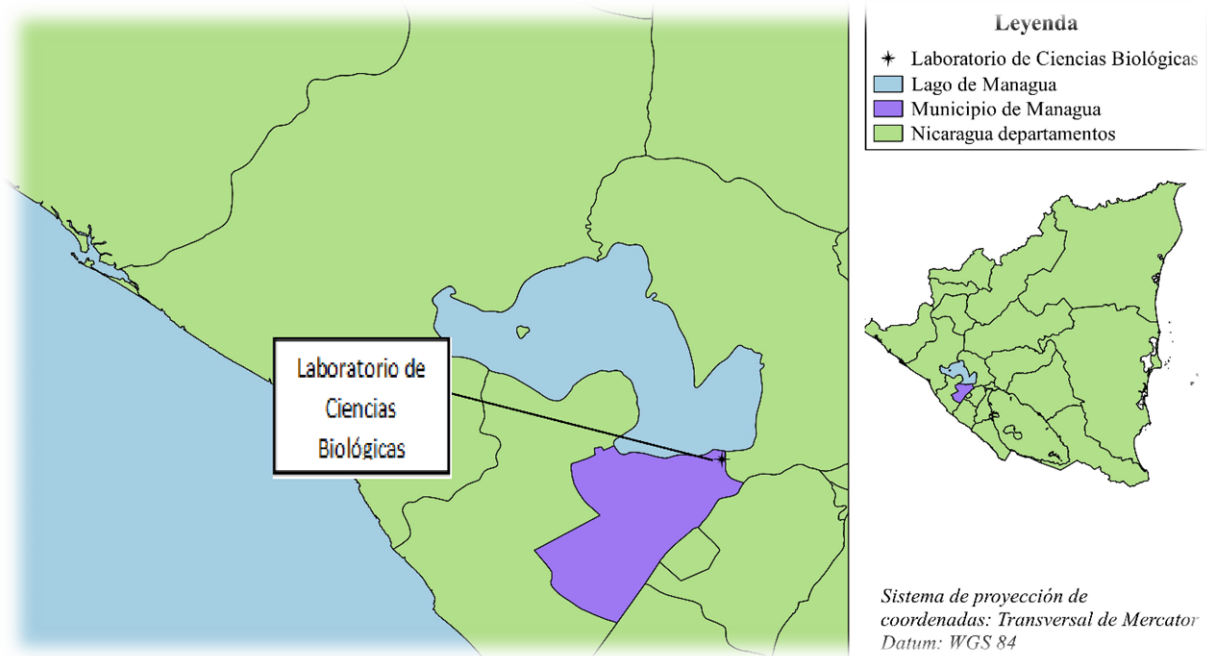
#### **3.2 Hipotesis Alternativa (H<sub>a</sub>):**

Los diferentes tratamientos pre - germinativos tienen influencia en los procesos germinativos de las semillas de las diferentes especies forestales.

## IV.- METODOLOGIA

### 4.1.- Localización del Sitio

La Universidad Nacional Agraria (UNA) está ubicada en el Km. 12 carretera Norte, municipio de Managua. Esta zona está localizada en el litoral central del Pacífico entre las coordenadas geográficas de 12° 08' latitud norte y 86° 10' de longitud oeste, a una altura de 56 msnm (González Rivas, 2014). Los Laboratorios de Recursos Natural (LARENA), están ubicados en el sector norte de la Universidad a 60 metros de distancia del portón norte o entrada principal. LARENA está ubicada dentro de las coordenadas 12°08'54" latitud norte y 86°9'42" longitud oeste (figura 1).



**Figura 1.** Ubicación del Laboratorio de Ciencias Biológicas en la Universidad Nacional Agraria, 2019

#### **4.2.- Descripción del Laboratorio de Ciencias Biológicas (LCB)**

El área de laboratorio consta de una sola planta (figura 2), la que contiene tres salas de laboratorio, está divididas en un laboratorio de anatomía de la madera, dos para laboratorio de ciencias biológicas. Las tres salas están equipadas con los instrumentos, equipos y materiales de manera general; para la realización de las prácticas de docencia con estudiantes de diferentes carreras y facultades e investigación, una pequeña sala de investigación.

Se encuentra adscrito al Departamento de Manejo de Bosques y Ecosistemas, es una unidad de apoyo a la docencia de las asignaturas y los módulos en las áreas de biología, botánica, zoología, anatomía de la madera y Dendrología, destinadas a todas las carreras que oferta la universidad en sus diferentes modalidades, incluyendo las sedes. Para la docencia e investigación se cuenta con equipos de laboratorio y mobiliario como: Microscopios, estereoscopios, balanzas electrónicas, horno de secado de madera y un dispensador digital.

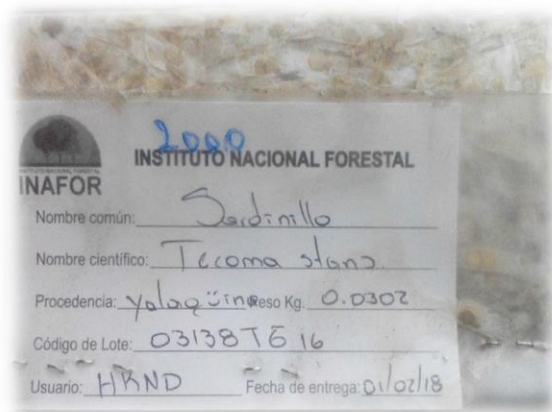


**Figura 2.-** Laboratorio de Ciencias Naturales.

#### **4.3.- Diseño utilizado**

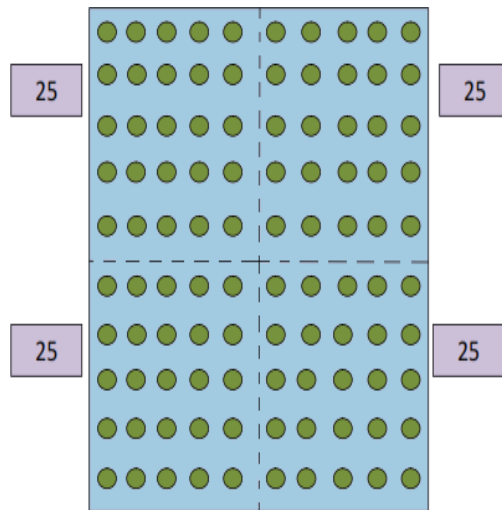
Se empleó un Diseño Completamente al Azar (DCA), este diseño es el más sencillo, eficiente y se origina por la asignación aleatoria de los tratamientos a un conjunto de unidades experimentales previamente determinado (Badii *et al*, 2007). Se utilizaron 12 tratamientos pre – germinativos y 2 repeticiones por tratamiento.

Los materiales utilizados en el ensayo fueron, las semillas proporcionadas por INAFOR (la cual tenían una etiqueta con información de las semillas) (figura 3), bandejas de plástico (están tienen un largo de 53 cm y un ancho de 34.3 cm), algodón, papel periódico, lijadora eléctrica, cocina eléctrica, beaker, lupa, tijeras, pinzas para agarrar las semillas, agua.



**Figura 3.** Etiquetas con información de las semillas utilizadas.

Se utilizó 32 bandejas plásticas para la distribución de los tratamientos pre-germinativos y las semillas correspondientes, en cada bandeja se realizó unas líneas imaginarias para dividir las semillas colocando cinco hileras de semillas en cada bandeja, dando así la suma de 25 semillas por tratamiento dividiéndola en cuatro bloques en la bandeja, para un total de 100 semillas (figura 4).



**Figura 4.** Diseño utilizado para la división de las semillas, 2019.

Siendo el Modelo Aditivo Lineal (MAL) estadístico el siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + E_{ij}$$

*Dónde:*

*i: 1,2= tratamiento*

*j: 1, 2, 3, 4, 5= repetición*

*Y<sub>ij</sub>: Variables en estudio en la j-ésimo repetición del i-ésimo tratamiento.*

*μ: Es la media poblacional a estimar a partir de los datos de germinación y crecimiento de las plantas en estudio.*

*T<sub>i</sub>: Efecto de i-ésimo tratamiento.*

*E<sub>ij</sub>: Es el elemento de variación generado en el experimento.*

#### **4.4.- Variables a evaluar en el ensayo de germinación de 16 especies forestales**

##### **4.4.1.- Porcentaje de la germinación**

Se define como una proporción de semillas que germinan en un período determinado, para su cálculo se utilizó la siguiente fórmula encontrada en la guía para la manipulación de semillas forestales (FAO, 1991; citado por Suárez, *et al*, 2014).

$$\text{Porcentaje de germinación} = \sum [(SG/n) * 100]$$



*Donde:*

*SG: Semillas germinadas*

*n: Número total de semillas en prueba (100 semillas)*

#### **4.4.2.- Valor de la germinación**

El concepto de valor de germinación, tal como lo define Czabator, (1962) citado por FAO, (1991), tiene por finalidad combinar en una sola cifra una expresión de la germinación total al término del período de ensayo y una expresión de la energía o velocidad de germinación. La germinación total se expresa en forma de germinación diaria media (GDM) (final), que se calcula como el porcentaje acumulado de semillas llenas germinadas al final del ensayo dividido entre el número de días que transcurren desde la siembra hasta el término del ensayo. La velocidad de germinación se expresa en forma de valor máximo (VM), que es la germinación diaria media máxima (porcentaje acumulado de germinación de semilla llena dividido entre el número de días transcurridos desde la fecha de siembra) que se alcanza en cualquier momento del período del ensayo.

Otro método para calcular el valor de germinación es el de Djavanshir y Pourbeik, (1976) citado por FAO, (1991), quienes comprobaron que, en el caso de *Pinus ponderosa* y *P. eldarica* en el Irán, se ajustaba más que el método de Czabator a la supervivencia de las plantas en viveros sobre el terreno.

Este valor se calculó a través del método de Czabator (1962), citado por Suárez, *et al*, 2014.

$$\mathbf{VG = VeGD\ final \times Valor\ máximo\ de\ VeGD}$$

*Donde:*

*VG: Valor de germinación*

*VeGD = Velocidad de germinación diaria.*

Para aplicar el método de Djavanshir y Pourbeik, citado por Suárez, *et al*, 2014.

$$\mathbf{VG = \sum VeGD / N\ final * \frac{\% GA\ final}{10}}$$

*Donde:*

*VG: Valor de germinación*

*VeGD = Velocidad de germinación diaria*

*N = Número de recuentos diarios, empezando a contar a partir de la fecha de la primera germinación*

*% GA = Porcentaje de germinación acumulado*

#### **4.4.3.- Energía de germinación**

Consiste en una proporción de una muestra de semillas que germinan dentro de un período preseleccionado. Utiliza para su cálculo la germinación acumulada hasta un período que se determina según los referentes de tiempo de germinación de las especies 5to y 10mo día según FAO, (1991), dividiendo la germinación acumulada hasta dicho día entre el total de las semillas utilizadas para la prueba, obteniéndose así un porcentaje de germinación para un tiempo determinado (FAO, (1991; citado por Salgado, J y Salgado, M. 2017).

La ecuación utilizada para su cálculo, según FAO, (1991) citado por Suárez, S; González, B; Mendoza, O. 2014, fue la siguiente:

$$\text{Energía de Germinación} = \text{GA}/n * 100$$

*Donde:*

*GA: Germinación acumulada: es un conteo acumulado en el tiempo en que las semillas germinan.*

*n: Número total de semillas en prueba.*

#### **4.5. Tratamiento pre - germinativo empleados en el ensayo de germinación y el número de semillas utilizadas en cada especie**

##### **4.5.1.- Escarificación mecánica y con ácido clorhídrico (HCl)**

Para utilizar estos dos tratamientos con tres especies de semillas forestales diferentes, se empearán un total de 100 semillas por tratamiento, dando un total de 200 semillas por especies. Para la escarificación mecánica se empleará una lijadora eléctrica de marca PROXXON (Foto 3) cada una de las semillas se lijo por 45 segundos, hasta obtener una abertura en la testa, con

lo cual permite la introducción del agua en el embrión, para su futura y pronta germinación.

Cuadro1.



**Figura 5.** Lijadora eléctrica PROXXON, 2019

En la escarificación con HCl se preparó una solución al 10 %, y se introdujeron las semillas por 15 minutos, posteriormente se acomodaron en la bandeja donde se ordenaron en hileras de 5 semillas, dando un total de 100 en cada bandeja.

**Cuadro 1.-** Especies forestales utilizadas en los tratamiento con escarificación mecánica y HCl, 2019

Especies forestales	N° de semillas utilizadas por tratamiento	Tratamientos	N° de tratamiento
Búcaro – Helequeme	100	Escarificación mecánica	1
Gavilán	100		
Guapinol	100		
Búcaro – Helequeme	100	HCl	2
Gavilán	100		
Guapinol	100		

#### 4.5.2.- Tratamientos en agua a temperatura ambiente de 6 horas y 24 horas

Para la utilización de estos dos tratamientos en el cuatro de especies se manipularon 50 semillas por cada tratamiento, lo que da un total de 100 semillas por especie. Las semillas se dejaron por seis horas en un recipiente beaker con agua a temperatura ambiente (Foto 4), el agua se ocupó

para remojar la semilla fue del grifo, después de pasado el tiempo de remojo se colocaron las semillas en las bandejas, poniéndolas cuidadosamente para no dañarlas o que la semilla se infecte. En el segundo tratamiento se realizaron los mismos pasos, con la diferencia que estas se dejarán un mayor tiempo de remojo, con un período de veinticuatro horas (cuadro 2).



**Figura 6.** Beaker donde se ponían a remojar las semillas, 2019

**Cuadro 2.-** Especies forestales utilizadas en tratamientos de remojo en agua a temperatura ambiente de 6 horas y 24 horas, 2019.

Especies forestales	N° de semillas utilizadas por tratamiento	Tratamientos	N° de tratamiento
Espino de playa	50	Agua a temperatura ambiente de 6 horas	3
Quebracho	50		
Roble sabanero	50		
Sardinillo	50		
Espino de playa	50	Agua de temperatura ambiente 24 horas	4
Quebracho	50		
Roble sabanero	50		
Sardinillo	50		

#### **4.5.3.- Tratamiento con lijado y tratamiento en agua a punto de ebullición por 3 minutos + 5 minutos en agua a temperatura ambiente**

Para estos dos tratamientos se utilizaron un total de 100 semillas por tratamiento, dando un total de 200 semillas por especie. Se volvió a utilizar la lijadora eléctrica PROXXON poniendo menos de un minuto la semilla para que ésta se le realice la pequeña abertura en la testa.

El tratamiento en agua a punto de ebullición, se calentó el agua en un recipiente beaker en la cocina eléctrica de un quemador marca SANKEY (foto 5), por 30 minutos, luego de que el agua hirviera, se remojó la semilla por tres minutos, después de pasado este tiempo se utilizó agua a temperatura ambiente y se dejó la semilla en remojo por cinco minutos (cuadro 3).



**Figura 7.** Cocina eléctrica donde se ponía a calentar el agua.

**Cuadro 3.-** Especie forestal utilizada en el tratamiento con lijado y tratamiento en agua a punto de ebullición por 3 minutos + 5 minutos en agua a temperatura ambiente, 2019.

Especie forestal	N° de semillas utilizadas por tratamiento	Tratamientos	N° de tratamiento
Guanacaste negro	100	Con lijado	5
Guanacaste negro	100	Tratamiento en agua a punto de ebullición por 3 minutos + 5 minutos en agua a temperatura ambiente	6

#### **4.5.4.- Tratamiento con lijado y tratamiento con corte de tijera**

Para estos tratamientos se utilizarón un total de 100 semillas por tratamiento dando un total de 200 semillas por especie. Se utilizó la lijadora eléctrica PROXXON, ya que la semilla es dura, la semilla se deja en la lijadora menos de un minuto para provocarle una pequeña incisión para que penetre la humedad y la semilla germine. En el tratamiento con corte de tijera, se utilizó una tijera y dicho corte se realizó en la parte del micrópilo para que así la semilla pueda germinar (cuadro 4).

**Cuadro 4.** Especie forestal utilizada en el tratamiento con lijado y tratamiento con corte de tijera, 2019

Espece forestal	N° de semillas utilizadas por tratamiento	Tratamientos	N° de tratamiento
Carao	100	Lijado	7
Carao	100	Tratamiento con corte de tijera	8

**4.5.5.- Tratamientos en agua a punto de ebullición por 2 minutos + 5 minutos en agua a temperatura ambiente y en agua a punto de ebullición por 1 minuto + 5 minutos en agua a temperatura ambiente**

Para estos dos tratamientos se utilizarón la cantidad de 100 semillas por especie, para un total de 200 semillas por tratamiento. En el primer tratamiento se ocupó la cocina eléctrica dejando calentar el agua en el recipiente beaker para dejar en remojo la semilla por un tiempo de dos minutos, luego de dejar las semillas por los dos minutos se introducen en agua a temperatura ambiente obtenida del grifo por el tiempo de cinco minutos, después se retiraron las semillas para colocarlas en la bandeja (cuadro 5).

**Cuadro 5.-** Especie forestal utilizada en tratamientos en agua a punto de ebullición por 2 min + 5 min en agua a temperatura ambiente y en agua a punto de ebullición por 1 min + 5 min en agua a temperatura ambiente, 2019

Espece forestal	N° de semillas utilizadas por tratamiento	Tratamientos	N° de tratamiento
Cortez	100	Agua a punto de ebullición por 2 min + 5 min en agua a temperatura ambiente	9
Genízaro	100		
Guácimo de ternero	100		
Cortez	100	Agua a punto de ebullición por 1 min + 5 min de agua a temperatura ambiente	10
Genízaro	100		
Guácimo de ternero	100		

#### 4.5.6.- Tratamientos con luz y sin luz

Se utilizaron la cantidad de 100 semillas para cada tratamiento dando un total de 200 semillas por especie. En estos dos tratamientos nada más se seleccionaron las semillas y se acomodaron en la bandeja, dejando dos bandejas bajo la luz blanca artificial durante 24 horas en un período de 7 días, y dos bandejas sin luz artificial durante igual período (cuadro 6).

**Cuadro 6.-** Especie forestal utilizada en el tratamiento con luz y sin luz, 2019.

<b>Especie forestal</b>	<b>N° de semillas utilizadas por tratamiento</b>	<b>Tratamientos</b>	<b>N° de tratamiento</b>
Madero negro	100	Con luz	11
Laurel negro	100		
Pochote	100		
Madroño	100		
Madero negro	100	Sin luz	12
Laurel negro	100		
Pochote	100		
Madroño	100		

## V.- RESULTADOS Y DISCUSION

### 5.1.- Porcentaje de la germinación

#### 5.1.1.- Porcentaje de germinación de la especie Gavilán (*Pseudosamanea guachapele* (Kunth) Harms)

Según (CATIE, 2003), la especie Gavilán presenta con tratamiento pre germinativo una tasa de germinación de 20 – 35 % a 90 – 95 %, su viabilidad es de 12 años y su contenido de humedad es de 6 % a 8 %. A nivel de LCB en el tratamiento mecánico se obtuvo un 72 % y con HCl un 65 %, el resultado obtenido es muy bueno (cuadro 7) ya que pudo germinar una gran parte de semillas utilizada en el ensayo siendo los primeros seis días con los mejores resultado de germinación para cada tratamiento (anexo 3) (figura 8).



**Figura 8.** Germinación de las semillas de la especie *Pseudosamanea guachapele* (Kunth) Harms a nivel LCB, 2019

#### 5.1.2.- Porcentaje de germinación de la especie Guapinol (*Hymenaea courbaril* L.)

La especie Guapinol presenta con el tratamiento pre germinativo una tasa de germinación de 40 a 90 %, su semilla es ortodoxa germina a los doce o trece días después, puede ser almacenada por más de un año de la siembra (CATIE, 2000). A nivel LCB en el tratamiento mecánico se obtuvo un 21 % y con HCl un 15 %, obteniendo una baja germinación (cuadro 7) su germinación se dio a los seis y quince días (anexo 3) para el tratamiento mecánico y para el caso de HCl fueron las cinco y diecisiete días (anexo 3) (figura 9).





**Figura 9.** Germinación de las semillas de la especie *Hymenaea courbaril* L. a nivel LCB, 2019.

### **5.1.3.- Porcentaje de germinación de la especie forestal Búcaro (*Erythrina fusca* Lour)**

A nivel LCB en el tratamiento mecánico se obtuvo un 94 % y con HCl un 25 %, y según la literatura (CATIE, 2003), la especie Búcaro presenta con tratamiento pre germinativo una tasa de germinación de 80 – 95 %, la semilla es ortodoxa y la viabilidad es de dos años. Para el tratamiento mecánico el resultado es excelente (cuadro 7) siendo los días de mejor gemación cuatro y ocho (anexo 3), para el HCl su germinación es poca (cuadro 7) los días con más germinación ocho y quince (anexo 3) (figura 10).

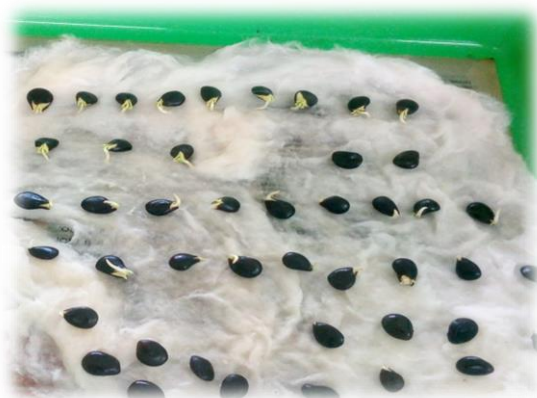


**Figura 10.** Germinación de las semillas de la especie *Erythrina fusca* Lour a nivel LCB, 2019

#### **5.1.4.- Porcentaje de germinación de la especie Espino de playa (*Pithecellobium dulce* (Roxb.) Benth.)**

La especie Espino de playa presenta con tratamiento pre germinativo una tasa de germinación de 85 % y 100 % (CATIE 2000), es ortodoxa su viabilidad es de seis meses (CATIE 2003).

El tratamiento 6 horas en agua a temperatura ambiente se obtuvo un 80 % y con 24 horas en agua a temperatura ambiente un 80 %. El resultado obtenido es muy bueno (cuadro 7) los días que obtuvo mejor germinación fueron uno y seis (anexo 3) (figura 11).



**Figura 11.** Germinación de las semillas de la especie *Pithecellobium dulce* (Roxb.) Benth. a nivel LCB, 2019

#### **5.1.5.- Porcentaje de germinación de la especie Quebracho (*Lysiloma divaricatum* (Jacq.) Mac Bride)**

El resultado obtenido del ensayo en el LCB, la especie Quebracho obtuvo una tasa de germinación de un 90 % en lo que fue el tratamiento pre – germinativo de 6 horas en agua a temperatura ambiente y con 24 horas en agua a temperatura ambiente un 82 %. Según lo citado en la literatura (CATIE, 2003), esta especie presenta una tasa de germinación de 70 – 80 %. El resultado obtenido a nivel LCB, el resultado obtenido de esta especie es excelente (cuadro 7) los días con buena germinación fueron primero cinco días (anexo 3) (figura 12).



**Figura 12.** Germinación de las semillas de la especie *Lysiloma divaricatum* (Jacq.)MacBride a nivel LCB, 2019

#### **5.1.6.- Porcentaje de germinación de la especie Roble sabanero (*Tabebuia rosea* (Bertol) DC.)**

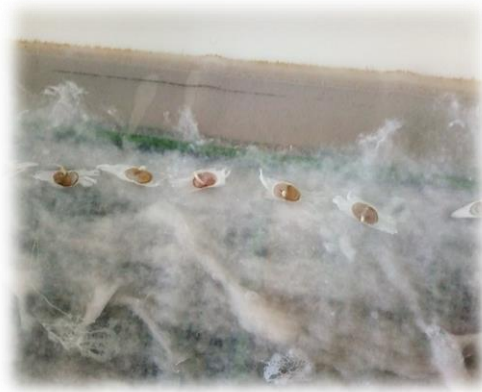
El porcentaje de germinación obtenido en el tratamiento de 6 horas en agua a temperatura ambiente se obtuvo un resultado de 0 % y con 24 horas en agua a temperatura ambiente resultó con un 0 % en el LBC, el documento, (CATIE, 2000), refleja que la especie del Roble sabanero presenta un porcentaje de 70 a 90 %. Este no fue el resultado esperado para este tratamiento ya que ninguno de los dos tratamientos pre – germinativo funcionó en la especie, probablemente esta especie no obtuvo mucha luz para que pudiera germinar esta especie necesita de más luz para su germinación; lo que se podría hacer en este caso es poner a solear las semillas por tres o cuatros horas es to para reducirla humedad, sus semillas son ortodoxas y deben ser almacenadas en bolsas de aluminio o polietileno con un contenido de humedad de 6 a 8 % y a una temperatura de 20°C (CATIE, 2000) (figura 13).



**Figura 13.** Germinación de las semillas de la especie *Tabebuia rosea* (Bertol.) DC a nivel LCB, 2019

#### **5.1.7.- Porcentaje de germinación de la especie Sardinillo (*Tecoma stans* (L.) Juss.)**

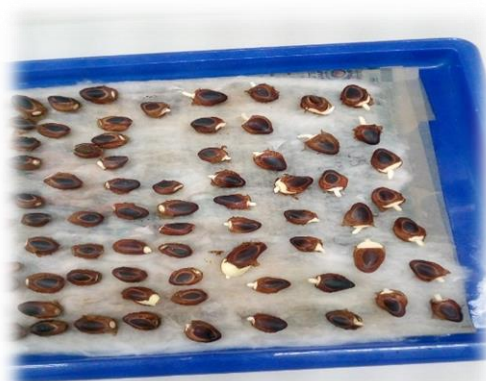
Y según la literatura (CATIE, 2003), la especie Sardinillo presenta con tratamiento pre-germinativo una tasa de germinación de 40 -70 %. Y a nivel de LCB en los tratamientos en agua a temperatura ambiente se obtuvo en 6 horas el 44 % y con 24 horas el 44 %, el Sardinillo tiene una buena germinación (cuadro 7) los días tres y seis presenta una buena germinación en el tratamiento 6 horas de agua a T° ambiente; y en el tratamiento 24 horas de agua a T° ambiente los primeros seis días fueron los mejores (figura 14).



**Figura 14.** Germinación de las semillas de la especie *Tecoma stans* (L.) juss. a nivel LCB, 2019

#### 5.1.8.- Porcentaje de germinación de la especie Guanacaste negro (*Enterolobium cyclocarpum* (Jacq.) Grised.)

La tasa de germinación del Guanacaste negro presenta un resultado del 90 % esto según la literatura y su viabilidad es de once años (CATIE, 2000), la semilla es ortodoxas, por lo que se pueden almacenar bajo condiciones convencionales <10% de humedad y < 4oC en envases herméticos (CATIE 2003). Y los efectos obtenidos a nivel de LCB en el tratamiento con lijado se obtuvieron un 86 % y en agua a punto de ebullición por 3 minutos + 5 minutos de agua fría un 65 %, el resultado en el tratamiento de lijado es excelente (cuadro 7); en el caso de tratamiento agua a punto de ebullición por 3 min + 5 min de agua a T° ambiente fue buena germinación (cuadro 7) y sus días con mejor germinación fueron los primeros cinco (anexo 3) (figura 15).



**Figura 15.** Germinación de las semillas de la especie *Enterolobium cyclocarpum* (Jacq.) Griseb. a nivel LCB, 2019

#### 5.1.9.- Porcentaje de germinación de la especie Carao (*Cassia grandis* L.f.)

La especie Carao presenta con tratamiento pre-germinativo una tasa de germinación de 85 % a 95 % esto según la literatura, la viabilidad es de seis meses y su semilla es ortodoxa (CATIE, 2000). A nivel de LCB en el tratamiento con lijado se obtuvo un 55 % y con tratamiento con corte de tijera un 61%, las semillas presento buena germinación (cuadro 7) los días que obtuvo buena germinación en el tratamiento con lijado fueron tres y quinto (anexo 3) y en el tratamiento con corte de tijera son segundo y quinto día (anexo 3) (figura 16).



**Figura 16.** Germinación de las semillas de la especie *Cassia grandis L. f.* a nivel LCB, 2019

#### **5.1.10.- Porcentaje de germinación de la especie Cortez (*Tabebuia chrysantha (Jacq.) Nichol*)**

El tratamiento en agua a punto de ebullición por 2 minutos + 5 minutos de agua fría da un resultado de 0 % y con tratamiento en agua a punto de ebullición por 1 minuto + 5 minutos de agua fría da un 2 %, todo esto reflejado en el LBC. Según la literatura (CATIE, 2003), la especie Cortez presenta con tratamiento pre - germinativo una tasa de germinación de 60 - 84 %; en contenido de humedad de 7 a 8%, las semillas pueden ser almacenadas en recipientes herméticos a una temperatura de 18°C en cámara de almacenamiento u oficina con aire acondicionado, para conservar su viabilidad durante un año. Teniendo es esta especie una baja germinación (cuadro 7) el tratamiento que se recomienda es agua a temperatura ambiente por 24 horas (figura 17).



**Figura 17.** Germinación de las semillas de la especie *Tabebuia chrysantha (Jacq.) Nichol.* a nivel LCB, 2019.

#### **5.1.11.- Porcentaje de germinación de la especie Genízaro (*Samanea saman* (Jacq.) Merrill)**

Según la literatura (CATIE, 2003), la especie Genízaro presenta con tratamiento pre germinativo una tasa de germinación de 36 % a 50 %, su viabilidad puede mantenerse por varios años bajo condición de < 10 % de humedad y es ortodoxa. A nivel de LCB en el tratamiento en agua a punto de ebullición por 2 minutos + 5 minutos de agua fría un 67 % y con tratamiento en agua a punto de ebullición por 1 minuto + 5 minutos de agua fría un 69 %, teniendo una buena germinación (cuadro 7) siendo los días con más germinación seis y once (anexo 3) (figura 18).



**Figura 18.** Germinación de las semillas de la especie *Samanea saman* (Jacq.) Merrill a nivel LCB, 2019.

#### **5.1.12.- Porcentaje de germinación de la especie Guácimo de ternero (*Guazuma ulmifolia* Lam.)**

Según (CATIE, 2003), la especies Guácimo de ternero presenta con tratamiento pre germinativo una tasa de germinación de 80 %, puede ser almacenada en envases herméticos a 5°C por hasta más de un año y no se conservan bien a temperatura ambiente. El resultado obtenido a nivel de LCB en el tratamiento con agua a punto de ebullición por 2 minuto + 5 minutos en agua fría un 19 % y con tratamiento con agua a punto de ebullición por 1 minuto + 5 minutos con agua fría un 49 %, para el tratamiento de agua a punto de ebullición por 2 minuto + 5 minutos en agua fría baja germinación (cuadro 7) los día once y quince tuvieron mejor germinación, en el

tratamiento de agua a punto de ebullición por 1 min + 5 min de agua a temperatura ambiente tiene buena germinación (cuadro7) los días con más germinación fueron cinco y doce(figura 19).



**Figura 19.** Germinación de las semillas de la especie *Guazuma ulmifolia Lam.* a nivel LCB, 2019.

#### **5.1.13.- Porcentaje de germinación de la especie Madero negro (*Gliricidia sepium (Jacq.) Standl.*)**

Según la literatura (CATIE, 2000), la especie madero negro presenta con tratamiento pre germinativo una tasa de germinación de 90 % su semilla es ortodoxa y su viabilidad de cinco años a 4°C. A nivel de laboratorio de la LCB en el tratamiento con luz un 94 % y con tratamiento sin luz un 100 %, el resultado de esta especie es excelente (cuadro 7); en el tratamiento con luz los mejores día de geminación fueron segundo al cuarto mientras que en el tratamiento sin luz su única germinación fue a los once días (figura 20).





**Figura 20.** Germinación de las semillas de la especie *Gliricidia sepium* (Jacq.) Standl. a nivel LCB, 2019

#### **5.1.14.- Porcentaje de germinación de la especie Laurel negro (*Cordia alliodora* (R. & P.) Oken)**

La tasa de germinación según (CATIE, 2000) la especie Laurel negro presenta un porcentaje de 50 % a 80 %, el almacenamiento es de 5°C de temperatura y de 7 a 10 % de contenido de humedad. A nivel de LCB tasa de germinación el tratamiento con luz un 2 % y con tratamiento sin luz un 0 %, teniendo una baja germinación (cuadro 7) no requiere de un tratamiento pre germinativo (figura 21).



**Figura 21.** Germinación de las semillas de la especie *Cordia alliodora* (R. & P.) Oken a nivel LCB, 2019

#### **5.1.15.- Porcentaje de germinación de la especie Pochote (*Bombacopsis quinata* (jacq.)Dugand)**

Según (CATIE, 2000), la especie Pochote presenta con tratamiento pre - germinativo una tasa de germinación de 70 a 80 % su semilla es ortodoxa y es viable por dieciséis meses es mantenida en bolsas plásticas a temperaturas de 14 a 5°C. El porcentaje de germinación en el LCB en el tratamiento con luz fue de 7 % y sin luz fue de 5 %. En esta especie refleja una baja germinación (cuadro 7) (figura 22).



**Figura 22.** Germinación de las semillas de la especie *Bombacopsis quinata* (jacq.)Dugand a nivel LCB, 2019.

#### **5.1.16.- Porcentaje de germinación de la especie Madroño (*Calycophyllum candidissimum* (vahl) Dc.)**

La especie Madroño presenta con tratamiento pre germinativo una tasa de germinación de 60 – 80 %, su viabilidad es de tres años almacenada a 4°C con un contenido de humedad de 5% y 6 % la semilla es ortodoxa (CATIE, 2003). A nivel de laboratorio de la LCB en el tratamiento con luz se obtuvo un 41% y sin luz un 26 % de germinación, en el tratamiento con luz tiene buena germinación (cuadro 7) siendo los días con mejor germinación ocho y doce (anexo 3); y en el tratamiento sin luz baja germinación (cuadro 7) siendo su una germinación a los dieciocho días (figura 23).



**Figura 23.** Germinación de las semillas de la *Calycophyllum candidissimum* (Vahl) DC. a nivel LCB, 2019

Dando a recalcar que las semillas fueron proporcionadas por INAFOR, posiblemente estas semillas no fueron seleccionadas adecuadamente según su tiempo y esto tuvo consecuencia en el ensayo ya que diez especies forestales tuvieron un porcentaje bajo de 50 % de germinación.

En el cuadro 7, se presenta una estimación de calificación de los porcentajes de germinación, bajos las cuales se pueden ubicar los resultados de las 16 especies sometidas a prueba de germinación.

**Cuadro 7.-** Estimaciones de los rangos de germinación de las semillas de las especies utilizadas.

Rangos de porcentajes de germinación	Criterios de calificación
0 – 40	Poca (Baja germinación)
41 – 69	Buena germinación
70 - 80	Muy Buena
81 - 100	Excelente

### 5.1.17.- Análisis de Varianza para germinación de semillas

Según el cuadro 8, el análisis de varianza (95 %) con una prueba de multicomparación de Tukey (Di Rienzo J.A., Casanoves F., Balzarini M.G., Gonzalez L., Tablada M., Robledo C.W. InfoStat versión 2015) indica que hay significancia estadística; esto quiere decir que los diferentes tratamiento pre - germinativos tienen efectos significativos en los procesos germinativos de las semillas de las diferentes especies forestales, revela en sí que hay mejor germinación por tratamientos y el mejor de estos, es el tratamiento de lijado de la semilla y el que tuvo menor germinación es el tratamiento nueve en agua caliente por 2 minutos + 5 minutos en agua a temperatura ambiente (anexo 6). Mientras que por especie sobresale el Madero negro y el mínimo es Roble sabanero (anexo 6).

**Cuadro 8:** Análisis de varianza aplicado en la germinación de semillas a 16 especies forestales a nivel de laboratorio, 2019.

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	F	P > 0.05
Modelo	34372.46	21	1636.78	9.62	0.004
Tratamiento	5883.42	11	534.86	3.14	0.0409
Especie	28489.04	10	2848.90	16.75	0.0001
Error	1701.04	10	170.10		
Total	36073.50	31			

### 5.2.- Valor de la germinación

El valor de la germinación es un parámetro que está ligado a la velocidad de germinación que está influenciada por los tratamientos pre germinativos aplicados a las semillas.

García y Lasa (1991) citan a Anón 1976, citado por Suarez S, Mendoza O. (2013), al decir que el valor de la germinación también puede ser una medida del porcentaje de germinación que podría ser estimado por un primer conteo en un ensayo de germinación (velocidad de germinación) y es uno de los primeros conceptos de vigorosidad de semilla, usado como una medida complementaria del valor de campo de la semilla.

Con base en los resultados obtenidos a lo largo de este ensayo, se puede afirmar que cuanto mayor sea la energía de germinación de un lote determinado de semillas (aspecto que está directamente relacionado al efecto de determinado tratamiento pre germinativo aplicado), mayor es el valor de la germinación (Suarez S, Mendoza O. 2013).

#### **5.2.1.- Valor de germinación de la especie Gavilán (*Pseudosamanea guachapele* (Kunth) Harms)**

En el tratamiento mecánico con el método de Czabator se obtuvo un resultado de 0.0018 y con Djavanshir & Pourbeik se logró un resultado de 0.068. Siendo el resultado más prometedor con el método de Djavanshir & Pourbeik ya que este resultado está más alejado del 0. Y en el tratamiento de ácido el mejor resultado es con el método de Djavanshir & Pourbeik con 0.047. Con Czabator es de 0.0027, obteniendo la mejor respuesta del tratamiento mecánico ya que se obtuvo el mejor resultado de 0.068 (anexo 5).

#### **5.2.2.- Valor de germinación de la especie Guapinol (*Hymenaea courbaril* L.)**

Con el método de Czabator en el tratamiento Mecánico Czabator es de 0.0002 y es de 0.0000081 con Djavanshir & Pourbeik. Mientras con el tratamiento de ácido por el método de Djavanshir & Pourbeik es de 0.00066 y con Czabator es 0.0000081. El mejor resultado que se obtuvo es de por el método de Czabator con 0.0002, lo que indica que el mejor tratamiento es el Mecánico para esta especie ya que este resultado es el que está más alejado al 0 (anexo 5).

#### **5.2.3.- Valor de germinación de la especie forestal Búcaro (*Erythrina fusca* Lour)**

El valor obtenido por Djavanshir & Pourbeik es 0.0846 y con Czabator es de 0.006 para el tratamiento Mecánico. En el caso del tratamiento con ácido los valores obtenidos es de 0.00026 y 0.0003225, Czabator y Djavanshir & Pourbeik. Siendo así el valor más alejado del 0 es el tratamiento Mecánico con el método de Djavanshir & Pourbeik con 0.0846 (anexo 5).

#### **5.2.4.- Valor de germinación de la especie Espino de playa (*Pithecellobium dulce* (Roxb.) Benth.)**

Según el resultado obtenido por Djavanshir & Pourbeik para el tratamiento de 6 horas en agua a temperatura ambiente que es de 0.0912 y con Czabator 0.0155. Y para el tratamiento de 24 horas en agua a temperatura ambiente el resultado que se obtuvo por Czabator es 0.017 y con Djavanshir & Pourbeik 0.0992. Según con los resultados el mejor tratamiento es el de 24 horas de agua a temperatura ambiente ya que el resultado es el que está más alejado del 0 siendo este de 0.0992 según Djavanshir & Pourbeik (anexo 5).

#### **5.2.5.- Valor de germinación de la especie Quebracho (*Lysiloma divaricatum* (Jacq.) Mac Bride)**

El método de Djavanshir & Pourbeik nos da un resultado de 0.1566 con el tratamiento de 6 horas en agua a temperatura ambiente, con Czabator 0.084. En el tratamiento de 24 horas en agua a temperatura ambiente Djavanshir & Pourbeik nos da un resultado de 0.1189 y con Czabator 0.0532. Siendo así el mejor resultado obtenido es de 0.084 según Czabator con el tratamiento de 6 horas en agua a temperatura ambiente ya que este resultado es el que está más alejado del 0. Según Barone, Duarte, Luna 2016 el valor es de 74, comparado con el resultado obtenido está por debajo de lo expresado en la literatura (anexo 5).

#### **5.2.6.- Valor de germinación de la especie Sardinillo (*Tecoma stans* (L.) Juss.)**

El mejor resultado obtenido es de 0.0054 esto realizado con el método de Czabator y con Djavanshir & Pourbeik 0.029904 en el tratamiento de 24 horas en agua a temperatura ambiente. En el de 6 horas en agua a temperatura ambiente lo que se obtuvo con Djavanshir & Pourbeik 0.01452 y 0.0027 con Czabator (anexo 5).

### **5.2.7.- Valor de germinación de la especie Guanacaste negro (*Enterolobium cyclocarpum* (Jacq.) Grised.)**

El valor obtenido por Czabator en el tratamiento de lijado es de 0.031 y con Djavanshir & Pourbeik es 0.12126. El segundo tratamiento agua caliente por 3 minutos + 5 minutos en agua fría según Czabator 0.0084 y Djavanshir & Pourbeik 0.03315.

El resultado más alejado del 0 es con el tratamiento de lijado con Czabator siendo este de 0.031. Suarez y Mendoza 2014 refleja que el resultado del tratamiento con el método de Czabator de 1.76 y Djavanshir y Pourbeik de 1.63, esto refleja que el resultado obtenido en el ensayo está por debajo expresado en la literatura (anexo 5).

### **5.2.8.- Valor de germinación de la especie Carao (*Cassia grandis* L.f.)**

Con el método de Djavanshir & Pourbeik se obtuvo 0.009515 en el tratamiento con lijado y con Czabator es de 0.006466. Mientras con el tratamiento con corte de tijera según Djavanshir & Pourbeik 0.06432, con Czabator es 0.024. Obteniendo el resultado más alejado del 0 con el método de Czabator en el tratamiento de corte de tijera siendo este de 0.024 (anexo 5).

### **5.2.9.- Valor de germinación de la especie Cortez (*Tabebuia chrysantha* (Jacq.) Nichol)**

El único resultado obtenido es en el tratamiento en agua a punto de ebullición por 1 minuto + 5 minutos en agua fría siendo este de 0.000004 por medio de Czabator y por parte de Djavanshir & Pourbeik lo obtenido es de 0.000004, siendo así este el único tratamiento que resulto en esta especie forestal. El segundo tratamiento no obtuvo ningún resultado (anexo 5).

### **5.2.10.- Valor de germinación de la especie Genízaro (*Samanea saman* (Jacq.) Merrill)**

En el tratamiento en agua a punto de ebullición por 2 minutos + 5 minutos en agua a temperatura ambiente con el método de Djavanshir & Pourbeik es de 0.03819 y con Czabator es 0.0015. Mientras que en el tratamiento en agua a punto de ebullición por 1 minuto + 5 minutos en agua a temperatura ambiente por Djavanshir & Pourbeik 0.03726, mientras con Czabator es de 0.0015.

El mejor tratamiento para esta especie sería el en agua a punto de ebullición por 2 minutos + 5 minutos en agua a temperatura ambiente, esto según Djavanshir & Pourbeik siendo el resultado de 0.03819 el más alejado del 0. En la literatura de Suarez y Mendoza 2014, se expresa el resultado con el método de Cazabator 41 y Djavanshir y Pourbeik de 38, los resultados obtenidos comparados con lo del ensayo está muy por debajo de lo esperado (anexo 5).

#### **5.2.11.- Valor de germinación de la especie Guácimo de ternero (*Guazuma ulmifolia* Lam.)**

Según el resultado obtenido por Czabator en el tratamiento en agua a punto de ebullición por 1 minuto + 5 minutos en agua a temperatura ambiente es de 0.0008 y por Djavanshir & Pourbeik es 0.01247. Con el tratamiento en agua a punto de ebullición por 2 minutos + 5 minutos en agua temperatura ambiente según Czabator es de 0.0001, mientras con Djavanshir & Pourbeik siendo este de 0.00209. Obteniendo así el mejor resultado por medio de Djavanshir & Pourbeik siendo este de 0.0124 en el tratamiento en agua a punto de ebullición por 1 minuto + 5 minutos en agua a temperatura ambiente (anexo 5).

#### **5.2.12.- Valor de germinación de la especie Madero negro (*Gliricidia sepium* (Jacq.) Standl.)**

El mejor resultado obtenido es del tratamiento con luz y según el método de Djavanshir & Pourbeik siendo este de 0.07614 y con Czabator es de 0.0189. Por otra parte en el tratamiento sin luz lo que indica Djavanshir & Pourbeik 0.009, mientras con Czabator es 0.0081. Lo que demuestra que el mejor tratamiento es el con luz siendo este el más alejado al 0 esto según Djavanshir & Pourbeik siendo este de 0.07614 (anexo 5).

#### **5.2.13.- Valor de germinación de la especie Laurel negro (*Cordia alliodora* (R. & P.) Oken)**

En esta especie el único valor obtenidos es en tratamiento con luz siendo estos de 0.000004 y 0.000004 esto según los métodos de Czabator y Djavanshir & Pourbeik. Y en el tratamiento sin luz no se obtuvo ningún resultado ya que las semillas tuvieron un porcentaje bajo de



germinación; siendo así el mejor tratamiento con luz ya que estos tiene igual valor en los dos métodos (anexo 5).

#### **5.1.14.- Valor de germinación de la especie Pochote (*Pachira quinata (jacq.)Dugand*)**

El método de Czabator da un resultado para el tratamiento sin luz de 0.000009 y con Djavanshir & Pourbeik es de 0.000015. En otro caso el tratamiento con luz nos da un resultado esto según Czabator de 0.000024, y con Djavanshir & Pourbeik es de 0.00014.

Siendo así el mejor tratamiento para esta especie con luz ya que Djavanshir & Pourbeik nos da un resultado de 0.00014 y es el que está más alejado del 0 (anexo 5).

#### **5.2.15.- Valor de germinación de la especie Madroño (*Calycophyllum candidissimum (vahl) Dc.*)**

Según el método de Djavanshir & Pourbeik el resultado obtenido en el tratamiento con luz es de 0.00574 y con Czabator es 0.0006. Mientras con el tratamiento sin luz los resultados son 0.0001 y 0.00026 esto según Czabator y Djavanshir & Pourbeik. Obteniendo así que el mejor resultado es del tratamiento es con luz y esto según el método de Djavanshir & Pourbeik siendo este de 0.00574 ya que es el valor más alejado del 0 (anexo 5).

Al consultar la literatura secundaria se demostró que en once especies no se encontró ninguna información del valor de germinación, por lo tanto el Cortez no se obtuvo ninguna información en el tratamiento en agua a punto de ebullición por 2 minutos + 5 minutos en agua a temperatura ambiente. En la especie de roble sabanero no se obtuvo ninguna información de los dos tratamientos aplicados en ellos ya que posiblemente las semillas proporcionadas por INAFOR no fueron seleccionadas adecuadamente.

#### **5.2.17.- Análisis de Varianza para Valor de germinación de semillas con el método de Czabator**

El análisis de varianza (al 95 % de confiabilidad) (cuadro 9), prueba que hay significancia estadística, lo que revela que el mejor valor de germinación obtenido es en el tratamiento lijado de la semilla y el tratamiento tres de 6 horas en agua a temperatura ambiente, el menor

tratamiento diez en agua a punto de ebullición por 1 minuto + 5 minutos en agua a temperatura ambiente y nueve agua a punto de ebullición por 2 minutos + 5 minutos en agua a temperatura ambiente (Anexo 7). Por especie el resultado que más destaco es Quebracho y el menor es Roble sabanero (Anexo 7).

**Cuadro 9:** Análisis de varianza aplicado en valor de germinación de semillas a 16 especies forestales a nivel de laboratorio por el método de Czabator, 2019

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	F	P > 0.05
Modelo	0.01	21	4.5E-04	10.14	0.0003
Tratamiento	3.2E-03	11	2.9E-04	6.51	0.0031
Especie	0.01	10	6.3E-04	14.13	0.0001
Error	4.5E-04	10	4.5E-05		
Total	0.01	31			

#### 5.2.18.- Análisis de Varianza para Valor de germinación de semillas con el método de Djavanshi y Pourbeik

El análisis de varianza refleja que hay significancia (cuadro 10) entre los valores lo que acepta la hipótesis alternativa, demuestra (Anexo 8) que el mejor resultado en tratamientos es el número cinco, lijado de semilla y el bajo es el tratamiento número doce sin luz. En las especies (anexo 8) nos aclara que el mejor es Quebracho y el más deficiente es Roble sabanero.

**Cuadro 10:** Análisis de varianza aplicado en valor de germinación de semillas a 16 especies forestales a nivel de laboratorio por el método de Djavanshi y Pourbeik, 2019

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	F	P > 0.05
Modelo	0.06	21	2.7E-03	6.23	0.0025
Tratamiento	0.03	11	2.3E-03	5.22	0.0072
Especie	0.03	10	3.2E-03	7.36	0.0020
Error	4.4E-03	10	4.4E-04		
Total	0.06	31			

### **5.3.- Energía de la germinación**

La energía de germinación es una medida de la velocidad de la germinación, y por ello se supone que también lo es, del vigor de la semilla y del germen (embrión) que produce. El interés por la energía de germinación se basa en la teoría de que seguramente sólo las semillas que germinan con rapidez y vigor en las condiciones favorables del laboratorio serán capaces de producir plántulas vigorosas en las condiciones que existen sobre el terreno, donde una germinación débil o retrasada suele tener consecuencias fatales (Aldhous, 1972, citado por FAO, 1991).

Según lo reflejado en el documento de la FAO es uno el que establece el periodo prueba. Para poder obtener este cálculo se decidió que se utilizaría el 5<sup>to</sup> día de germinación, ya que en este estudio se está evaluando 16 especies y la mayoría de ellas tuvieron su mayor eclosión de las semillas los primeros cinco días. A excepción de las especies de madero negro en el tratamiento sin luz se realizó a los 11 días; al igual que el laurel negro en el tratamiento con luz para esta misma especie sin luz se realizó a los 10 días al igual que el pochote y madroño; para estas mismas dos especies en el tratamiento sin luz se realizó a los 18 días (FAO, 1991).

#### **5.3.1.- Energía de germinación de los tratamientos de escarificación mecánica y HCl 10% 15 minutos**

En el cuadro 11, se refleja que el mejor tratamiento es la escarificación mecánica, obteniendo que la especie búcaro fue de 39 %, seguido de gavilán de 23 % y luego el guapinol con 11 % de energía de germinación. El tratamiento con HCl, se obtuvo un resultado de 16%, seguido del búcaro de 5 % y Guapinol 2 %.

**Cuadro 11.-** Resumen de la energía de germinación de las especies forestales en tratamiento de escarificación mecánica y HCl 10% 15 minutos, 2019.

<b>Especies</b>	<b>Tratamientos</b>	<b>Porcentaje de energía de germinación</b>
Gavilán	Escarificación mecánica	23
Guapinol		11
Búcaro		39
Gavilán	Escarificación HCl 10% 15 min	16
Guapinol		2
Búcaro		5

**5.3.2.- Energía de germinación de los tratamientos de 6 horas en agua a temperatura ambiente y 24 horas en agua a temperatura ambiente**

El primer tratamiento de 6 horas en agua a temperatura ambiente el quebracho obtuvo un mejor resultado con un 90 %, de energía de germinación, seguida por espino de playa con 72%, sardinillo 36%. En el segundo tratamiento de 24 horas en agua a temperatura ambiente la especie con mejor resultado fue quebracho con un 76%, espino de playa 74% y sardinillo 34%.

Con base a la información se refleja que el mejor tratamiento es el de 6 horas en agua a temperatura ambiente. La especie roble sabanero, no se obtuvo ningún resultado en los dos tratamientos esto puede entenderse que la calidad de la semilla era mala (cuadro 12). En el estudio de Suarez y Mendoza (2014), refleja que el roble sabanero tiene un porcentaje de 0 % lo que muestra que el resultado obtenido está igualado a lo expresado en la literatura.

**Cuadro 12.-** Resumen de la energía de germinación de las especies forestales en tratamiento de 6 horas en agua a temperatura ambiente y 24 horas en agua a temperatura ambiente, 2019.

<b>Especies</b>	<b>Tratamientos</b>	<b>Porcentaje de energía de germinación</b>
Espino de playa	6 horas en agua a T° ambiente	72
Quebracho		90
Roble sabanero		0
Sardinillo		36
Espino de playa	24 horas en agua a T° ambiente	74
Quebracho		76
Roble sabanero		0
Sardinillo		34

**5.3.3.- Energía de germinación de los tratamientos con lijado y agua a punto de ebullición por 3 minutos + 5 minutos en agua a temperatura ambiente**

En el cuadro 13, se indican resultados de Guanacaste negro con un 82% de energía de germinación al quinto día, empleando el tratamiento de lijado y en agua caliente por 3 minutos + 5 minutos en agua a temperatura ambiente obtuvo el 62% en el mismo periodo de tiempo. Suarez y Mendoza (2014), mencionan en su estudio que la energía de germinación lograda para Guanacaste negro fue de 8.75% y 12% al quinto y décimo día.

**Cuadro 13.-** Resumen de la energía de germinación de las especies forestales en tratamiento con lijado y agua a punto de ebullición por 3 minutos + 5 minutos en agua a temperatura ambiente, 2019.

<b>Especie</b>	<b>Tratamientos</b>	<b>Porcentaje de energía de germinación</b>
Guanacaste negro	Tratamiento con lijado	82
Guanacaste negro	Tratamiento agua a punto de ebullición por 3 min + 5 min en agua a temperatura ambiente	62

**5.3.4.- Energía de germinación en tratamiento con lijado y con corte de tijera**

Se observa en el cuadro 14, los porcentajes obtenidos en el tratamiento corte de tijera con un 61% de energía de germinación en comparación con el tratamiento de lijado.

**Cuadro 14.-** Resumen de la energía de germinación de las especies forestales en tratamiento con lijado y con corte de tijera, 2019.

Espece	Tratamientos	Porcentaje energía de germinación
Carao	Tratamiento con lijado	53
Carao	Tratamiento con corte de tijera	61

**5.3.5.- Energía de germinación de los tratamientos en agua a punto de ebullición por 2 minutos + 5 minutos en agua a temperatura ambiente y agua a punto de ebullición por 1 minuto + 5 minutos en agua a temperatura ambiente**

El mejor tratamiento es agua caliente por 2 minutos + 5 minutos en agua a temperatura ambiente, donde el genízaro obtuvo el porcentaje más alto con 29 %, segundo guácimo de ternero 5 %. En el tratamiento en agua a punto de ebullición por 1 minuto + 5 minutos en agua a temperatura ambiente, el genízaro obtuvo un 24 %, seguido de guácimo de ternero con 18 % y cortez 2 %. Según Suarez y Mendoza (2014), la especie de genízaro tiene un resultado de 16 % y 49 %, comparado con lo obtenido en el ensayo es de 29 % y 24 % por lo que está por lo alto de lo expresado cuadro 15.

**Cuadro 15.-** Resumen de la energía de germinación de las especies forestales en tratamientos en agua a punto de ebullición por 2 minutos + 5 minutos en agua a temperatura ambiente y agua a punto de ebullición por 1 minuto + 5 minutos en agua a temperatura ambiente, 2019.

Especies	Tratamientos	Porcentaje de energía de germinación
Cortez	Tratamiento en agua a punto de ebullición por 2 min + 5 min en agua a temperatura ambiente	0
Genízaro		29
Guácimo de ternero		5
Cortez	Tratamiento en agua a punto de ebullición por 1 min + 5 min en agua a temperatura ambiente	2
Genízaro		24
Guácimo de ternero		18

### 5.3.6.- Energía de germinación de los tratamientos con luz y sin luz

La especie de madero negro obtuvo el mejor resultado en los dos tratamientos seguido del madroño, pochote y por último laurel negro. Teniendo en cuenta que la especie de laurel negro obtuvo un resultado de 2 % en el tratamiento con luz y sin luz no obtuvo ninguno quiere decir que la calidad de la semilla es mala cuadro 16.

**Cuadro 16.-** Resumen de la energía de germinación de las especies forestales en tratamiento con luz y sin luz, 2019.

<b>Especies</b>	<b>Tratamientos</b>	<b>Porcentaje de energía de germinación</b>
Madero negro	Tratamiento con luz	88
Laurel negro		2
Pochote		5
Madroño		14
Madero negro	Tratamiento sin luz	100
Laurel negro		0
Pochote		5
Madroño		26

Según lo investigado en literaturas en nueve especies no se encontró información alguna sobre la energía de germinación.

### 5.3.7.- Análisis de Varianza para Energía de Germinación de semillas

Según el (cuadro 17), demuestra que hay significancia estadística por lo tanto se acepta la hipótesis alternativa, dándonos un resultado en los tratamientos del mejor el número cinco, lijado de la semilla y más bajo es el tratamiento número dos, escarificación HCl 10 % 15 minutos (Anexo 9). La mejor especie es Madero negro y la última es Roble sabanero (anexo 9).

**Cuadro 17:** Análisis de varianza aplicado en la Energía de germinación de semillas a 16 especies forestales a nivel de laboratorio, 2019

<b>Fuente de variación</b>	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>Grados de libertad</b>	<b>Cuadrado medio</b>	<b>F</b>	<b>P &gt; 0.05</b>
Modelo	31794.21	21	1514.01	32.10	<0.0001
Tratamiento	10890.71	11	990.06	20.99	<0.0001
Especie	20903.50	10	2090.35	44.32	<0.0001
Error	471.67	10	47.17		
Total	32265.88	31			



## VI.- CONCLUSIONES

- El 56.25 % de las especies presentaron el mayor porcentaje de germinación y el 43.79 % presentaron menor porcentaje de germinación. Con lo anterior se tiene un indicador de las especies con un porcentaje de germinación de buena, muy buena a excelente, las cuales pueden ser utilizadas en las actividades de vivero.
- El valor de la germinación con el método de Czabator las dos especies que se comportaron mejor fueron Quebracho (*Lysiloma divaricatum*) tratamiento de 24 horas
- de agua a temperatura ambiente con 0.0532 y Guanacaste negro (*Enterolobium cyclocarpum*) tratamiento con lijado de 0.031. Con el método de Djavanshir & Pourbeik sobresalieron las especies Quebracho con el tratamiento 6 horas de agua a temperatura ambiente 0.1566 y Espino de playa (*Phithecellium dulce*) en tratamiento 6 horas de agua a temperatura ambiente 0.0912. En energía de germinación, las especies que destacaron fueron: Madero negro (*Gliricidia sepium*) tratamiento sin luz 100 % y Quebracho tratamiento 6 horas de agua a temperatura ambiente con 90 %.
- Basándose en el ANDEVA (95 %) en el programa de Infostat 2015 el mejor tratamiento pre - germinativos que se puede aplicar a las semillas forestales es lijar la semilla y 6 horas de agua a temperatura ambiente. Pero si se toma en cuenta el porcentaje de germinación, los tratamientos sobresalientes son 6 horas de agua a temperatura ambiente, 24 horas de agua a temperatura ambiente, escarificación mecánica y lijado de la semilla.

## VII.- RECOMENDACIONES

- Ejecutar el ensayo con las mismas especies pero con otros proveedores para la evaluación de la calidad de germinación de las semillas.
- En los resultados de porcentaje de germinación se recomienda utilizar los tratamientos que obtuvieron la mejor respuesta de germinación en cada una de las especies.
- Para los resultados bajos obtenidos en el porcentaje de germinación se recomienda utilizar otros tratamientos para obtener mejores resultados en las especies utilizadas.
- En el caso de la especie espino de playa se puede utilizar cualquier de los dos tratamientos tanto las 6 horas de agua a Temperatura ambiente o 24 horas de agua a Temperatura ambiente ya que los dos tienen un porcentaje de germinación igual, para investigaciones futuras en el vivero como tratamiento pre – germinativos.
- Para la especie Sardinillo se puede utilizar cualquiera de los dos tratamientos, tanto las 6 horas, como el de 24 horas en agua a temperatura ambiente, ya que los dos tiene un porcentaje de germinación igual, para investigaciones futuras en el vivero como tratamiento pre – germinativos.

## VIII.- LITERATURA CITADA

- Badii, M; Castillo, J; Rodríguez, M; Wong, A; Villalpando, P. 2007.** Diseños experimentales e investigación científica. San Nicolas, Argentina. 48 p.
- Barone, J.; Duarte, E.; Luna, C. 2016.** Determinación de la eficacia de métodos de evaluación de calidad de semillas de especies forestales nativas de la Selva Atlántica Quebracho - Revista de Ciencias Forestales. Vol. 24, núm. 1-2, diciembre, 2016. Santiago del Estero, Argentina. 70-80 p.
- CATIE, 2000.** Manejo de semillas de 100 especies forestales de América Latina. Turrialba, Costa Rica. 220 p.
- CATIE, 2003.** Arboles de Centroamérica. Turrialba, Costa Rica. 1091 p.
- Di Rienzo J.A., Casanoves F., Balzarini M.G., Gonzalez L., Tablada M., Robledo C.W. InfoStat versión 2015.** InfoStat Group.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, IT). 1991.** Guía para la manipulación de semillas forestales. (en línea). Consultado el 10 enero 2019. Disponible en <http://www.fao.org/DOCREP/006/AD232S/AD232S00.HTM>.
- Gerencia Regional de Agricultura. 2012.** Boletín técnico La Semilla. Gobierno regional La Libertad. Perú. 6 p.
- González Rivas, V. A. 2014.** Comportamiento de dos poblaciones de *Moringa oleifera* (material acriollado y mejorado PKM1) en sus primeras etapas de crecimiento en condiciones de vivero. Tesis ing. Universidad Nacional Agraria. Managua, NI. 40 Pág.
- Pita, J; Pérez, F. 1998.** Germinación de semillas (hoja divulgadora). Madrid, España. 20 p.
- Salgado, J; salgado, M. 2017.** Germinación de la semilla de Marango (*Moringa oleífera Lam.*) a diferentes edades y aplicación de tratamientos pre-germinativos. Ingeniero Forestal e Ingeniero en Sistemas de Protección Agrícola y Forestal. Managua, Nicaragua UNA. 41 p.
- Suárez, S; González, B; Mendoza, O. 2014.** Energía y valor de germinación en las especies arbóreas genízaro (*Phitecellobium saman (Jacq.) Benth.*) y guanacaste negro (*Enterolobium cyclocarpum (Jacq.) Griseb.*). La Calera Vol 14, N° 22. 28-32 p.
- Suárez, S; Mendoza, O. 2013.** Evaluación del comportamiento de Falso roble (*Tabebuia rosea (Bertol.) DC.*), Genízaro (*Phitecellobium saman (Jacq.) Benth.*) y Guanacaste negro (*Enterolobium cyclocarpum (Jacq.) Griseb.*) en ensayo de germinación y sembrados en dos tipos de sustrato orgánico. Managua, Nicaragua UNA. 53 p.

# ANEXOS

**Anexo 1.** Formato de Ensayo de Germinación (Adaptado de FAO, 1991)

Nº de Ensayo: \_\_\_\_\_ Especie: \_\_\_\_\_ Nombre anotador: \_\_\_\_\_

Días		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	Total	
Replicas	A																			
	B																			
	C																			
	D																			
	E																			
Total																				
Promedio																				
%																				

**Anexo 2.** Formato para determinar el valor de la germinación (Mendoza, O; Suárez, S)

Nº de especie: \_\_\_\_\_ Elaborado por: \_\_\_\_\_ Ensayo: \_\_\_\_\_

Días desde la siembra	Porcentaje germinación diario	Porcentaje germinación acumulado	VeGD	VeGD Acumulada	Numero de recuentos (N)	aVeGD/N

**Anexo 3.** Base de datos del ensayo de germinación de 16 especies forestales a nivel de laboratorio

ENSAYO DE GERMINACIÓN DE 16 ESPECIES FORESTALES A NIVEL DE LABORATORIO																															
Especies	Tratamientos	Semillas germinadas																													
		Números de días																													
		L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3
Gavilán	Escarificación mecánica	2				1																									
	Escarificación HCl 10% 15 min	9	3	2	2	0	3	0	2	0	2	4	5	0	0	2	3	1	1	0	0	0	7	1	5	3	*	*	*	*	
Guapinol	Escarificación mecánica	0	0	0	0	0	9	0	0	2	0	2	3	0	0	5	0	0	0	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*		
	Escarificación HCl 10% 15 min	0	0	0	0	1	0	0	0	2	0	6	0	0	1	4	1	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*		
Búcaro	Escarificación mecánica	2	3	5	9	0	2	0	0	3	0	2	2	0	0	2	4	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*		
	Escarificación HCl 10% 15 min	0	0	1	1	1	0	0	9	2	2	0	3	0	0	5	1	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*		
Espino de playa	6 horas de agua a T° ambiente	1	1																												
	24 horas de agua a T° ambiente	2	9	3	2	0	3	0	0	0	1	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*		
Quebracho	6 horas de agua a T° ambiente	1	1																												
	24 horas de agua a T° ambiente	7	3	5	2	0	3	0	0	0	0	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*		
Roble sabanero	6 horas de agua a T° ambiente	2	8	8	5	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*		
	24 horas de agua a T° ambiente.	1	1																												
		9	5	4	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*		
		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	*	*	*	*	*	*	*	*	
		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	*	*	*	*	*	*	*	*	

ENSAYO DE GERMINACIÓN DE 16 ESPECIES FORESTALES A NIVEL DE LABORATORIO

Especies	Tratamientos	Semillas germinadas																													
		Números de días																													
		L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3
Sardinillo	6 horas de agua a T° ambiente	0	0	9	9	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	24 horas de agua a T° ambiente	9	2	6	0	0	2	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Guanacaste negro	Tratamiento con lijado	3	1			3					*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*		
	Tratamiento agua a punto de ebullición por 3 min + 5 min de agua a T° ambiente	0	1			3				1	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*		
Carao	Tratamiento con lijado	0	0	1	0	5	0	0	0	2	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*		
	Tratamiento con corte de tijera	0	6	1	6	3	5	0	0	0	0	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*		
Cortez	Tratamiento de agua a punto de ebullición por 2 min + 5 min de agua a T° ambiente	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	*	*	*	*	*	*	*	*		
	Tratamiento de agua a punto de ebullición por 1 min + 5 min de agua fría	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
Genízaro	Tratamiento de agua a punto de ebullición por 2 min + 5 min de agua a temperatura ambiente	1	2	4	5	1	7	6	0	7	0	3	4	1	0	0	1	4	0	0	1	0	0	0	1	0	*	*	*	*	
	Tratamiento de agua a punto de ebullición por 1 min + 5 min de agua a temperatura ambiente	0	3	4	4	1	3	9	0	5	1	0	2	1	0	0	0	4	2	0	0	2	0	0	0	1	*	*	*	*	
Guácimo de ternero	Tratamiento de agua a punto de ebullición por 2 min + 5 min de agua a temperatura ambiente	0	0	2	0	3	0	0	0	1	1	3	4	0	0	4	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

		ENSAYO DE GERMINACIÓN DE 16 ESPECIES FORESTALES A NIVEL DE LABORATORIO																												
Especies	Tratamientos	Semillas germinadas																												
		Números de días																												
		L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L
1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3
Guácimo de ternero	Tratamiento de agua a punto de ebullición por 1 min + 5 min de agua a temperatura ambiente	3	0	0	0	1	1	0	0	1	0	4	1	0	0	5	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	7	0	0	0
Madero negro	Tratamiento con luz	0	1	1	4								*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	Tratamiento sin luz	*	*	*	*	*	*	*	*	*	0	1	0	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Laurel negro	Tratamiento con luz	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	*	*	*	*
	Tratamiento sin luz	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	0	*	*	*	*	*	*
Pochote	Tratamiento con luz	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
	Tratamiento sin luz	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	5	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Madrño	Tratamiento con luz	0	0	0	0	0	0	1	3	1	0	1	1	0	0	0	0	4	0	0	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
	Tratamiento sin luz	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	2	6	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*



**Anexo 4.** Cuadros de resúmenes del porcentaje de germinación que se realizó en cada uno de los tratamientos

<b>Especies</b>	<b>Tratamientos</b>	<b>Porcentaje de germinación</b>
Gavilán	Escarificación mecánica	72
Guapinol		21
Búcaro		94
Gavilán	Escarificación HCl 10% 15 min	65
Guapinol		15
Búcaro		25

<b>Especies</b>	<b>Tratamientos</b>	<b>Porcentaje de germinación</b>
Espino de playa	6 horas de agua a T° ambiente	80
Quebracho		90
Roble sabanero		0
Sardinillo		44
Espino de playa	24 horas de agua a T° ambiente	80
Quebracho		82
Roble sabanero		0
Sardinillo		44

<b>Especie</b>	<b>Tratamientos</b>	<b>Porcentaje de germinación</b>
Guanacaste negro	Tratamiento con lijado	86
Guanacaste negro	Tratamiento en agua a punto de ebullición por 3 min + 5 min en agua a temperatura ambiente	65

<b>Especie</b>	<b>Tratamientos</b>	<b>Porcentaje de germinación</b>
Carao	Tratamiento con lijado	55
Carao	Tratamiento con corte de tijera	61

<b>Especies</b>	<b>Tratamientos</b>	<b>Porcentaje de germinación</b>
Cortez	Tratamiento de agua a punto de ebullición por 2 min + 5 min de agua a temperatura ambiente	0
Genízaro		67
Guácimo de ternero		19
Cortez	Tratamiento en agua a punto de ebullición por 1 min + 5 min en agua a temperatura ambiente	2
Genízaro		69
Guácimo de ternero		49

<b>Especies</b>	<b>Tratamientos</b>	<b>Porcentaje de germinación</b>
Madero negro	Tratamiento con luz	94
Laurel negro		2
Pochote		7
Madroño		41
Madero negro	Tratamiento sin luz	100
Laurel negro		0
Pochote		5
Madroño		26

**Anexo 5.** Cuadros de resultados valor de germinación con sus dos métodos Czabator y Djavanshir & Pourbeik en cada tratamiento

Especies	Tratamientos	Métodos de valor de germinación	
		Czabator	Djavanshir & Pourbeik
Gavilán	Escarificación mecánica	0.0018	0.068
Guapinol		0.0002	0.00189
Búcaro		0.006	0.0846
Gavilán	Escarificación HCl 10% 15 min	0.0027	0.047
Guapinol		0.0000081	0.00066
Búcaro		0.00026	0.0003225

Especies	Tratamientos	Métodos de valor de germinación	
		Czabator	Djavanshir & Pourbeik
Espino de playa	6 horas de agua a T° ambiente	0.0155	0.0912
Quebracho		0.084	0.1566
Roble sabanero		0	0
Sardinillo		0.0027	0.01452
Espino de playa	24 horas de agua a T° ambiente	0.017	0.0992
Quebracho		0.0532	0.1189
Roble sabanero		0	0
Sardinillo		0.0054	0.029904

Especie	Tratamientos	Métodos de valor de germinación	
		Czabator	Djavanshir & Pourbeik
Guanacaste negro	Tratamiento con lijado	0.031	0.12126
Guanacaste negro	Tratamiento en agua a punto de ebullición por 3 min + 5 min en agua a temperatura ambiente	0.0084	0.03315

Especie	Tratamientos	Métodos de valor de germinación	
		Czabator	Djavanshir & Pourbeik
Carao	Tratamiento con lijado	0.006466	0.009515
Carao	Tratamiento con corte de tijera	0.024	0.06432

Especies	Tratamientos	Métodos de valor de germinación	
		Czabator	Djavanshir & Pourbeik
Cortez	Tratamiento en agua a punto de ebullición por 2 min + 5 min en agua a temperatura ambiente	0	0
Genízaro		0.0015	0.03819
Guácimo de ternero		0.0001	0.00209
Cortez	Tratamiento en agua a punto de ebullición por 1 min + 5 min en agua a temperatura ambiente	0.000004	0.000004
Genízaro		0.0015	0.03726
Guácimo de ternero		0.0008	0.01247

Especies	Tratamientos	Métodos de valor de germinación	
		Czabator	Djavanshir & Pourbeik
Madero negro	Tratamiento con luz	0.0189	0.07614
Laurel negro		0.000004	0.000004
Pochote		0.000024	0.00014
Madroño		0.0006	0.00574
Madero negro	Tratamiento sin luz	0.0081	0.009
Laurel negro		0	0
Pochote		0.000009	0.000015
Madroño		0.0001	0.00026

**Anexo 6.** Análisis de varianza en la suma de cuadrados para el porcentaje de germinación en tratamientos y especies

Tratamiento	Media	g.l	Cuadrado medio del error		
T9	28.67	3	10.65	A	
T12	32.75	4	9.22	A	B
T2	35	3	10.65	A	B
T11	36	4	9.22	A	B
T10	40	3	10.65	A	B
T4	51.5	4	9.22	A	B
T3	53.5	4	9.22	A	B
T7	55	1	18.44	A	B
T8	61	1	18.44	A	B
T1	62.33	3	10.65	A	B
T6	65	1	18.44	A	B
T5	86	1	18.44		B

Especie	Media	g.l	Cuadrado medio del error						
Roble sabanero	0	2	13.04	A					
Cortez	1	2	13.04	A	B				
Laurel negro	1	2	13.04	A	B				
Pochote	6	2	13.04	A	B	C			
Guapinol	18	2	13.04	A	B	C	D		
Madroño	33.5	2	13.04	A	B	C	D	E	
Guácimo de ternero	34	2	13.04	A	B	C	D	E	
Sardinillo	44	2	13.04	A	B	C	D	E	F
Carao	58	2	13.04		B	C	D	E	F
Búcaro	59.5	2	13.04			C	D	E	F
Genízaro	68	2	13.04				D	E	F
Gavilán	68.5	2	13.04				D	E	F
Guanacaste negro	75.5	2	13.04					E	F
Espino de playa	80	2	13.04					E	F
Quebracho	86	2	13.04					E	F
Madero negro	97	2	13.04						

**Anexo 7.** Análisis de varianza en la suma de cuadrados para el valor de germinación con el método de Czabator en tratamientos y especies

<b>Tratamiento</b>	<b>Media</b>	<b>g.l</b>	<b>Cuadrado medio del error</b>		
T9	5.30E-04	3	0.01	A	
T10	7.70E-04	3	0.01	A	
T2	9.90E-04	3	0.01	A	
T12	2.10E-03	4	4.7E-03	A	
T1	2.70E-03	3	0.01	A	
T11	4.90E-03	4	4.7E-03	A	B
T7	0.01	1	0.01	A	B
T6	0.01	1	0.01	A	B
T4	0.02	4	4.7E-03	A	B
T8	0.02	1	0.01	A	B
T3	0.03	4	4.7E-03	A	B
T5	0.03	1	0.01		B

<b>Especie</b>	<b>Media</b>	<b>g.l</b>	<b>Cuadrado medio del error</b>		
Roble sabanero	0	2	0.01	A	
Cortez	2.0E-06	2	0.01	A	
Laurel negro	2.0E-06	2	0.01	A	
Pochote	1.7E-05	2	0.01	A	
Guapinol	1.0E-04	2	0.01	A	
Madroño	3.5E-04	2	0.01	A	
Guácimo de ternero	4.5E-04	2	0.01	A	
Genízaro	1.5E-04	2	0.01	A	
Gavilán	2.2E-03	2	0.01	A	
Búcaro	3.1E-03	2	0.01	A	
Sardinillo	4.0E-03	2	0.01	A	
Madero negro	0.01	2	0.01	A	
Carao	0.02	2	0.01	A	
Espino de playa	0.02	2	0.01	A	
Guanacaste negro	0.02	2	0.01	A	
Quebracho	0.07	2	0.01		B

**Anexo 8.** Análisis de varianza en la suma de cuadrados para el valor de germinación con el método de Djavanshir & Pourbeik en tratamientos y especies

<b>Tratamiento</b>	<b>Media</b>	<b>g.l</b>	<b>Cuadrado medio del error</b>		
T12	2.30E-03	4	0.01	A	
T7	0.01	1	0.03	A	
T9	0.01	3	0.02	A	
T2	0.02	3	0.02	A	
T10	0.02	3	0.02	A	
T11	0.02	4	0.01	A	
T6	0.03	1	0.03	A	B
T1	0.05	3	0.02	A	B
T4	0.06	4	0.01	A	B
T8	0.06	1	0.03	A	B
T3	0.07	4	0.01	A	B
T5	0.12	1	0.03		B

<b>Especie</b>	<b>Media</b>	<b>g.l</b>	<b>Cuadrado medio del error</b>			
Roble sabanero	0	2	0.02	A		
Cortez	2.0E-06	2	0.02	A		
Laurel negro	2.0E-06	2	0.02	A		
Pochote	7.8E-05	2	0.02	A		
Guapinol	1.3E-03	2	0.02	A		
Madroño	3.0E-03	2	0.02	A		
Guácimo de ternero	0.01	2	0.02	A	B	
Sardinillo	0.02	2	0.02	A	B	
Carao	0.04	2	0.02	A	B	
Genízaro	0.04	2	0.02	A	B	
Búcaro	0.04	2	0.02	A	B	
Madero negro	0.04	2	0.02	A	B	
Gavilán	0.06	2	0.02	A	B	C
Guanacaste negro	0.08	2	0.02	A	B	C
Espino de playa	0.1	2	0.02		B	C
Quebracho	0.14	2	0.02			C

**Anexo 9.** Análisis de varianza en la suma de cuadrados para el porcentaje de germinación en tratamientos y especies

<b>Tratamiento</b>	<b>Media</b>	<b>g.l.</b>	<b>Cuadrado Medio del error</b>					
T2	7.67	3	5.61	A				
T9	11.33	3	5.61	A				
T10	14.67	3	5.61	A				
T1	24.33	3	5.61	A	B			
T11	27.25	4	4.86	A	B			
T12	32.75	4	4.86	A	B	C		
T4	46	4	4.86		B	C	D	
T3	49.5	4	4.86		B	C	D	
T7	53	1	9.71		B	C	D	E
T8	61	1	9.71			C	D	E
T6	62	1	9.71				D	E
T5	82	1	9.71					E

<b>Especie</b>	<b>Media</b>	<b>g.l.</b>	<b>Cuadrado medio del error</b>					
Roble sabanero	0	2	6.87	A				
Cortez	1	2	6.87	A				
Laurel negro	1	2	6.87	A				
Pochote	5	2	6.87	A	B			
Guapinol	6.5	2	6.87	A	B			
Guácimo de ternero	11.5	2	6.87	A	B			
Gavilán	19.5	2	6.87	A	B			
Madroño	20	2	6.87	A	B			
Búcaro	22	2	6.87	A	B			
Genízaro	26.5	2	6.87	A	B			
Sardinillo	35	2	6.87		B	C		
Carao	57	2	6.87			C	D	
Guanacaste negro	72	2	6.87				D	E
Espino de playa	73	2	6.87				D	E
Quebracho	83	2	6.87				D	E
Madero negro	94	2	6.87					E