

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**  
**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA FORESTAL**



**“ANÁLISIS DE GERMINACIÓN DE LA SEMILLA  
BOTÁNICA DE ALGARROBO (*Prosopis pallida* Kunth)  
UTILIZANDO CINCO TRATAMIENTOS PRE  
GERMINATIVOS”**

# **T E S I S**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**INGENIERO FORESTAL**

**PRESENTADA POR EL BACHILLER:**

**QUISPE MUÑOZ, JUAN FERNANDO**

**ASESOR:**

**ING. NEHEMÍAS H. SANGAY MARTOS**

**CAJAMARCA – PERÚ**

**2014**



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**  
**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA FORESTAL**  
Cajamarca – Perú - Telef.044-365846

**ACTA DE SUSTENTACION DE TESIS**

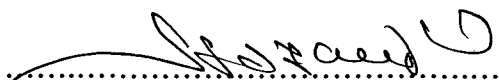
En Cajamarca, a los Ocho días del mes de Mayo del Año dos mil Catorce, se reunieron en el ambiente de: 2C-201 de la Facultad de Ciencias Agrarias, los integrantes del Jurado designados por el Consejo de Facultad de Ciencias Agrarias, según Resolución de Consejo de Facultad N°339-2013-FCA-UNC, de fecha 10/12/13, con el objeto de Evaluar la sustentación de la tesis titulada:, **“ANÁLISIS DE GERMINACION DE LA SEMILLA BOTANICA DE ALGARROBO (*Prosopis pallida* Kunth) UTILIZANDO CINCO TRATAMIENTOS PRE GERMINATIVOS”** la misma que fue sustentada por el Bachiller en Ciencias Forestales: **Sr. JUAN FERNANDO QUISPE MUÑOZ**, para optar el Título Profesional de **INGENIERO FORESTAL**.

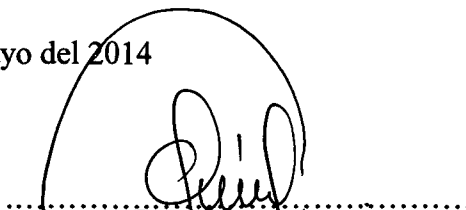
A las Diez horas y Veinte minutos y de acuerdo a lo estipulado en el Reglamento respectivo, el Presidente del Jurado dio por iniciado el acto. Después de la exposición del trabajo, formulación de preguntas y de la deliberación del Jurado el Presidente del Jurado anunció la **APROBACION** por **UNANIMIDAD** con el calificativo de **DIECISEIS ( 16 )**

Por lo tanto, el graduando queda expedito para que se le expida el **Título Profesional** correspondiente.

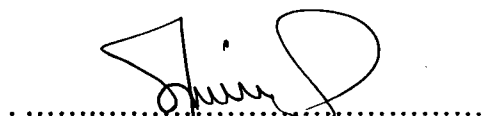
A las Doce horas y Treinta minutos, el Presidente del Jurado dio por concluido el acto.

Cajamarca, 08 de Mayo del 2014

  
.....  
**Ing. Andrés H. Lozano Lozano**  
**PRESIDENTE**

  
.....  
**Ing° Oscar B. Sáenz Narro**  
**SECRETARIO**

  
.....  
**Ing° Luis Dávila Estela**  
**VOCAL**

  
.....  
**Ing° Nehemías H. Sangay Martos**  
**ASESOR**

# **DEDICATORIA**

A mi madre, María Juana  
Muñoz De Quispe, por  
darme su comprensión,  
colaboración, estímulo y  
apoyo en todo momento de  
mi vida.

A mi padre, Segundo Manuel Quispe  
Hinostroza, que siempre estuvo a mi  
lado apoyándome en todos los  
momentos necesarios de mi vida y  
por brindarme toda su confianza y  
enseñanzas.

# **AGRADECIMIENTO**

## **Dejo expresado mi agradecimiento sincero:**

A mi Asesor, Ing. Honorio Sangay Martos, por sus orientaciones, consejos profesionales y reflexiones en todo el proceso de este trabajo de asesorar desde el inicio hasta el fin de la investigación.

A mi amigo, Ing. Oscar Requelme, por brindarme su amistad sincera y colaboración en la elaboración de la tesis.

A los Señores Arturo Alegría Figueroa y Mario Alegría Pastor por su colaboración económica para el desarrollo de la tesis.

A la Srta. Yanina Wong Cotrina por su colaboración en la extracción de semillas de algarrobo (*Prosopis pallida* Kunth).

Al Prof. Ausberto Álvarez Albarrán por brindarme el laboratorio de C.T.A de la I.E "San José" para realizar mis ensayos de germinación.

# CONTENIDO

	Pg.
<b>RESUMEN</b>	10
<b>ABSTRACT</b>	11
<b>I. INTRODUCCIÓN</b>	12
<b>II. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN</b>	13
2.1 Planeamiento del problema	13
2.2 Formulación del problema	13
2.3 Justificación de la investigación	13
2.4 Delimitación de la investigación	14
<b>III. MARCO TEÓRICO</b>	14
3.1 Antecedentes teóricos de la investigación	14
3.2 Bases teóricas	16
<b>IV. HIPÓTESIS DE INVESTIGACIÓN</b>	22
<b>V. OBJETIVOS DE INVESTIGACIÓN</b>	22
5.1 General	22
5.2 Específico	22
<b>VI. DISEÑO DE CONTRASTACIÓN DE LA(S) HIPÓTESIS</b>	22
6.1 Definición operacional de variables	22
6.2 unidad de análisis, universo y muestra	23
6.3 Tipo y descripción del diseño de contrastación	24
6.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos	24
6.5 Técnicas de procesamiento y análisis de los datos	24

<b>VII. MÉTODOS Y MATERIALES</b>	24
7.1 Métodos	24
7.2 Materiales	26
<b>VIII. RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b>	28
8.1 Calidad física de las semillas de algarrobo ( <i>Prosopis pallida</i> k.)	28
8.2 Análisis del ensayo de sustratos	28
8.3 Germinación	30
8.4 Energía germinativa	34
8.5 Valor de Germinación	38
8.6 Análisis estadístico a nivel de laboratorio	40
8.7 Análisis estadístico a nivel de vivero	44
<b>IX. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b>	47
9.1 Conclusiones	47
9.2 Recomendaciones	47
<b>X. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	48

## ÍNDICE DE TABLAS

	Pg.
<b>Tabla 01:</b> Análisis de varianza del diseño completamente al azar.	26
<b>Tabla 02:</b> Análisis de varianza (ANVA) para la variable germinación al 5 % de nivel de significancia en laboratorio.	41
<b>Tabla 03:</b> Análisis de varianza (ANVA) para la variable energía germinativa al 5 % de nivel de significancia en laboratorio.	42
<b>Tabla 04:</b> Análisis de varianza (ANVA) para la variable germinación al 5 % de nivel de significancia en Vivero.	44
<b>Tabla 05:</b> Análisis de varianza (ANVA) para la variable energía germinativa al 5 % de nivel de significancia en vivero.	45

## ÍNDICE DE CUADROS

	Pg.
<b>Cuadro 01:</b> Diseño de contrastación	24
<b>Cuadro 02:</b> Análisis físico de la semillas de algarrobo ( <i>Prosopis pallida</i> Kunth.)	28
<b>Cuadro 03:</b> Porcentaje de germinación de semillas de <i>Prosopis pallida</i> Kunth, realizado en laboratorio	30
<b>Cuadro 04:</b> Porcentaje de germinación de semilla de <i>Prosopis pallida</i> Kunth realizado en vivero	32
<b>Cuadro 05:</b> Resultados de la energía germinativa en laboratorio	34
<b>Cuadro 06:</b> Energía germinativa de semilla de <i>Prosopis pallida</i> Kunth obtenida en vivero	36
<b>Cuadro 07:</b> Valor de la germinación en laboratorio	38
<b>Cuadro 08:</b> Valor de la germinación de semilla de <i>Prosopis pallida</i> Kunth en vivero	39
<b>Cuadro 09:</b> Prueba de Tukey para la variable germinación en laboratorio	42
<b>Cuadro 10:</b> Prueba de Tukey para la variable energía germinativa en laboratorio	43
<b>Cuadro 11:</b> Prueba de Tukey para la variable germinación en vivero	45
<b>Cuadro 12:</b> Prueba de Tukey para la variable energía germinativa en vivero	46



## ÍNDICE DE GRÁFICOS

	Pg.
<b>Gráfico 01:</b> Porcentaje de germinación según sustratos empleados en semillas de <i>Prosopis pallida</i> Kunth.	29
<b>Gráfico 02:</b> Porcentaje de germinación de semillas de <i>Prosopis pallida</i> Kunth según tratamiento.	31
<b>Gráfico 03:</b> Consolidado de los tratamientos con sus respectivos porcentajes de germinación en vivero.	33
<b>Gráfico 04:</b> Comparación de los tratamientos realizados en laboratorio y vivero.	33
<b>Gráfico 05:</b> Curva de la energía germinativa diaria de semillas de <i>Prosopis pallida</i> Kunth en laboratorio según tratamientos.	35
<b>Gráfico 06:</b> Curva de la energía germinativa diaria de semillas de <i>Prosopis pallida</i> Kunth obtenidas en vivero según tratamientos.	37
<b>Gráfico 07:</b> Valor de la germinación según tratamientos realizados en laboratorio	38
<b>Gráfico 08:</b> Valor de la germinación según tratamientos realizados en vivero.	40
<b>Gráfico 09:</b> Comparación del valor de germinación según su lugar de germinación.	40

## **ANEXOS**

**ANEXO 01 :** Evaluación de la germinación diaria de las semillas de algarrobo (*Prosopis pallida* Kunth) por tratamiento y cálculo de los parámetros de germinación a nivel de laboratorio y vivero.

### **LABORATORIO**

Anexo 1.1: Germinación tratamiento T0

Anexo 1.2: Germinación tratamiento T1

Anexo 1.3: Germinación tratamiento T2

Anexo 1.4: Germinación tratamiento T3

Anexo 1.5: Germinación tratamiento T4

Anexo 1.6: Germinación Tratamiento T5

### **VIVERO**

Anexo 1.7: Germinación tratamiento T0

Anexo 1.8: Germinación tratamiento T1

Anexo 1.9: Germinación tratamiento T2

Anexo 1.10: Germinación tratamiento T3

Anexo 1.11: Germinación tratamiento T4

Anexo 1.12: Germinación tratamiento T5

**ANEXO 02:** Porcentaje de germinación en laboratorio y vivero

**ANEXO 03:** Promedio de semillas germinadas en laboratorio y vivero

**ANEXO 04:** Energía germinativa en laboratorio y vivero

**ANEXO 05:** Valor de germinación en laboratorio y vivero

**ANEXO 06:** Análisis estadístico en el programa SAS para la variable germinación a nivel de laboratorio.

**ANEXO 07:** Análisis estadístico en el programa SAS para la variable energía germinativa a nivel de laboratorio.

**ANEXO 08:** Análisis estadístico en el programa SAS para la variable germinación a nivel de vivero.

**ANEXO 09:** Análisis estadístico en el programa SAS para la variable energía germinativa a nivel de vivero.

**ANEXO 10:** Datos climatológicos de Temperatura y Precipitación del periodo 2006 – 2011.

## FOTOS

Foto 01: Vainas de *Prosopis pallida* Kunth

Foto 02: Balanza electrónica

Foto 03: Vainas de *Prosopis pallida* Kunth listas para ser pesadas

Foto 04: Pesado de vaina de *Prosopis pallida* Kunth

Foto 05: Pesando muestra de semillas de *Prosopis pallida* Kunth.

Foto 06: Muestras de semilla de *Prosopis* Kunth

Foto 07: Muestras de Semilla de algarrobo (*Prosopis pallida* Kunth) listas para tratamiento

Foto 08: Soluciones de ácido giberélico (T1) y nitrato de potasio (T2)

Foto 09: Germinación de las semillas de *Prosopis* Kunth en laboratorio

Foto 10: Extracción y conteo de las semillas germinadas

Foto 11: Semillas germinadas del Testigo

Foto 12: Semillas germinadas mediante tratamiento T1 (ácido giberélico 1000 ppm)

Foto 13: Semillas germinadas mediante tratamiento T2 (ácido giberélico 2000 ppm)

Foto 14: Semillas germinadas mediante tratamiento T3 (nitrato de potasio 1000 ppm)

Foto 15: Semillas germinadas mediante tratamiento T3 (nitrato de potasio 2000 ppm)

Foto 16: Semillas de *Prosopis pallida* k. germinadas mediante tratamiento T5 (escarificación mecánica)

Foto 17: Caja almaciguera (vivero)

Foto 18: Semillas de *Prosopis pallida* Kunth germinadas en vivero.

Foto 19: Conteo de semillas germinadas de *Prosopis pallida* Kunth

Foto 20: Extracción de semillas germinadas de *Prosopis pallida* Kunth

Foto 21: Vista aérea del vivero

Foto 22: Germinación en vivero de semilla de *Prosopis pallida* Kunth mediante los diferentes tratamientos

Foto 23: Germinación de semilla de *Prosopis pallida* en vivero T0 (testigo)

Foto 24: Germinación de semilla de *Prosopis pallida* en vivero T1 (Ácido giberélico 1000 ppm)

Foto 25: Germinación de semilla de *Prosopis pallida* en vivero T2 (Ácido giberélico 2000 ppm)

Foto 26: Germinación de semilla de *Prosopis pallida* en vivero T3 (Nitrato de potasio 1000 ppm)

Foto 27: Semillas germinadas de *Prosopis pallida* en vivero T4 (Nitrato de potasio 2000 ppm) y T4 (Escarificación mecánica)

## **RESUMEN**

*El Prosopis pallida* Kunth es una de las especies forestales de gran valor debido a las diversas bondades que ofrece para la reforestación, valioso por su precocidad, tolerancia a la sequía y porque rinde madera; además de dar carbón de muy buena calidad, sus frutos son utilizados como alimento, sus flores en apicultura, sus frutos y sus hojas son utilizadas como forraje para el ganado caprino y vacuno. Con el objetivo de contribuir con los mecanismos de propagación con mayor eficiencia de esta especie se realizaron ensayos de germinación aplicando cinco tratamientos pre germinativos en sus semillas. Estas se colectaron en el Área de Conservación Privada Cañoncillo (ACPC), distrito de San José, provincia de Pacasmayo, Región la Libertad. Las semillas fueron remojadas por 30' para los 5 tratamientos; la siembra y evaluación de las semillas se hizo en placas Petri (utilizando algodón humedecido con agua destilada) y en vivero (arena de río), a temperatura ambiente. Los resultados del análisis físico mostraron un porcentaje de pureza del 91.20 %, contenido de humedad de 12 % y 21 053 semillas por kilogramo. El porcentaje de germinación para el tratamiento mediante escarificación mecánica resultó de 97% en laboratorio y 96% en vivero, con ácido giberélico 87.00% a 1000 ppm y 86.00% a 2000 ppm en laboratorio y en vivero 86.00% a 1000ppm y 85.00% a 2000 ppm, con nitrato de potasio 85.00% a 1000 ppm y 84.50% a 2000 ppm en laboratorio, en vivero 84.50% a 1000 ppm y 84.00% a 2000 ppm, el testigo obtuvo 80.00% en laboratorio y 79% en vivero, el inicio de la germinación fue a partir del tercer día para laboratorio y quinto día para vivero, la energía germinativa más significativa resultó mediante escarificación mecánica logrando el 97.00% en laboratorio y 94.50% en vivero, el valor de germinación (VG) más alto lo obtuvo el tratamiento de escarificación mecánica, logrando 198.93 en laboratorio y 56.83 en vivero, el testigo obtuvo 30.25 de VG en laboratorio y 18.17 de VG en vivero.

**Palabras claves:** Semilla, *Prosopis pallida* Kunth, tratamientos pre germinativos, porcentaje de germinación, energía germinativa, valor de germinación.

## **ABSTRACT**

The *Prosopis pallida* Kunth is a forest species of high value due to the various benefits offered for reforestation, valuable for its earliness, drought tolerance and because it yields timber, in addition to coal of very good quality, its fruits are used as food; flowers in beekeeping; fruit and leaves are used as fodder for goats and cattle. With the aim of contributing to the propagation mechanisms with higher efficiency of this species germination tests were performed using five pre germination treatments in their seeds. These were collected in the Private Conservation Area Cañoncillo (ACPC), San José district of the province of Pacasmayo, Freedom Region. Seeds were soaked for 30' for 5 treatments, planting seeds and evaluation was done in Petri dishes (using cotton swab moistened with distilled water) and nursery (river sand) at room temperature. Results of physical tests showed a percentage of 91.20 % pure, moisture content of 12% and 21,053 seeds per kilogram. The germination percentage for treatment by mechanical scarification was 97% and 96 % laboratory nursery with gibberellin acid 87.00 % to 86.00 % and 1000 ppm to 2000 ppm in laboratory and nursery to 86.00 % and 85.00 % 1000ppm to 2000 ppm, 85.00 % potassium nitrate at 1000 ppm and 2000 ppm to 8450 % in the laboratory, to nursery 84.50 % 84.00 % 1000 ppm and 2000 ppm, the token obtained in laboratory 80.00 % and 79 % in nursery starting germination was from the third and fifth day to day laboratory nursery, the most significant germination energy by mechanical scarification was achieved the 97.00 % and 94.50 % in laboratory nursery, germination value ( GV ) scored the highest treatment mechanical scarification, achieving 56.83 198.93 laboratory and nursery, obtained the witness of 30.25 and 18.17 VG in VG laboratory nursery.

**Keywords** : Seed, *Prosopis pallida* Kunth , pre germination treatments, germination percentage, germination energy, germination value .

## I. INTRODUCCIÓN

Según la FAO (2005), aproximadamente unos 300 millones (75%) de hectáreas de las regiones áridas, semiáridas y del trópico seco de América Latina y el Caribe, están siendo afectados por el proceso de desertificación o degradación de tierras, en el Perú estas áreas se ubican en la costa como en la sierra.

Entre los recursos forestales de las zonas áridas de la Costa sobresale la presencia del algarrobo, cubriendo áreas desérticas y semidesérticas, siendo apreciado y buscados por los diferentes usos que se le da a las hojas, como forraje, las flores en la apicultura, los frutos para la obtención de algarrobina, alcohol, semillas, madera para mangos de herramientas, leña y carbón.

La preservación de los bosques secos de la Costa Norte del Perú, que tiene como su mejor exponente al género *Prosopis*, constituye un imperativo impostergable como única posibilidad viable en la lucha contra la desertificación.

Los bosques de algarrobo (*Prosopis pallida* Kunth) están siendo diezmados, debido a diferentes factores como: la tala indiscriminada, sobre pastoreo y una de sus causas bien notorias es su difícil regeneración por el hecho de que la testa de sus semillas es dura y la escasa precipitación, son algunas de las causas por el cual la germinación es baja a escasa.

El procedimiento que se llevó a cabo en la investigación experimental fue de la siguiente manera: primero se realizó la recolección de frutos (legumbres) de árboles con buenas características fenotípicas, luego se procedió a extraer las semillas, y su respectivo secado al sol. Segundo, se realizó el análisis físico de las semilla para determinar el porcentaje de pureza, el número de semillas por kilogramo y el contenido de humedad; consecutivamente se realizó el ensayo de germinación para determinar el poder germinativo (porcentaje de germinación), energía germinativa y valor de la germinación; seguidamente se evaluó y registró la germinación diariamente en laboratorio y vivero; por último se realizará el análisis mediante el empleo de un software estadístico (Statistic Analyst System - SAS).

La presente investigación tiene como objetivos determinar el tratamiento más eficiente para la germinación en semilla de *Prosopis pallida* Kunth; y calcular el poder germinativo (porcentaje de germinación), energía germinativa y valor de la germinación para el caso.

## II. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

### 2.1. Planteamiento del problema

El reducido número de bosques de *Prosopis pallida* Kunth, debido a la presencia de factores limitantes como escasa precipitación, tala indiscriminada, el sobrepastoreo hacen que esta especie no se regenere fácilmente y más aun a que su semilla posee cubiertas duras que retrasan la germinación rápida y uniforme. Debido a la baja tasa de germinación, se cuenta con un reducido número de individuos en cada población de *Prosopis pallida*.

La necesidad de propagación de *Prosopis pallida* para recuperar e incrementar áreas de bosque, reducir las áreas desérticas, realizar proyectos de forestación y reforestación con esta especie se ve limitada debido a las características constitutivas de la semilla que hacen que tenga una propagación lenta y difícil. Es una de las razones que motiva la presente investigación para realizar el análisis germinativo de la semilla botánica de esta especie empleando diversos tratamientos pre germinativos.

### 2.2. Formulación del problema

¿Cuáles son los factores ambientales que limitan la germinación de las semillas de *Prosopis pallida* Kunth?

¿Existen diferencias en la germinación de semillas con tratamiento pre germinativo en comparación con otras que no se le dio previo tratamiento?

¿Qué tratamiento pre germinativo es el más eficiente en la germinación de semilla botánica de algarrobo (*Prosopis pallida* Kunth)?

### 2.3. Justificación de la investigación

El *Prosopis pallida* Kunth, es una especie que brinda un aporte económico a las poblaciones rurales de la región costera, debido a las múltiples bondades que presenta esta especie: las hojas, como forraje; las flores en la apicultura; los frutos en la obtención de la algarroba, café y alcohol; semillas y madera para mangos de herramientas, leña y carbón. Por eso se considera importante realizar esta investigación para recuperar y conservar esta especie.

Debido a la ascendente devastación de los bosques y la difícil germinación natural del *Prosopis pallida* Kunth es necesario realizar la investigación en análisis de semillas (tratamientos pre germinativos) para reponer estas áreas degradadas, mantener los bosques y ayudar al manejo de la regeneración de esta especie, contribuyendo a los programas de forestación y reforestación.

La investigación fue realizada para determinar el tratamiento pre germinativo más idóneo para la obtención de plántones en proyectos de forestación y reforestación.

#### **2.4. Delimitación de la Investigación.**

En laboratorio se evaluó desde la aplicación del tratamiento pre germinativo hasta que la radícula se muestre visible y en vivero hasta la emergencia del hipocótilo junto con los cotiledones sobre el sustrato.

En lo que concierne al tiempo, la investigación se llevó a cabo durante el transcurso de los meses de octubre del 2011 hasta el mes de Marzo del 2012.

La investigación fue realizada para el Área de Conservación Privada Cañoncillo, ubicada en el Distrito de San José, Provincia de Pacasmayo, Región la Libertad - Perú.

Los ensayos fueron realizados en el laboratorio de Ciencia Tecnología y Ambiente de la Institución Educativa San José.

### **III. MARCO TEÓRICO**

#### **3.1. ANTECEDENTES TEÓRICOS DE LA INVESTIGACIÓN**

En siembra de algarrobo, en campo definitivo se ha experimentado el uso de plásticos, cubriendo los hoyos después de colocada las semillas, se obtuvo el resultado siguiente: de 150 hoyos con plástico: 95 % de germinación y de 150 hoyos sin plástico se logró el 75% de germinación. El plástico fue colocado inmediatamente después de sembradas las semillas, cada hoyo recibió 10 kg de materia orgánica lo que originó la elevación de temperatura (Calderón 1988).

En un experimento realizado en la Universidad Nacional Agraria la Molina, utilizando semillas de *Prosopis juliflora*, se ensayaron los tratamientos siguientes: Vidrio molido, ácido sulfúrico en diez, veinte y treinta minutos de duración; remojo



en agua fría por veinticuatro, cuarentiocho y setentidos horas, semillas después de haber pasado por el tracto digestivo de caprinos, más un testigo; empleándose 100 semillas por tratamiento. Los resultados mostraron al tratamiento del vidrio molido como el mejor, con 80 a 95% de germinación sobre los otros tratamientos. Las pruebas de semillas tratadas con ácido sulfúrico y las tratadas por el jugo digestivo, ocuparon el segundo lugar, quedando en último término el tratamiento testigo (Frías 1980).

Tapia (2007), determinó la germinación de semilla botánica de *Cinchona officinales* L., logrando el 88.67% y 83.33% respectivamente a 1000 y 2000 ppm con ácido giberélico (AG<sub>3</sub>), con nitrato de potasio (KNO<sub>3</sub>) a una concentración de 1000 y 2000 ppm obtuvo una germinación del 82.00% y 82.67%, respectivamente.

Besnier (1989), indica que para romper el letargo con giberalina, el sustrato se debe humedecer con una solución al 0.05% de ácido giberélico (GA<sub>3</sub>), si el letargo es débil, y hasta una solución al 0.02% y si es fuerte se precisa una solución al 0.1%. Cuando se encuentra una alta proporción de semillas sin germinar como sucede con las frívolas, se hace un segundo ensayo introduciendo el sustrato y las semillas en un sobre sellado de polietileno en que tenga el tamaño junto para contener el material.

Hartmann y Kester (1987), mencionan que muchas semillas recién cosechadas y en el letargo germinan mejor después de remojarlas en una solución de nitrato de potasio. Las semillas se colocan en charolas de germinación o en cajas petri y el sustrato se humedece con solución de nitrato de potasio al 0.2%.

Orozco (2010), realizó un estudio con el fin de evaluar la efectividad de tres métodos de escarificación: mecánico, físico y químico sobre la germinación de semillas de algarrobo (*Hymenaea courbaril* L.). Se tomaron 20 semillas por cada tratamiento. Una vez aplicados los respectivos tratamientos en cada uno de los métodos evaluados, las semillas fueron puestas en recipientes plásticos con tierra y llevadas posteriormente al invernadero de la Universidad del Quindío. Un mes después se tomaron datos de porcentajes de semillas germinadas, no germinadas y muertas, encontrando que dentro de los métodos empleados, el químico mostró mejores resultados, y dentro de los tratamientos el más eficaz fue el de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>.

## 3.2. BASES TEÓRICAS

### 3.2.1 CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA Y DESCRIPCIÓN BOTÁNICA

#### CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA

Reino : Plantae

División : Fanerógama

Clase : Dicotiledónea

Orden : Fabales

Familia : Leguminosae

Género : *Prosopis*

Especie : *Prosopis pallida* Kunth

Variedad: *Pallida*

Nombre común: "Algarrobo", "Huarango", "Guarango", "Mesquite"

#### DESCRIPCIÓN BOTÁNICA

Es un árbol de hasta 18 m de alto, o arbusto de 3 a 4 m; con tronco de 40 a 80 cm de diámetro; que a edad avanzada puede tener hasta 2 m; las ramas más gruesas se bifurcan desde los 10 cm sobre el suelo hasta 150 cm, presenta espinas divaricadas, una sola en cada nudo de 1 a 4 cm de longitud. A veces hay ramas con espinas y sin ellas en la misma planta, las hojas son bipinnadas y alternas cuando son jóvenes (Sánchez 1998).

En el Norte del Perú los árboles tienen ramas con espinas y sin ellas en la misma planta. Los ejemplares de *P. pallida* se pueden reconocer con cierta facilidad, por tener sus hojas apariencia encrespada, lo que ha determinado que los pobladores de algunos lugares le llamen "Algarrobo sambito" (Ferreyra 1987).

### 3.2.2 BIOECOLOGÍA

Esta especie requiere clima templado con tendencia a cálido. Las temperaturas inferiores a 5° C originan la muerte del árbol, pero en verano tolera más de 45°C. No acepta cambios bruscos de temperatura, tampoco inundaciones permanentes. Por esta razón en el Perú en 1983, las áreas afectadas por el

fenómeno de “El Niño” sufrieron la pérdida de extensiones considerables de bosques de algarrobos, (Celis 1995).

En el hábitat natural de esta especie, la evaporación es muy fuerte, llegando a un máximo de 114 mm/mes y las precipitaciones sólo se producen en verano con un promedio de 100 mm, ocho horas diarias de sol y con vientos que alcanzan una velocidad de 17 km/h (Celis 1995)

En la región de Lambayeque, las características climatológicas son: temperatura media máxima 24,6°C, media mínima de 22,4°C y precipitación media anual de 222,7 mm. Los suelos donde viven los algarrobos son tipo franco-arenoso y arcillo-arenoso, el pH es neutro. La topografía es plano-ondulada a pedregosa, en la falda de contrafuertes andinos. En Ica donde los algarrobos también cubren extensas áreas, los suelos corresponden a una textura arenoso-arcillosa, (Celis 1995)

Vilela (1985) indica que donde los algarrobos se desarrollan bien en Piura, los suelos corresponden a una textura arenosa-alcalina. En Sechura, los suelos han sido formados por acumulación eólica, con capas calcáreas y fragmentos de conchas de moluscos marinos, Carecen de un perfil desarrollado, son suelos de textura arenosa-franco-arenosa, pH 8.10 a 8.20 de alcalino a muy alcalino.

La fructificación se produce durante los meses de octubre a abril y durante este tiempo, las condiciones climáticas de temperatura media oscilan entre 20,5°C y 29°C; la humedad relativa es de 76,3 a 83% (FAO 1997).

Según el Ministerio de Agricultura del Perú (2005), en la costa Norte hay bosques homogéneos de *Prosopis pallida* que pasan las 100.000 has, y representan una buena alternativa para desarrollar programas de alto contenido social y económico para el poblador rural. Se calcula que 20.000 has anuales se van perdiendo, debido a la tala sin control; esto determina áreas dispersas más pobres y desertificaciones.

### **3.2.3 ORIGEN Y DISTRIBUCIÓN**

Nativa de la Costa Norte de Perú, Ecuador y Colombia, ha sido naturalizada en Puerto Rico y en la isla Molokai (Hawaii). Ha sido introducida como cultivo en el nordeste de Brasil, India y Australia.

En base a los herbarios revisados de las universidades San Marcos, Trujillo, Pedro Ruiz Gallo, la especie está presente en los valles de Tacna, Arequipa, Nazca, Ica, Casma, Viru, Moche, Chicama, Jequetepeque, Chaman, Zaña, Chancay, La Leche, Olmos, Piura, Chira, Fernández, Bocapán, Tumbes, Zarumilla. Se aprecia que en el valle Jequetepeque, en la costa, se encuentra el mayor número de algarrobos. Pueden estar dispersos en las dunas altas, como las que rodean a la ciudad de San Pedro de Lloc, en Pacasmayo, formando pequeños montes. En este valle los algarrobos llegan hasta la ciudad de Chilette (Celis 1995).

#### **3.2.4 USOS**

Como especie para la reforestación, es valioso por su precocidad, tolerancia a la sequía y porque rinde madera dura, además de dar carbón de muy buena calidad. Sus frutos son utilizados como alimento, sus flores en apicultura, sus hojas son utilizadas como forraje para el ganado caprino y vacuno (Vasconcelos 1985).

#### **3.2.5 SILVICULTURA Y MANEJO**

Para la multiplicación vegetativa se han utilizado estacas de *P. pallida* del tercio inferior, medio y superior de la copa, habiendo sido tratadas con los reguladores de crecimiento ácido indol butírico y ácido indol acético; después de 12 semanas de tiempo evaluado, se obtuvieron los siguientes resultados: las estacas del tercio medio tuvieron el mejor enraizamiento; seguidas de las estacas del tercio superior. El regulador ácido indol butírico tuvo mayor influencia en abundancia de enraizamiento, la concentración de 50 ppm fue la más efectiva (Cáceres 1983).

Para la multiplicación por semillas como para todas las especies se requiere escarificación. El método más simple consiste en pasar una lija sobre las semillas, lijando el extremo de la semilla hasta que se vea el cotiledón. Este

método no es práctico en caso de grandes cantidades de semillas. Si se requieren en mayor número es conveniente batirlas con arena o hacer presión contra las semillas sobre una tabla abrasiva. En Lambayeque, Perú, es común la escarificación utilizando vidrio molido en el interior de un cilindro, donde se agregan las semillas, luego se produce un movimiento rotatorio por el tiempo de 1 a 2 horas y así se produce la escarificación (Vilela 1988).

### 3.2.6 DEFINICIONES RELACIONADAS CON LA GERMINACIÓN DE SEMILLAS

Germinación. Trujillo (1996), sostiene que la germinación es una secuencia de eventos influenciada directamente por varios internos y exteriores que interactúan permanentemente.

Hartmann y Kester (1987), sostiene que la iniciación de la germinación requiere que se lleven tres condiciones, primera la semilla debe ser viable, segunda la semilla no debe estar en letargo, tercera la semilla debe estar expuesta a Condiciones ambientales apropiadas.

Giberelinas. Según Bidwell (1993), existe una sustancia promotora para cesar el letargo causado por el ácido abscísico (ABA), sugiriendo que existe una sustancia antagónica, siendo esta el ácido giberélico (GA3).

Nitrato de potasio. Besnier (1989), indica que para romper el letargo de las semillas se realiza humedeciendo el sustrato hasta la saturación con solución de nitrato de potasio a 0.02% (para humedecer se emplea agua).

Poder germinativo. Es la reanudación de las actividades de crecimiento del embrión, suspendidas o disminuidas al momento de alcanzar la semilla su madurez fisiológica (Peretti 1994).

Siembra de leguminosas. Cuando se siembra en campo directo las semillas, se reduce el número efectivo de las que germinan por hectárea, así que los tratamientos de las semillas duras con agua caliente, ácido y escarificación mecánica son necesarios para ablandar las cubiertas de las semillas hacerlas permeables al agua y facilitar el proceso de germinación (Seminario Internacional cobertura de leguminosas en cultivos Permanentes 1998).

Viabilidad de semillas. Está representada por el porcentaje de germinación, el cual expresa el número de plantas que puede producir una cantidad de semilla. Rodríguez y Nieto (1999), sostienen que la viabilidad es la fracción de semillas que están vivas, aquellas en las que se dan los procesos metabólicos aunque en forma lenta algunas veces la viabilidad se emplea como sinónimo de vigor para germinar y continuar el desarrollo.

Poder germinativo (Expresado en % de Germinación).

Es la germinación total obtenida al final del proceso de germinación expresada en porcentaje. Se calcula mediante la siguiente fórmula, (William 1998):

$$\% \text{ de Germinación} = \left[ \frac{\text{N}^\circ \text{ de semillas germinadas}}{\text{N}^\circ \text{ de semillas sembradas}} \right] \times 100$$

Energía germinativa (EG%):

William (1998) indica que la E.G es una medida de la velocidad de la germinación y por ello equivale al vigor de la semilla. Se relaciona con el porcentaje de semillas que germinan hasta llegar un momento máximo de germinación, y se determina con el % acumulado de semillas hasta el día en que se produce el valor máximo. Se calcula mediante la fórmula.

$$EG\% = \sum \frac{\text{semillas germinadas}}{\text{Semillas puestas a germinar}} \times 100$$

Valor de germinación (VG): Tiene por finalidad combinar en una sola cifra una expresión de la germinación total al término del periodo del ensayo y una expresión de la energía o velocidad de germinación, puede por lo tanto calcularse mediante la fórmula siguiente (Trujillo 1996):

$$\text{Valor de germinación (VG)} = \text{GDM (final)} \times \text{VM}$$

Valor máximo (VM): Es la germinación diaria media máxima (porcentaje acumulado de germinación dividido por el número de días transcurridos

desde la fecha de siembra) que se le alcanza en cualquier momento del periodo del ensayo y está relacionada con la velocidad de germinación y por lo tanto con la Energía Germinativa (Trujillo 1996).

Germinación media diaria final (GDM): Que se calcula con el porcentaje acumulado de semillas al final del ensayo, dividido por el número de días que transcurren desde la siembra hasta el término del ensayo (Trujillo 1996).

### 3.2.7 TRATAMIENTOS PRAGERMINATIVOS

Son tratamientos usados para romper la dormición o latencia de las semillas, disminuir el tiempo de germinación y homogeneizarlo buscando producir la mayor cantidad de plantas. Peretti (1994), sostiene que las semillas de determinadas especies son potencialmente viables, pero no germinan con rapidez al colocarlas en condiciones favorables, pues se encuentran en estado de dormición el cual desaparece naturalmente con el tiempo.

Para ello se puede aplicar algunos tratamientos (Peretti 1994):

#### A. Tratamientos para romper la dormición fisiológica.

- **pre secado:** implica someter las semillas a una temperatura alta, pero no superior a los 35-40 °C, durante un periodo de 2 a 7 días, antes de ponerlas a germinar
- **Aplicación de nitrato potásico:** En este tratamiento el sustrato se humedece hasta estar completamente saturado con una solución de nitrato de potasio KNO<sub>3</sub> al 0.2% (2 g de KNO<sub>3</sub>, disueltos en un litro de agua) y luego se colocan en esta solución las semillas, a condiciones de germinación; de allí para mantener la humedad sólo se empleará agua.
- **Aplicación de ácido giberélico:** Este tratamiento consiste en humedecer el sustrato con una solución de AG3 de 500 partes por millón (500 mg disueltos en un litro de agua) durante 5 minutos antes de colocar los granos bajo condiciones de germinación.

#### B. Tratamiento para remover la dureza de las capas seminales.

- **Escarificación mecánica:** Este tratamiento persigue lesionar la pared de la semilla por abrasión, corte, pinchando o perforando. Debe

tenerse cuidado para no dañar el embrión, se recomienda para ello actuar en la región de la pared correspondiente al extremo de los cotiledones.

### **3.2.8 TAMAÑO DE LA MUESTRA**

Para la realización del ensayo de germinación, se toman cuatro sub muestras de 100 semillas cada una y luego se colocan a germinar en las placas petri, previamente preparadas con algodón humedecido con agua destilada como sustrato. Si no hay 400 semillas se debe reducir el número de semillas por repetición, no el número de repeticiones (Manual técnico de plantaciones forestales 2002). (Consultado el 25 de setiembre del 2011 en certificación física de la semilla, disponible en: <http://www.pnuma.org/manualtecnico/pdf/78-84.pdf> ).

## **IV. HIPOTESIS DE INVESTIGACIÓN**

“Utilizando tratamientos pre germinativos en las semillas de *Prosopis pallida* Kunth su germinación será mayor, más rápida y uniforme”.

## **V. OBJETIVOS DE INVESTIGACIÓN**

### **5.1 General**

Determinar el tratamiento pre germinativo más adecuado para la germinación de semillas de *Prosopis pallida* Kunth.

### **5.2 Específicos**

- Determinar el poder germinativo (porcentaje de germinación)
- Determinar la energía germinativa
- Determinar el valor de germinación

## **VI. DISEÑO DE CONTRASTACIÓN DE LA HIPÓTESIS**

### **6.1 Definición operacional de variables**

#### **6.1.1 Variables dependientes**



- a. **Porcentaje de Germinación (%G).** Es la germinación total obtenido al final del proceso de germinación, se obtiene mediante la toma de datos diarios a partir del momento en el cual geminó la primera semilla. Se considera plántula germinada cuando la radícula se muestra visible.
- b. **Porcentaje de Emergencia (%E).** Es la emergencia total obtenida al final del proceso de germinación, se obtiene mediante la toma de datos diarios a partir del momento en el cual emerge la primera plántula. Se considera emergente a la plántula cuando el hipocótilo junto con los cotiledones emergen sobre el sustrato.
- c. **Porcentaje de semilla no germinada.** Se obtuvo al final, cuando las semillas dejaron de germinar.

### 6.1.2 variables independientes

- Temperatura
- Humedad

### 6.2 Unidad de análisis, universo y muestra

El universo estará representada por el Bosque de *Prosopis pallida* Kunth del Área de conservación privada de “El Cañoncillo”, la muestra estuvo representada por 1200 semillas; la unidad de análisis estuvo compuesta por 50 semillas, distribuidas en 5 tratamientos con 4 repeticiones por cada uno.

Las Normas Internacionales para los Ensayos de Semillas (ISTA 1976) recomiendan para los ensayos de germinación una temperatura de 30°C durante 16 horas (de día) y de 20°C durante 8 horas (de noche). Estas normas también especifican la exposición de las semillas a la luz durante las pruebas. Las muestras de semillas deben ser bastante grandes para asegurar que por lo menos algunas de ellas germinen. Para las especies arbóreas del género *Prosopis* se sugieren entre 200 y 500 semillas por prueba.

### 6.3 Tipo y descripción del diseño de contrastación

Utilizando Tratamientos pre germinativos en las semillas de *Prosopis pallida* Kunth su germinación será mayor, más rápida y uniforme.

**Cuadro 01:** Diseño de contrastación

VARIABLE	DEFINICIÓN	INDICADORES
Porcentaje de germinación	Número de semillas germinadas del total puestas a germinar en el ensayo de germinación.	- Número de semillas germinadas - Número de semillas vanas
Porcentaje de emergencia	Número de semillas emergidas del total puestas a germinar en el ensayo de germinación.	- Número de semillas germinadas - Número de semillas vanas
Porcentaje de semilla no germinada	Numero de semillas no germinadas en el ensayo de germinación.	- Número de semillas anormales. - Número de semillas Durmientes - Número de semillas Enfermas - Número de semillas vanas

#### 6.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

La recolección de datos se realizó mediante registros, formatos e imágenes fotográficas.

- Hojas de registro: Se utilizó para las anotaciones diarias de aparición de la radícula en laboratorio y emergencia del hipocótilo en vivero.
- Imágenes fotográficas: utilizado para plasmar las imágenes reales existentes en lugar donde se llevó a cabo el control diario de los diferentes tratamientos que se da en dicha investigación.

#### 6.5 Técnicas de procesamiento y análisis de los datos

**6.5.1 Procesamiento:** Se realizará de forma manual y por computadora, utilizando el programa The SAS system para una variable de germinación.

**6.5.2 Análisis de datos:** Se utilizó la técnica de Análisis de Varianza del Diseño Completamente al Azar.

## VII.- MÉTODOS Y MATERIALES

## **7.1. Métodos**

### **7.1.1. Tipo de Investigación**

La investigación es del tipo experimental.

### **7.1.2. Ubicación del trabajo de investigación**

El trabajo de investigación se llevó a cabo en Distrito de San José, Provincia de Pacasmayo, Departamento de la Libertad – Perú, en las siguientes instalaciones:

#### **Laboratorio y vivero**

Ubicados en la I.E San José, a una altitud de 111 msnm, cuyas coordenadas geográficas son: 07° 20' 57.2" de Latitud Sur, y 79° 27' 30.0" de Longitud Oeste, del Distrito de San José.

**Clima:** Tiene un clima cálido a templado, acogedor y excelente para la salud, con precipitaciones temporales debido a las corrientes marinas, de Humboldt y del Niño. La temperatura promedio oscila entre los 20°C y 27 °C y en verano (enero a marzo) y supera los 13 °C en invierno, los demás meses, hasta diciembre se registran temperaturas entre los 13 °C a los 16 °C. Entre junio y septiembre, sus campiñas son humedecidas por leves garúas y se registra una temperatura mínima de 15 °C.

### **7.1.3. Diseño experimental**

El Diseño experimental es del tipo Diseño Completamente al Azar (DCA), con cinco tratamientos y un testigo, con cuatro repeticiones cada uno.

#### **a. Tratamientos en estudio:**

T0= Testigo (Remojo en agua destilada)

T1= Ácido Giberélico (AG<sub>3</sub>) a 1000 ppm

T2= Ácido Giberélico (AG<sub>3</sub>) a 2000 ppm

T3= Nitrato de Potasio (KNO<sub>3</sub>) a 1000 ppm

T4= Nitrato de Potasio (KNO<sub>3</sub>) a 2000 ppm

T5= Escarificación mecánica (vidrio molido)

#### **b. Croquis experimental**

R1	
T1	T0
T2	T4
T3	T5

R2	
T0	T5
T3	T4
T1	T2

R3	
T2	T5
T1	T4
T0	T3

R4	
T4	T0
T3	T2
T1	T5

**Tabla 01:** Análisis de Varianza del Diseño Completamente al Azar

FUENTES DE VARIACIÓN(F.V)	GRADOS DE LIBERTAD (G.L)	SUMA DE CUADRADOS (S.C)	CUADRADOS MEDIOS (C.M)	F <sub>0</sub>
TRATAMIENTOS	(t-1)	$\sum_{i=1}^t n_i (\bar{Y}_i - \bar{Y}_{..})^2$	$\frac{S.C.TRAT.}{t-1}$	$\frac{C.M.TRAT}{C.M.ERROR}$
ERROR	$\sum_{i=1}^t n_i - t$	$\sum_{i=1}^t \sum_{j=1}^{n_j} (Y_{ij} - \bar{Y}_i)^2$	$\frac{S.C.ERROR}{\sum_{i=1}^t n_i - t} = \sigma^2$	
TOTAL	$\sum_{i=1}^t n_i - 1$	$\sum_{i=1}^t \sum_{j=1}^{n_j} (Y_{ij} - \bar{Y}_{..})^2$		

## 7.2. Materiales

### 7.2.1 Material experimental:

- Semilla botánica de *Prosopis pallida* Kunth
- Ácido Giberélico (GA<sub>3</sub>)
- Nitrato de Potasio (KNO<sub>3</sub>)
- Vidrio molido
- Agua destilada
- Tubos de ensayo
- Matraz erlenmeyer
- Cajas Petri
- Algodón
- Pinzas
- Espátula
- Lupa
- Balanza electrónica.

### 7.2.2 Otros materiales:

- Computadora
- Material de escritorio
- Formatos de evaluación de semillas
- GPS
- Cámara fotográfica
- Tijera Manual
- Pintura
- Madera
- Letreros
- Plásticos
- Sustrato (grava, suelo agrícola, aserrín)
- Caja almaciguera.

## VIII. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 8.1 CALIDAD FÍSICA DE LAS SEMILLAS DE ALGARROBO (*Prosopis pallida* Kunth)

Previa actividad a los diferentes ensayos, las semillas de *Prosopis pallida* Kunth recién cosechadas fueron analizadas en laboratorio, para determinar su calidad física inicial. El análisis presentó un porcentaje de pureza del 91.20 % y como impurezas se tuvo restos de los fruto secos, semillas vanas o posiblemente no viables al notarse un tamaño pequeño, rugosas, deformes y los mismos que hicieron un 8.80 %, un porcentaje de germinación del 70.00 % (obtenido mediante la prueba de corte), un contenido de humedad de 12.00 % (obtenido mediante el peso húmedo) y 21, 053 semillas/Kg (en donde 1000 semillas pesan 47.50 g.)

Se determinó el número de semillas por fruto, de 1 kg fruto se obtuvieron 285.10 g. de semillas de las cuales 257.70 g. fueron puras y el resto fueron impurezas, para obtener 1 Kg de semilla pura se necesitan 3.88 kg de fruto.

#### Cuadro 02. Análisis físico de la semillas de algarrobo (*Prosopis pallida* Kunth.)

Parámetros analizados (8 repeticiones)			
PG (%)	Pureza (%)	Contenido de Humedad (%)	Nº. de semillas/Kg.
70.00	91.20	12.00	21, 053

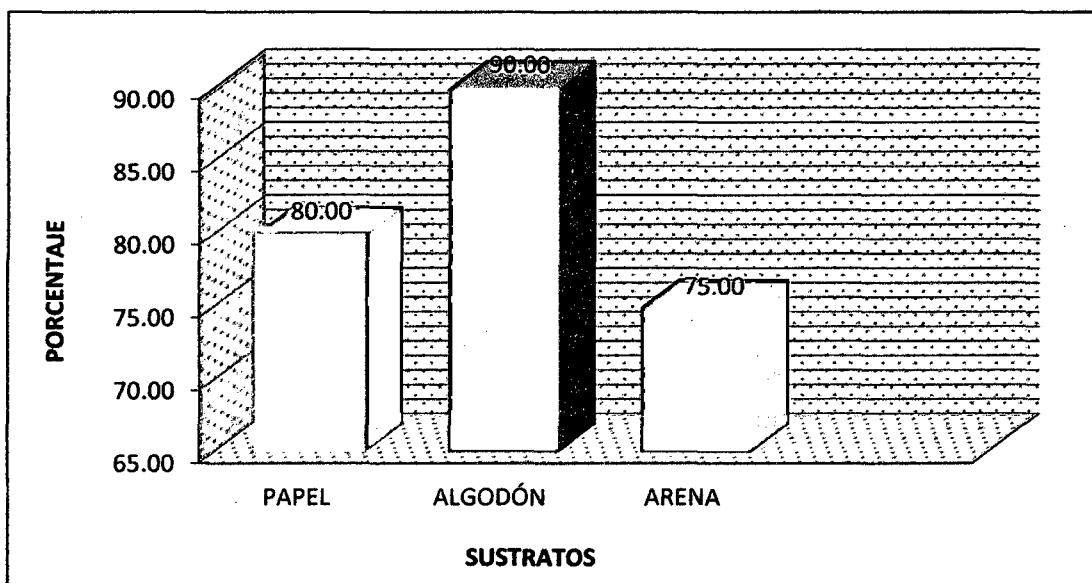
De acuerdo a lo observado en el cuadro 02, se puede decir que las semillas estuvieron en condiciones adecuadas (secas), antes de realizar el ensayo de germinación, este proceso fue determinado mediante el ensayo de la estufa a través del peso húmedo; así mismo en lo concerniente a su porcentaje de pureza fue alta, lo que favoreció para tener una semilla de calidad.

### 8.2 ANÁLISIS DEL ENSAYO DE SUSTRATOS

Antes de realizar el ensayo final de germinación se probó diferentes sustratos con el fin de determinar cuál de ellos es más adecuado y eficiente. Por lo consiguiente sirvió para realizar el ensayo final de germinación de semilla botánica de *Prosopis pallida* Kunth. Por

ello se ha visto conveniente realizar los ensayos con 3 sustratos: Arena, algodón y papel higiénico blanco.

Los resultados obtenidos después del análisis fueron: mayor porcentaje de germinación para el sustrato de algodón (90%) en cambio el sustrato de papel (80%) y la arena fue la que obtuvo el más bajo porcentaje de germinación.



**Gráfico 01:** Porcentaje de germinación según los tipos de sustratos empleados en la germinación de semillas de *Prosopis pallida* Kunth.

Según las pruebas realizadas a los diferentes sustratos en germinación queda demostrado que el algodón es el mejor sustrato para realizar ensayos de germinación en laboratorio; por cuanto proporciona mayor contacto entre la semilla y mantiene la humedad, además porque existe mayor espaciado para que la radícula emerja más fácilmente. Por otro lado, es un sustrato esterilizado, libre de agentes bacterianos que puedan ocasionar daño en la semilla y así impidan su germinación.

Tapia (2007), obtuvo un 68% de germinación en semillas de *Cinchona officinalis* L. utilizando como sustrato algodón estéril, bajo condiciones normales. Determinando así que el algodón es muy superior a los demás sustratos en lo que concierne a germinación.

El sustrato sirve como lecho germinativo sobre el cual se acomodan las semillas, cuyo objetivo es proporcionar la humedad adecuada para el proceso de germinación. En investigaciones los más empleados como sustrato para la germinación es el uso del papel

de filtro, papel secante, toallas de papel, algodón, arena y suelo. Todos estos sustratos empleados deben estar libres de esporas, hongos, bacterias, nemátodos, semillas extrañas o sustancias químicas (Peretti 1994).

### 8.3 GERMINACIÓN

**Cuadro 03: Porcentaje de germinación de semillas de *Prosopis pallida* Kunth, realizado en laboratorio.**

TRATAMIENTOS	Número de semillas germinadas/ Repetición				Media	% Germinación
	R1	R2	R3	R4		
T0 = TESTIGO	43	39	39	39	40.00	80.00
T1=AG <sub>3</sub> 1000ppm	45	43	43	43	43.50	87.00
T2=AG <sub>3</sub> 2000ppm	42	43	44	43	43.00	86.00
T3=NK <sub>3</sub> 1000ppm	42	43	42	43	42.50	85.00
T4=NK <sub>3</sub> 2000ppm	44	41	42	42	42.25	84.50
T5=ESCARIFICACIÓN MÉCANICA	48	49	47	50	48.50	97.00

En el Cuadro 03, muestra que el testigo dio un 80 % de germinación, superiores a los encontrados por Frías en 1980, el cual obtuvo resultados inferiores al 80% de germinación con semillas de *Prosopis juliflora*.

En el mismo cuadro se observa que el porcentaje de germinación mediante escarificación mecánica fue del 97 %, siendo el más alto en comparación con los demás tratamientos. Este resultado se obtiene debido a que la testa sufre un cierto adelgazamiento por la fricción (raspado) que se da mediante el movimiento centrífugo con vidrio molido dentro de un recipiente cerrado, lo que permite que la semilla sea más permeable al agua.

También se observa que el porcentaje de germinación con ácido giberélico (AG<sub>3</sub>) a 1000 y 2000 ppm han influenciado en la germinación de semillas de *Prosopis pallida* Kunth obteniendo valores de germinación de 87% el más alto y el más bajo de 86%.

Las giberelinas aplicadas en embriones en proceso de germinación, causan la producción de  $\alpha$ -amilasas y otras enzimas hidrolíticas en las células de la capa de aleurona dispuesta por debajo de la cubierta seminal. Con ello se produce un proceso degradativo en las



células del endosperma, una vez que el almidón se desdobra en sus azúcares simples, serán usados como fuente de energía por las células del embrión ahora en desarrollo.

Teniendo en cuenta que *Prosopis pallida* Kunth. Es una especie que tiene semillas de testa dura, cuyas semillas requiere generalmente de tratamientos con hormonas para salir del estado de dormancia, entre estas tenemos al ácido giberélico como un tratamiento pre germinativo para romper el letargo y así incrementar la tasa de germinación, se afirma lo mencionado por Hartmann y Kester (1987), indicando que la aplicación de las giberelinas puede funcionar para superar muchos tipos de letargo incluyendo al fisiológico.

Así mismo se determinó que el nitrato de potasio ( $KNO_3$ ), obtuvo un porcentaje de germinación del 85% a una concentración de 1000 ppm y 84.50 % a 2000 ppm. Por tal motivo ambos tratamientos resultaron similares, por eso se dice que el nitrato de potasio influye en la germinación rompiendo la dormancia, haciendo efecto sobre el letargo de semillas de *Prosopis pallida* Kunth; corroborando lo mencionado por Besnier en 1989, en la influencia del nitrato de potasio sobre el letargo de semillas.

El nitrato de potasio incentiva la síntesis de proteínas en el proceso de germinación, e incentiva el desarrollo de raíces adventicias (Salisbury 2002).

En el gráfico 02 se aprecia el consolidado de los tratamientos con sus respectivos porcentajes de germinación en laboratorio.

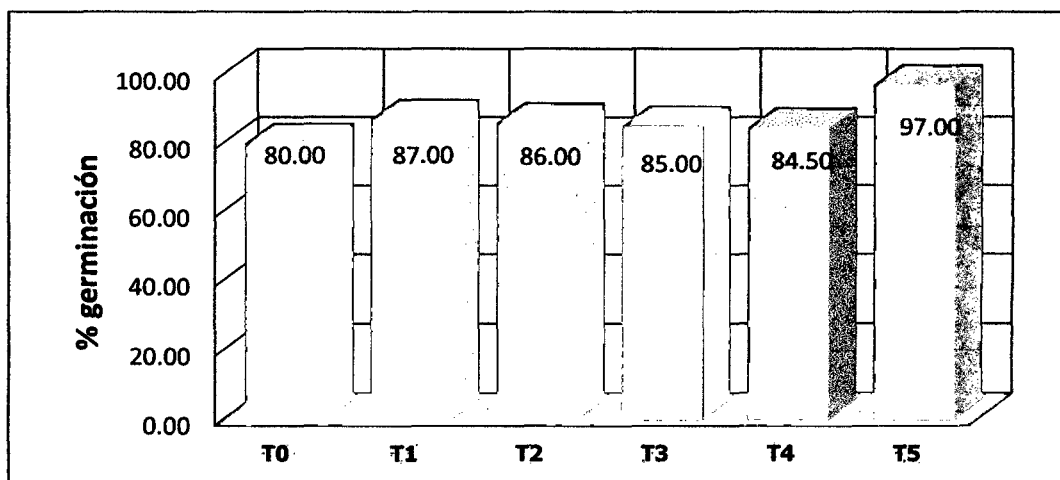


Gráfico 02: Porcentaje de germinación de semillas de *Prosopis pallida* Kunth. según tratamiento.

**Cuadro 04: Porcentaje de germinación de semilla de *Prosopis pallida* Kunth realizado en vivero**

TRATAMIENTOS	Repeticiones				Media	% Germinación
	R1	R2	R3	R4		
T0 = TESTIGO	38	41	39	40	39.50	79.00
T1=AG <sub>3</sub> 1000ppm	43	43	42	44	43.00	86.00
T2=AG <sub>3</sub> 2000ppm	44	43	41	42	42.50	85.00
T3=NKO <sub>3</sub> 1000ppm	43	42	41	43	42.30	84.50
T4=NKO <sub>3</sub> 2000ppm	42	40	44	42	42.00	84.00
T5=ESCARIFICACIÓN MÉCANICA	47	48	49	48	48.00	96.00

En el cuadro 04 se determinó que el testigo dio un 79 % de germinación, siendo el más bajo que los demás tratamientos. Esto se debe a que las testas de la semilla son duras y poco permeables.

Se observa que el porcentaje de germinación mediante escarificación mecánica es del 96 %, siendo el más alto en comparación con los demás tratamientos. Este resultado se obtiene debido a que la testa sufre un cierto adelgazamiento por la fricción (raspado) se da mediante el movimiento centrífugo con vidrio molido dentro de un recipiente cerrado, esto permite que las semillas sean más permeables.

También se observa que el porcentaje de germinación con ácido giberélico (AG<sub>3</sub>) a 1000 y 2000 ppm han influenciado en la germinación de semillas de *Prosopis pallida* Kunth. obteniendo valores de germinación que van del 86% hasta el 85% respectivamente.

Teniendo en cuenta que *Prosopis pallida* Kunth es una especie que tiene semillas de testa dura, cuyas semillas requiere generalmente de hormonas entre ellas el ácido giberélico como un tratamiento pre germinativo para asegurar su germinación y romper el letargo, se afirma lo mencionado por Hartmann y Kester en 1987, indicando que la aplicación de las giberelinas puede funcionar para superar muchos tipos de letargo incluyendo al fisiológico.

Se puede ver en el cuadro que con el nitrato de potasio (KNO<sub>3</sub>) se obtuvo un porcentaje de germinación del 84.50% a una concentración de 1000 ppm y el 84.00% a una concentración de 2000 ppm. Esto es debido a que dichos tratamientos influyen en la germinación (El nitrato de potasio incentiva la síntesis de proteínas en el proceso

de germinación, e incentiva el desarrollo de raíces adventicias), haciendo efecto sobre el letargo de semillas de *Prosopis pallida* Kunth, corroborando lo mencionado por Besnier (1989), en la influencia del nitrato de potasio sobre el letargo de semillas.

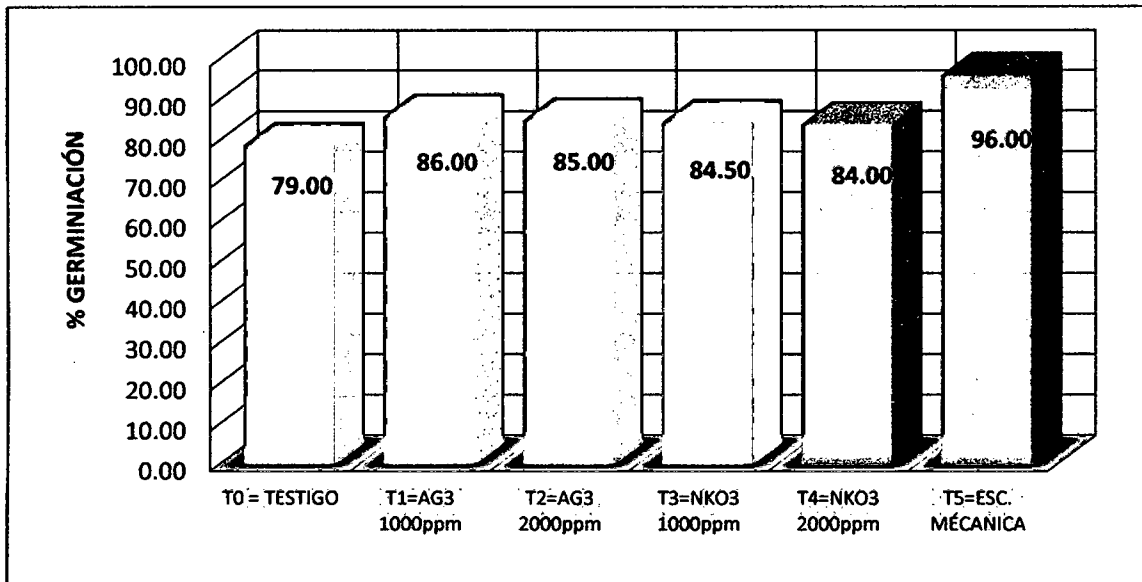


Gráfico 03: Consolidado de los tratamientos con sus respectivos porcentajes de germinación en vivero.

### 3.1 COMPARACIÓN DE LOS TRATAMIENTOS SEGÚN LUGAR DE GERMINACIÓN.

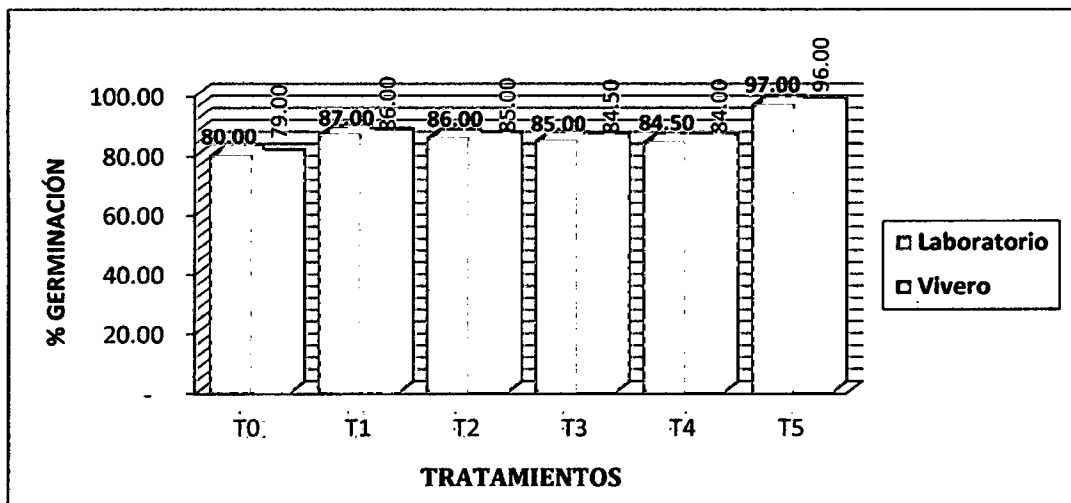


Gráfico 04: Comparación de los tratamientos realizados en laboratorio y vivero

En el gráfico 04 se observa que la germinación realizada en laboratorio es más eficaz que en vivero debido a diferentes factores como: El sustrato utilizado en laboratorio (algodón), es más poroso por eso retiene mayor humedad, mejor temperatura y posee mayor

aireación, lo que permite fácilmente la emergencia de la radícula. La temperatura y humedad son más favorables en laboratorio, lo que no sucede en condiciones de vivero.

#### 8.4 ENERGÍA GERMINATIVA

**Cuadro 05: Resultados de la energía germinativa en laboratorio**

TRATAMIENTOS	GERMINACIÓN (días)			REPETICIONES				MEDIA	% EG
	Inicio	Término	Periodo	R1	R2	R3	R4		
T0 = TESTIGO	3	14	11	42	37	36	38	38.25	76.50
T1=AG <sub>3</sub> 1000ppm	3	10	7	45	42	43	43	43.25	86.50
T2=AG <sub>3</sub> 2000ppm	3	10	7	42	42	43	42	42.25	84.50
T3=NK <sub>3</sub> 1000ppm	3	10	7	41	43	41	43	42.00	84.00
T4=NK <sub>3</sub> 2000ppm	3	9	6	43	40	41	39	40.75	81.50
T5=ESCARIFICACIÓN MÉCANICA	3	8	5	48	49	47	50	48.50	97.00

En el Cuadro 05, se muestra el periodo de energía germinativa de las semillas de *Prosopis pallida* Kunth. por cada tratamiento aplicado.

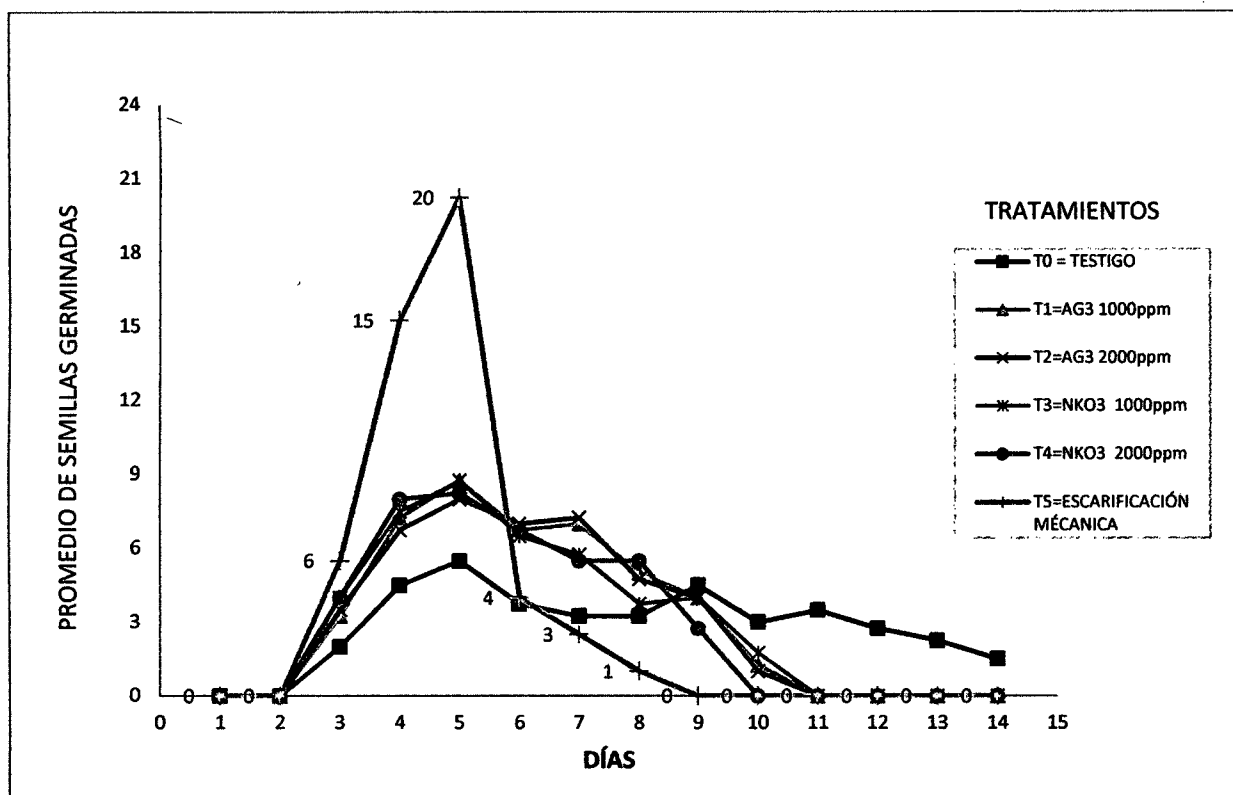
El tratamiento mediante escarificación mecánica (T5) inició su germinación a los 3 días y se obtuvo una media de 48.50 semillas germinadas en un periodo de 5 días, alcanzando el 97 % de energía germinativa.

En lo que concierne al tratamiento con ácido giberélico a 1000 ppm (T1) inició su germinación a los 3 días y la germinación alcanzó una media de 43.25 semillas germinadas en un periodo de 7 días, alcanzando un 86.50 % de energía germinativa; en cambio el tratamiento con ácido giberélico a 2000 ppm (T2) inició su germinación a los 3 días y la germinación alcanzó una media de 42.25 semillas germinadas en un periodo de 7 días, alcanzando un 84.50 % de energía germinativa.

El tratamiento con nitrato de potasio a 1000 y 2000 ppm iniciaron su germinación a los 3 días, y se obtuvo medias de 42.00 y 40.75 con periodos de energía de 7 y 6 días y en donde alcanzaron un 84.00% y 81.50 % de energía germinativa respectivamente.

El testigo inició su germinación a 3 días en donde alcanzó una media de 38.25 con un periodo de energía de 11 días, alcanzando el 76.50 % de energía germinativa, muy inferior a los demás tratamientos.

Trujillo (1996), menciona que las giberelinas estimula la velocidad de germinación y a la vez el crecimiento, así como el nitrato de potasio actúa mejor en semillas latentes recién cosechadas, corroborando la influencia de estas sustancias promotoras en la velocidad de germinación de las semillas de *Prosopis pallida* Kunth.



**Gráfico 05:** Curva de la energía germinativa diaria de semillas de *Prosopis pallida* Kunth en laboratorio según tratamientos. (Fuente: Anexo 03: Promedio de semillas germinadas en laboratorio según el número de días por tratamientos)

Según el gráfico 05 podemos observar que mediante el tratamiento (T5) se obtuvo un mejor resultado en la germinación; el rango de días del periodo de germinación es menor comparado con los demás tratamientos, queda demostrado que la velocidad de germinación (E.G) es mejor en el T5.

El tratamiento (T5), según lo observado posee una mayor energía germinativa, esto es posible debido a que la testa es más delgada debido al adelgazamiento que se produjo por la fricción (raspado) que ha ejercido la escarificación mecánica en las semillas; induciendo a una mayor imbibición de agua por parte de la semilla, lo que ha activado las reservas de alimentos almacenados en los cotiledones de la semilla, apareciendo así la respiración

debido al O<sub>2</sub> absorbido por las células y se empieza a desprender el dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>); al producirse la digestión, el alimento almacenado es tomado por el extremo del embrión. El alimento se convierte en energía a medida que germina la semilla, el agua absorbida a través del tegumento hace que se hinche. Las alteraciones químicas hacen que se formen nuevas células, en un momento del crecimiento del embrión el tegumento se rompe saliendo un extremo de la raíz, produciéndose así la germinación.

**Cuadro 06: Energía germinativa de semilla de *Prosopis pallida* Kunth obtenida en vivero**

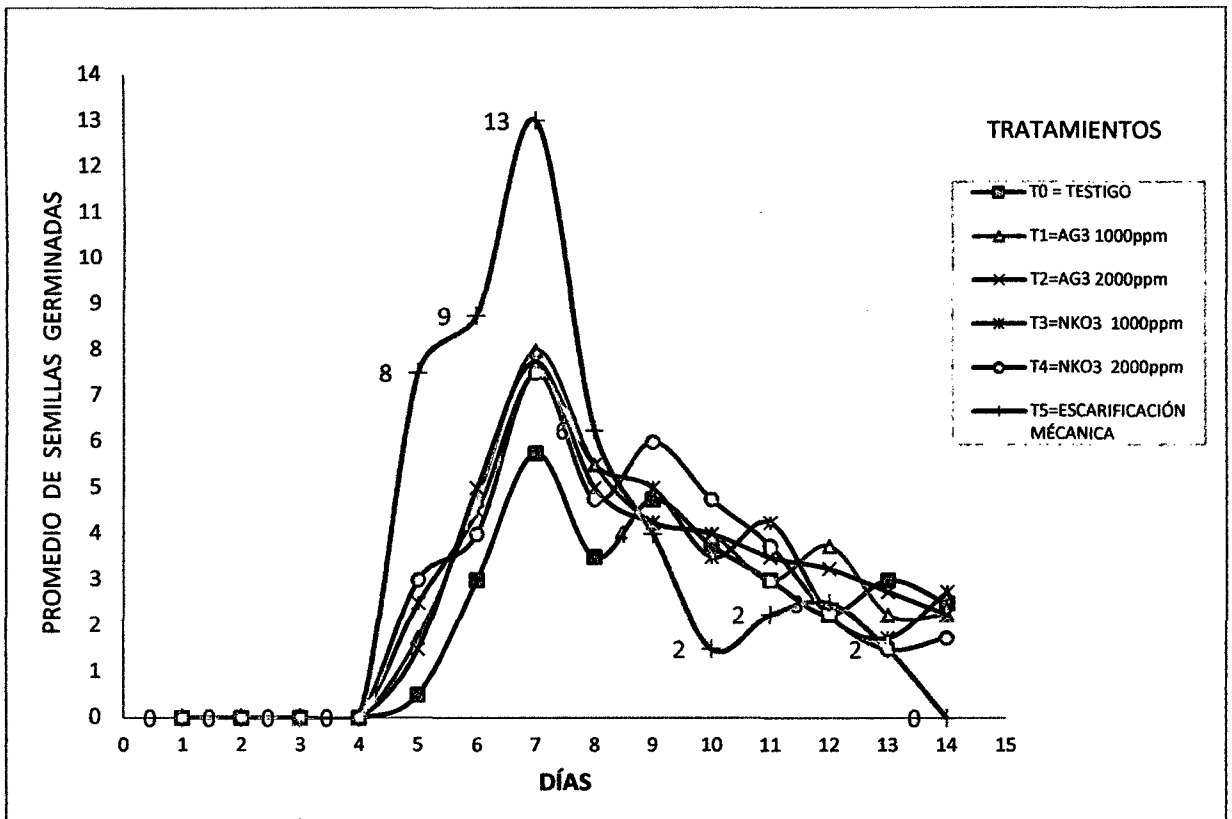
TRATAMIENTOS	GERMINACIÓN (días)			REPETICIONES				MEDIA	% EG
	Inicio	Término	Periodo	R1	R2	R3	R4		
T0 = TESTIGO	5	17	12	37	38	38	39	38.00	76.00
T1=AG <sub>3</sub> 1000ppm	5	15	10	41	42	40	42	41.25	82.50
T2=AG <sub>3</sub> 2000ppm	5	15	10	42	42	38	40	40.50	81.00
T3=NKO <sub>3</sub> 1000ppm	5	14	9	41	39	38	40	39.50	79.00
T4=NKO <sub>3</sub> 2000ppm	5	14	9	39	37	42	39	39.25	78.50
T5=ESCARIFICACIÓN MÉCANICA	5	13	8	46	48	48	47	47.25	94.50

En el Cuadro 06, se muestran el periodo de energía germinativa de las semillas de *Prosopis pallida* Kunth. por tratamientos aplicados, en donde el tratamiento mediante escarificación mecánica (T5) inició su germinación a los 5 días, la germinación alcanzó una media de 47.25 en un periodo de 8 días, alcanzando el 94.50 % de energía germinativa.

En lo que concierne al tratamiento con ácido giberélico a 1000 ppm (T1) inició su germinación a los 5 días y la germinación alcanzó una media de 41.25 en un periodo de 10 días, alcanzando un 82.50 % de energía germinativa; en cambio el tratamiento con ácido giberélico a 2000 ppm (T2) inició su germinación a los 3 días y la germinación alcanzó una media de 40.50 en periodo de 10 días, alcanzando un 81.00 % de energía germinativa.

El tratamiento con nitrato de potasio a 1000 y 2000 ppm iniciaron su germinación a los 5 días, con medias de 39.50 y 39.25, con periodos de energía de 9 días y en donde alcanzaron un 79.00% y 78.50 % de energía germinativa, respectivamente.

El testigo inició su germinación a 5 días, la germinación alcanzó una media de 38.00 con un periodo de energía de 12 días y con un 76.00 % de energía germinativa, muy inferior a los demás tratamientos.



**Gráfico 06** Curva de la energía germinativa diaria de semillas de *Prosopis pallida kunth* obtenidas en vivero según tratamientos. (Fuente: Anexo 03: Promedio de semillas germinadas en vivero según el número de días por tratamientos)

Según el gráfico 06 podemos observar que mediante el tratamiento T5 (Escarificación mecánica) se obtiene un mejor resultado de la germinación en vivero; el periodo germinación es menor comparado con los demás tratamientos, quedando demostrado que la velocidad de germinación (E.G) es mejor en el tratamiento por escarificación mecánica.

El tratamiento T5 (Escarificación mecánica), según lo observado posee una mayor energía germinativa, esto es posible debido a que la testa (capa de tegumento) es más delgada debido al adelgazamiento que se produjo por la fricción (raspado) que ha ejercido la escarificación mecánica en las semillas; induciendo a una mayor imbibición de agua por parte de la semilla, lo que promovió activar las reservas de alimentos almacenados en los cotiledones de la semilla.

## 8.5 VALOR DE LA GERMINACIÓN

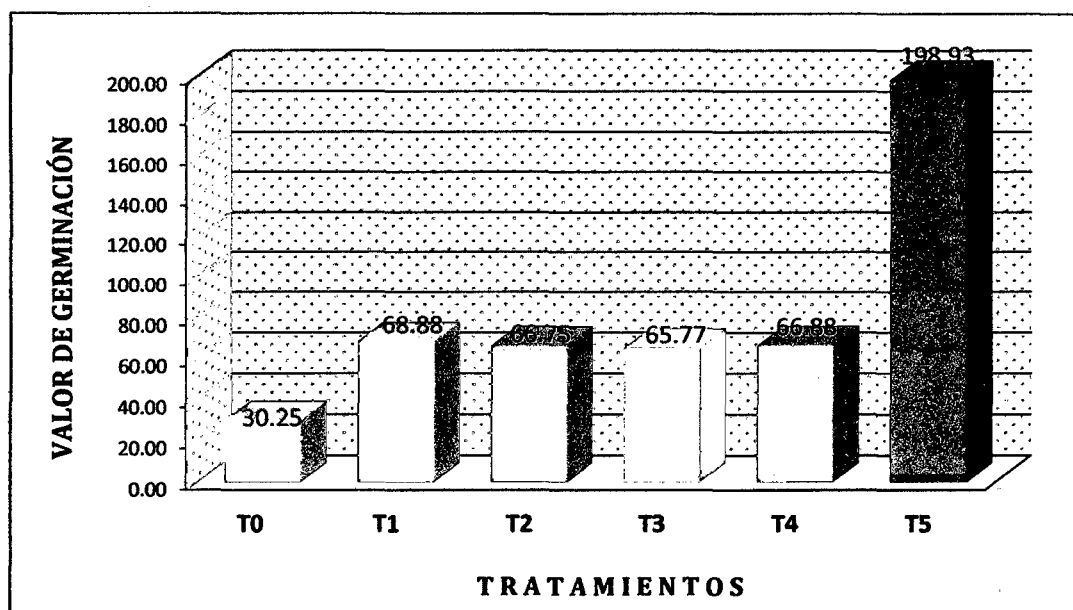
**Cuadro 07: Valor de la germinación en laboratorio**

TRATAMIENTOS	% PG	VM	% EG	PEG (días)	GDM Final	VG
T0 = TESTIGO	80.0	6.05	76.5	14	5.00	30.25
T1=AG <sub>3</sub> 1000ppm	87.0	9.50	86.5	10	7.25	68.88
T2=AG <sub>3</sub> 2000ppm	86.0	9.31	84.5	10	7.17	66.75
T3=NKO <sub>3</sub> 1000ppm	85.0	9.29	84.0	10	7.08	65.77
T4=NKO <sub>3</sub> 2000ppm	84.5	9.50	81.5	9	7.04	66.88
T5=ESCARIFICACIÓN MÉCANICA	97.0	16.40	97.0	8	12.13	198.93

PG: Porcentaje de germinación, VM: valor máximo, EG: energía germinativa, PEG: período de energía germinativa, GDM final: germinación diaria media final, VG: valor de la germinación.

En el Cuadro 07 se muestra la germinación y la energía germinativa total al final del ensayo de las semillas de *Prosopis pallida* Kunth. con sus diferentes tratamientos.

Se observa que para el tratamiento mediante escarificación mecánica (T5), se obtuvo el máximo valor de germinación, y los tratamientos con ácido giberélico y nitrato de potasio obtuvieron los valores medios lo contrario sucedió con el testigo quien obtuvo el más bajo valor.



**Gráfico 07: Valor de la germinación según tratamientos realizados en laboratorio**

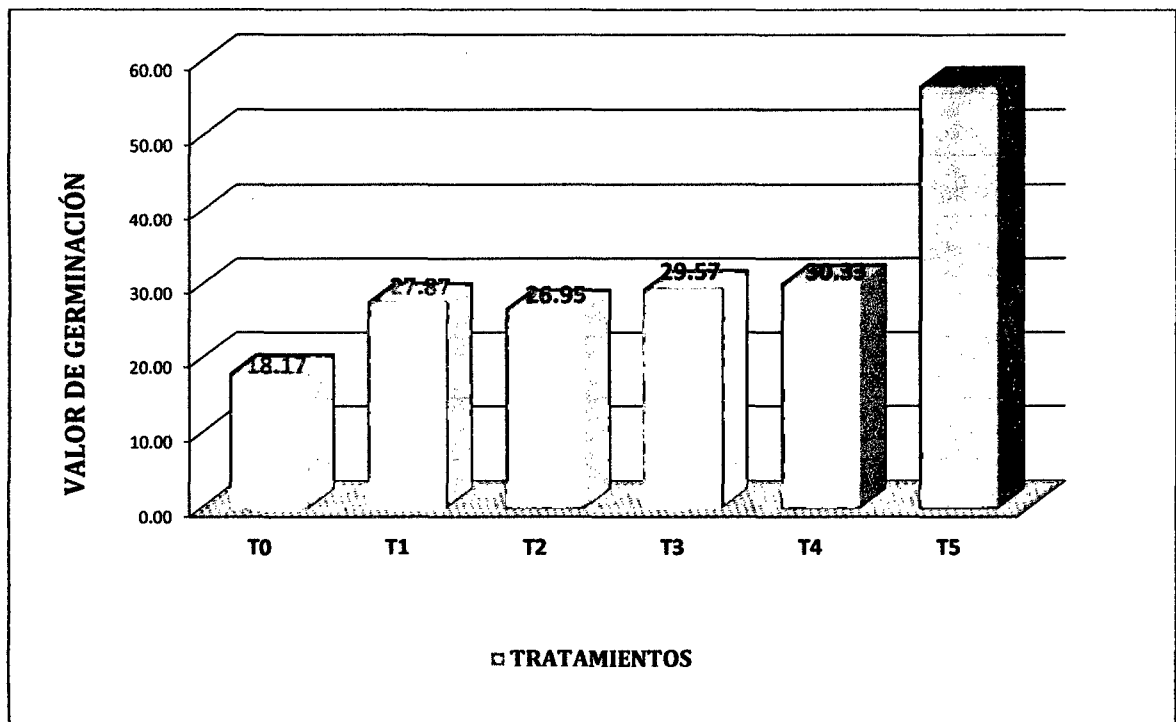


**Cuadro 08: Valor de la germinación de semilla de *Prosopis pallida* Kunth en vivero**

TRATAMIENTOS	% PG	VM	% EG	PEG (días)	GDM Final	VG
TESTIGO	79.0	4.60	76.0	17	3.95	18.17
T1	86.0	5.83	82.5	15	4.78	27.87
T2	85.0	5.71	81.0	15	4.72	26.95
T3	84.5	5.95	79.0	14	4.97	29.57
T4	84.0	6.14	78.5	14	4.94	30.33
T5	96.0	8.88	94.5	13	6.40	56.83

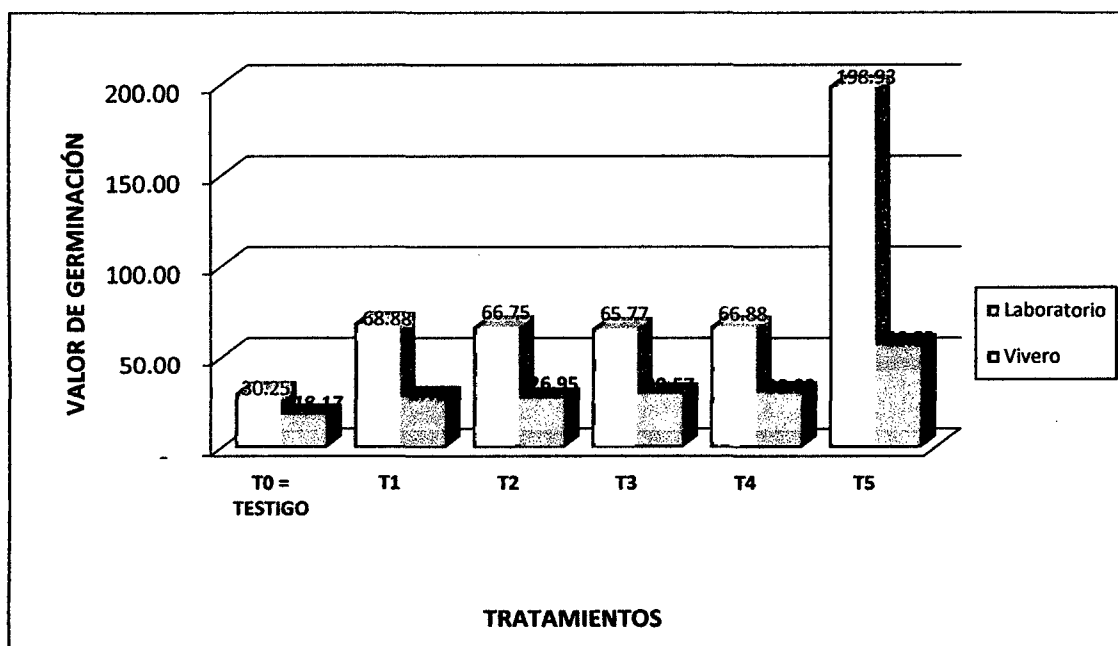
**PG:** Porcentaje de germinación, **VM:** valor máximo, **EG:** energía germinativa, **PEG:** período de energía germinativa, **GDM final:** germinación diaria media final, **VG:** valor de la germinación.

En el cuadro 08, se observa que el tratamiento mediante escarificación mecánica obtuvo el máximo valor de germinación, los tratamientos con ácido giberélico y nitrato de potasio a 1000 y 2000 ppm obtuvieron los valores medios y el testigo un bajo valor como se observa en el gráfico.



**Gráfico 08: Valor de la germinación según tratamientos realizados en vivero.**

## COMPARACIÓN DEL VALOR DE GERMINACIÓN SEGÚN EL AMBIENTE DE GERMINACIÓN.



**Gráfico 09:** Comparación del valor de germinación según ambiente de germinación.

Según el gráfico 09, se evidencia que en todos los tratamientos en laboratorio los valores de germinación son mayores en comparación a los obtenidos en vivero, de todos los tratamientos aplicados el ensayo por escarificación mecánica es mucho más eficiente tanto en laboratorio como en vivero. El testigo presenta el mínimo valor de germinación debido a que no ha recibido tratamiento. También se puede observar que los demás tratamientos presentan un comportamiento similar entre ellos.

### 8.6 ANÁLISIS ESTADÍSTICO A NIVEL DE LABORATORIO

**Tabla 02:** Análisis de varianza (ANVA) para la variable germinación al 5 % de nivel de significancia en laboratorio.

Fuente	Grados de libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F-Valor	Pr > F	Signific.
Tratamientos	5	164	20.50	13.39	<.0001	**
Error	18	22.96	1.53			
Total	23	186.00				

\*\* Altamente significativo

C.V = 2.86 %

El coeficiente de variabilidad de 2.86 %, está indicando que la homogeneidad del material experimental utilizado es aceptable y por lo tanto los datos experimentales son confiables. Dado que la F calculada es mayor que el 5%, se decide aceptar la hipótesis "Utilizando Tratamientos pre germinativos en las semillas de *Prosopis pallida* Kunth su germinación será mayor, más rápida y uniforme".

De acuerdo al resultado obtenido también podemos apreciar el rendimiento del F calculado es 13.39 % y el F observado es <0.0001, entonces quiere decir que es menor al 1.00 %; en conclusión si el F observado es menor al 1.00 % los resultados siempre van a ser altamente significativos.

Según el análisis queda demostrado que los tratamientos son altamente significativos; el tipo de tratamiento influye de manera relevante en la germinación (%G) para lo cual se realizó la prueba de Tukey a nivel de significación del 5%.

**Cuadro 09: Prueba de Tukey para la variable germinación en laboratorio**

Tukey Agrupamiento	Medias (P.G)	N	TRAT
A	48.50	4	T5
B	43.50	4	T1
B			
B	43.00	4	T2
B			
C B	42.50	4	T3
C B			
C B	42.25	4	T4
C			
C	40.00	4	T0

Según la prueba de Tukey (Cuadro 09), el más alto poder germinativo ocurrió en las semillas tratadas mediante escarificación mecánica (T5), alcanzando una media de 48.50, lo que representa el 97% de porcentaje de germinación, por lo que se le consideró en el agrupamiento (A). Asimismo observamos que el poder germinativo en semillas tratadas con tratamientos T1 (ácido giberélico a 1000 ppm), T2 (ácido giberélico a 2000 ppm), estadísticamente no existe diferencia por lo que se les considera en el mismo

agrupamiento (B); en cambio el tratamiento T<sub>0</sub> (testigo) obtuvo el más bajo rendimiento obteniendo una media de 40.00 lo que representa el 80.00 % de poder germinación, por lo que se le considera en un agrupamiento diferente (C).

Corroborando esto Frías (1980), realizó un experimento en la UNALM, utilizando semillas de *Prosopis juliflora*, determinando como mejor tratamiento la escarificación con vidrio molido, obteniendo del 80% al 95% de germinación.

**Tabla 03: Análisis de varianza (ANVA) para la variable Energía germinativa al 5 % de nivel de significancia en laboratorio.**

Fuente	Grados de libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F- Valor	Pr > F	Signific.
Tratamientos	5	241.33	30.167	13.05	<.0001	**
Error	18	34.67	2.311			
Total	23	276.00				

\*\* Altamente significativo      C.V = 3.58 %

Dado que la probabilidad asociada al F observado es <0.0001, significa que nos arriesgamos el 0.01% concluyendo que la variable explicativa origina una cantidad de información altamente significativa al modelo. Se puede deducir entonces que las dos variables y sus interacciones originan una información altamente significativa para explicar la variabilidad del rendimiento.

De acuerdo al resultado obtenido también podemos apreciar el rendimiento del f calculado es 13.05 % y el F observado es <0.0001, Entonces quiere decir que es menor al 1 %; en conclusión si es menor al 1 % los resultados siempre van a ser altamente significativos.

Los tipos de tratamientos influyen de manera relevante en la energía germinativa (EG) para lo cual se realizó la prueba de Tukey a nivel de significación del 5%.

**Cuadro 10: Prueba de Tukey para la variable energía germinativa en laboratorio**

Tukey Agrupamiento	Medias (E.G)	N	TRAT
A	48.500	4	T5
B	43.250	4	T1
B			
B	42.250	4	T2
B			
B	42.000	4	T3
B			
C B	40.750	4	T4
C			
C	38.250	4	T0

Según la prueba de Tukey (Cuadro 10), la más alta velocidad de energía germinativa ocurrió en las semillas tratadas mediante escarificación mecánica (T5), obteniendo una media de 48.50 y alcanzando un 97% de energía germinativa, por lo que se le consideró en el agrupamiento (A), asimismo observamos que la velocidad de germinación en semillas tratadas con ácido giberélico a 1000 ppm (T1), ácido giberélico a 2000 ppm (T2) y nitrato de potasio a 1000 ppm (T3) estadísticamente no existe diferencia por lo que se les considera en el mismo agrupamiento(B); en cambio el testigo (T0), obtuvo el más bajo rendimiento obteniendo una media de 38.25 y alcanzando el 76.50 % de energía germinativa, por lo que se le considera en un agrupamiento diferente (C).

Esto indica que la semilla de *Prosopis pallida* Kunth presenta buena energía germinativa durante la germinación al utilizar tratamientos pre germinativos. Al respecto Hartmann y Kester (1998), afirman que un alto porcentaje de germinación siempre va acompañado de una alta energía germinativa, cuya característica indica una buena viabilidad de la semilla; por otro lado la importancia de la energía germinativa según William (1991), se basa en la teoría que probablemente solo las semillas que germinen con rapidez y vigor en condiciones favorables serán capaces de producir plántulas vigorosas en condiciones que existan en el terreno.

## 8.7 ANÁLISIS ESTADÍSTICO A NIVEL DE VIVERO

**Tabla 04: Análisis de varianza (ANVA) para la variable germinación al 5 % de nivel de significancia en vivero.**

Fuente	Grados de libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F- Valor	Pr > F	Signific.
Tratamientos	5	215.50	26.94	<b>11.40</b>	<.0001	<b>**</b>
Error	18	35.46	2.36			
Total	23	250.96				

\*\* Altamente significativo                      C.V = 2.95 %

El coeficiente de variabilidad de 2.95 %, está indicando que la homogeneidad del material experimental utilizado es aceptable y por lo tanto los datos experimentales son confiables.

Dado que la F calculada es mayor que el 5%, se decide aceptar la hipótesis "Utilizando Tratamientos pre germinativos en las semillas de *Prosopis pallida* Kunth su germinación será mayor, más rápida y uniforme".

De acuerdo al resultado obtenido podemos apreciar el rendimiento del F calculado es 11.40 % y el F observado es <0.0001, entonces quiere decir que el resultado obtenido por los tratamientos son altamente significativos. El tipo de tratamiento influye de manera relevante en la germinación (%G) para lo cual se realizó la prueba de Tukey a nivel de significación del 5%.

**Cuadro 11: Prueba de Tukey para la variable germinación en Vivero**

Tukey Agrupamiento	Medias (P.G)	N	TRAT
A	48.00	4	T5
B	43.00	4	T1
B			
B	42.50	4	T2
B			
C B	42.25	4	T3
C B			
C B	42.00	4	T4
C			
C	39.50	4	T0

Según la prueba de Tukey (Cuadro 11), el más alto poder germinativo ocurrió en las semillas tratadas mediante escarificación mecánica (T5), obteniendo una media de 48.00 y alcanzando un 96% de poder de germinativo, por lo que se le consideró en el agrupamiento (A), asimismo observamos que poder germinativo en semillas tratadas con tratamientos ácido giberélico a 1000 ppm (T1), ácido giberélico a 2000 ppm (T2), estadísticamente no existe diferencia por lo que se les considera en el mismo agrupamiento (B), en cambio el testigo (T0) obtuvo el más bajo rendimiento, obteniendo una media de 39.50 y alcanzando un 79.00 % de poder germinativo, por lo que se le considera en un agrupamiento diferente (C).

**Tabla 05: Análisis de varianza (ANVA) para la variable Energía germinativa al 5 % de nivel de significancia en vivero.**

Fuente	Grados de libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F- Valor	Pr > F	Signific.
Tratamientos	5	215.50	26.938	<b>11.40</b>	<.0001	**
Error	18	35.46	2.364			
Total	23	250.96				
** Altamente significativo			C.V =3.75 %			

Dado que la probabilidad asociada al F observado es de 0.0001, significa que nos arriesgamos el 0.01% concluyendo que la variable explicativa origina una cantidad de información altamente significativa al modelo. Se puede deducir entonces que las dos variables y sus interacciones originan una información altamente significativa para explicar la variabilidad del rendimiento.

De acuerdo al resultado obtenido podemos apreciar el rendimiento del f calculado es 18.17 % y el F observado es <0.0001, Entonces quiere decir que es menor al 1 %; en conclusión si es menor al 1 % los resultados siempre van a ser altamente significativos.

Según el análisis demuestra que los tratamientos son altamente significativos; el tipo de tratamiento influye de manera relevante en la energía germinativa (EG) para lo cual se realizó la prueba de Tukey a nivel de significación del 5%.

**Cuadro 12: Prueba de Tukey para la variable energía germinativa en vivero**

Tukey Agrupamiento	Medias (E.G)	N	TRAT
A	47.250	4	T5
B	41.250	4	T1
B			
B	40.500	4	T2
B			
B	39.500	4	T3
B			
B	39.250	4	T4
B			
B	38.000	4	T0

En el cuadro de Tukey al 5 % para tratamientos; se puede apreciar que únicamente **T5** (Escarificación mecánica) posee rango diferente; los demás tratamientos se encuentran dentro de un mismo rango, resultando el **T5** como el mejor tratamiento únicamente por diferencia matemática en el valor de las medias calculadas para cada tratamiento.

Al respecto Hartmann y Kester (1998); afirman que un alto porcentaje de germinación siempre va acompañado de una alta energía germinativa, cuya característica indica una buena viabilidad de la semilla; por otro lado la importancia de la energía germinativa según William (1991); se basa en la teoría que probablemente solo las semillas que germinen con rapidez y vigor en condiciones favorables serán capaces de producir plántulas vigorosas en condiciones que existan en el terreno.



## **IX. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **9.1 CONCLUSIONES**

- El tratamiento pre germinativo que mostró el mejor resultado fue la escarificación mecánica con el 97% de germinación en laboratorio y el 96% en vivero.
- La mayor energía germinativa fue el tratamiento de escarificación mecánica con el 97% en laboratorio y un 94.5% en vivero.
- El valor de germinación más alto fue la aplicación del tratamiento pre germinativo de escarificación mecánica obteniendo 198.93 y 56.83 en laboratorio y vivero respectivamente.

### **9.2 RECOMENDACIONES**

- Realizar el presente trabajo utilizando mayores tiempos de remojo de la semilla para cada tratamiento y así determinar si el porcentaje de germinación se incrementa.
- Probar ensayos con mayores concentraciones de ácido giberélico y nitrato de potasio a los evaluados.
- Seguir investigando sobre ensayos pre germinativos para esta especie y así entender mejor el comportamiento de germinación del *Prosopis pallida* Kunth.

## **X. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS**

- Besnier, F. 1989. Semillas Biología y Tecnología. Edit. Barcelona. España. 625p.
- Bidwell, S. 1993. Fisiología Vegetal. 2 ed. En español. Edit. A.G.T. Editor, S.A. México, D.F.784p.
- Cáceres, D. 1993. Tesis. Efecto de la toposis en el enraizamiento de estacas de algarrobo (*Prosopis juliflora*) tratadas con 2 reguladores de crecimiento. UNPRG. Lambayeque -Perú.
- Calderón, W. 1998. Utilización de cubierta de plástico post siembra como método para elevar la tasa de germinación de la semilla de *Prosopis pallida* y crecimiento infantil de la planta de algarrobo. Piura.
- Celis, A. 1994. Los algarrobos. 1era. Ed. Perú. 207p.
- Eysantier de la Mora Maurice. (2002). Metodología de la Investigación. 4ta ed. México.320p.
- Ferreya, R. 1984. "Estudio sistemático de los algarrobos de la costa norte del Perú" UNMSM, Lima. Perú.
- Ferreya, R. 1987. "Estudio Sistemático de los algarrobos de la costa norte del Perú", Publicación auspiciada por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONCYTEC). Dirección de Investigación Forestal y de Fauna. Ministerio de Agricultura.
- Frías, A. 1980. Tesis. Efecto de la Escarificación del algarrobo. *Prosopis juliflora*. UNA La Molina. Perú.

- Hartman, T; Kester, E. 1987. Propagación de plantas: Principios y práctica. 1era. Ed. Edit. Continental S.A de C.V México. 760p.
- INRENA- Proyecto Algarrobo. 1997. "Bosque seco y desertificación". Seminario Internacional.- Piura-Lambayeque -Perú.
- Little, Thomas M. 2002. Métodos estadísticos para la investigación en la agricultura. 2da ed. México. Ed. Trillas. 270p.
- Ministerio de Agricultura. 1983. Región Agraria III. Reforestación del departamento de Lambayeque.
- Orozco, A. 2010. Evaluación de tres métodos de escarificación en semillas de algarrobo (*Hyminea courbaril* L.) Universidad del Quindío. Colombia.
- Peretti, A. 1994. Manual de Análisis de semillas. 1era ed. Argentina.
- Proyecto Algarrobo. 1992. "Comercialización de productos del bosque seco de la Subregión II". Lambayeque. Perú.
- Rodríguez, J. y Nieto, M. 1999. Investigación de semillas forestales nativas. INSEFOR. Ministerio de Agricultura. Colombia. 89p.
- Salisbury, 2002. Fisiología de las plantas. Volumen 3. Ed. Editorial Paraninfo. 463p.
- Sánchez, Y. 1998. "Taxonomía del género *Prosopis* y su análisis cuantitativo, a nivel del Departamento de Lambayeque". Tesis Ing. Agrónomo. UNPRG. Perú.
- Trujillo, E. 1996. Recolección y Procesamiento de semillas forestales – INSEFOR CONIF. Cajamarca – Perú. 150p.
- Tapia, A. 2007. Tesis. Germinación de semilla botánica de *Cinchona officinalis* L. utilizando cinco tratamientos pre germinativos. Jaén – Perú. 85p.

Vasconcelos, M. 1973. *Prosopis pallida* en la zona semiárida del Noreste de Brasil. Deserta  
República Argentina.

Vázquez, A.V. 1990. "Experimentación Agrícola". Diseño estadístico para la investigación  
científica y tecnológica. 1era ed. Perú. 278p.

Vilela, P; P. Rodríguez. 1988. "Uso preliminar de tres activadores fisiológicos naturales en  
la propagación vegetativa por estacas de algarrobo (*P. pallida* forma *pallida*)" -  
Cienaguilla. Sur de Piura.

William, R. 1998. Guía para la manipulación de semillas forestales, con especial referencia  
a los trópicos. FAO –DANINA. Roma. 45p.

## **XI. ANEXOS**

## ANEXO 01

**Evaluación de la germinación diaria de las semillas de algarrobo (*Prosopis pallida* k.) por tratamiento y cálculo de los parámetros de germinación a nivel de laboratorio y vivero.**

### Anexo 1.1: Germinación tratamiento T0

#### T0 = TESTIGO

N° DIA	SEMILLAS GERMINADAS EN LABORATORIO								
	FECHA	R1	R2	R3	R4	PROMEDIO	% DE GERM. DIAR.	% ACUMULADO	% g.d.pa
1	22/11/2011	0	0	0	0	0	0	0	0
2	23/11/2011	0	0	0	0	0	0	0	0
3	24/11/2011	2	1	2	3	2.00	4.00	4.00	1.33
4	25/11/2011	6	2	6	4	4.50	9.00	13.00	3.25
5	26/11/2011	7	6	5	4	5.50	11.00	24.00	4.80
6	27/11/2011	5	4	3	3	3.75	7.50	31.50	5.25
7	28/11/2011	3	3	2	5	3.25	6.50	38.00	5.43
8	29/11/2011	3	4	3	3	3.25	6.50	44.50	5.56
9	30/11/2011	6	5	3	4	4.50	9.00	53.50	5.94
10	01/12/2011	4	3	2	3	3.00	6.00	59.50	5.95
11	02/12/2011	3	2	5	4	3.50	7.00	66.50	6.05
12	03/12/2011	1	4	3	3	3	5.50	72.00	6.00
13	04/12/2011	2	3	2	2	2.25	4.50	76.50	5.88
14	05/12/2011	1	2	2	1	1.50	3.00	79.50	5.68
15	06/12/2011	0	0	0	0	0	0	79.50	5.30
16	07/12/2011	0	0	1	0	0.25	0.50	80.00	5.00
17	08/12/2011								
18	09/12/2011								
19	10/12/2011								
20	11/12/2011								
<b>TOTAL</b>		43	39	39	39	40.00	80.00		

V.M

G.D.M

SEMILLAS NO GERMINADAS	REPETICIONES				PROMEDIO	PORCENTAJE(%)
	R1	R2	R3	R4		
DURMIENTES	1	3	4	5	3.25	6.5
ANORMALES	0	1	2	0	0.75	1.5
ENFERMAS	6	7	5	6	6.00	12
VANAS						
<b>TOTAL</b>	7	11	11	11	10	20

### Anexo 1.2: Germinación tratamiento T1

#### TRATAMIENTO (T1=AG<sub>3</sub> 1000ppm)

N° DIA	SEMILLAS GERMINADAS EN LABORATORIO								
	FECHA	R1	R2	R3	R4	PROMEDIO	% DE GERM. DIAR.	% ACUMULADO	% g.d.pa
1	22/11/2011	0	0	0	0	0	0	0	0
2	23/11/2011	0	0	0	0	0	0	0	0
3	24/11/2011	4	3	3	3	3.25	6.50	6.50	2.17
4	25/11/2011	9	5	8	7	7.25	14.50	21.00	5.25
5	26/11/2011	10	8	9	8	8.75	17.50	38.50	7.70
6	27/11/2011	6	6	7	8	6.75	13.50	52.00	8.67
7	28/11/2011	7	8	6	7	7.00	14.00	66.00	9.43
8	29/11/2011	4	6	5	5	5.00	10.00	76.00	9.50
9	30/11/2011	4	4	4	4	4.00	8.00	84.00	9.33
10	01/12/2011	1	2	1	1	1.25	2.50	86.50	8.65
11	02/12/2011	0	0	0	0	0	0	86.50	7.86
12	03/12/2011	0	1	0	0	0.25	0.50	87.00	7.25
13	04/12/2011								
14	05/12/2011								
15	06/12/2011								
16	07/12/2011								
17	08/12/2011								
18	09/12/2011								
19	10/12/2011								
20	11/12/2011								
<b>TOTAL</b>		45	43	43	43	43.50	87.00		

V.M

G.D.M

SEMILLAS NO GERMINADAS	REPETICIONES				PROMEDIO	PORCENTAJE(%)
	R1	R2	R3	R4		
DURMIENTES	3	4	5	3	3.75	7.5
ANORMALES	0	0	1	1	0.50	1.0
ENFERMAS	2	3	1	3	2.25	4.5
VANAS						0.0
<b>TOTAL</b>	5	7	7	7	6.50	13.0

### Anexo 1.3: Germinación tratamiento T2

#### TRATAMIENTO (T2=AG<sub>3</sub> 2000ppm)

N° DIA	SEMILLAS GERMINADAS EN LABORATORIO								
	FECHA	R1	R2	R3	R4	PROMEDIO	% DE GERM. DIAR.	% ACUMULADO	% g.d.pa
1	22/11/2011	0	0	0	0	0	0	0	0
2	23/11/2011	0	0	0	0	0	0	0	0
3	24/11/2011	3	4	3	4	3.5	7.0	7.00	2.33
4	25/11/2011	6	8	6	7	6.75	13.5	20.50	5.13
5	26/11/2011	9	5	10	8	8	16.0	36.50	7.30
6	27/11/2011	8	6	7	7	7	14.0	50.50	8.42
7	28/11/2011	6	8	9	6	7.25	14.5	65.00	9.29
8	29/11/2011	4	6	4	5	4.75	9.5	74.50	9.31
9	30/11/2011	5	5	3	3	4	8.0	82.50	9.17
10	01/12/2011	1	0	1	2	1	2.0	84.50	8.45
11	02/12/2011	0	0	0	0	0	0	84.50	7.68
12	03/12/2011	0	1	1	1	0.75	1.5	86.00	7.17
13	04/12/2011								
14	05/12/2011								
15	06/12/2011								
16	07/12/2011								
17	08/12/2011								
18	09/12/2011								
19	10/12/2011								
20	11/12/2011								
<b>TOTAL</b>		42	43	44	43	43	86.0		

V.M

G.D.M

SEMILLAS NO GERMINADAS	REPETICIONES				PROMEDIO	PORCENTAJE(%)
	R1	R2	R3	R4		
DURMIENTES	1	2	0	3	1.5	3
ANORMALES	1	0	1	0	0.5	1
ENFERMAS	6	5	5	4	5.0	10
VANAS						
<b>TOTAL</b>	8	7	6	7	7.0	14



### Anexo 1.4: Germinación tratamiento T3

#### TRATAMIENTO (T3=NKO<sub>3</sub> 1000ppm)

N° DIA	SEMILLAS GERMINADAS EN LABORATORIO								
	FECHA	R1	R2	R3	R4	PROMEDIO	% DE GERM. DIAR.	% ACUMULADO	% g.d.pa
1	22/11/2011	0	0	0	0	0	0	0	0
2	23/11/2011	0	0	0	0	0	0	0	0
3	24/11/2011	4	5	4	3	4.00	8.0	8.00	2.67
4	25/11/2011	8	7	6	9	7.50	15.0	23.00	5.75
5	26/11/2011	9	10	9	7	8.75	17.5	40.50	8.10
6	27/11/2011	5	7	6	8	6.50	13.0	53.50	8.92
7	28/11/2011	7	4	7	5	5.75	11.5	65.00	9.29
8	29/11/2011	2	6	3	4	3.75	7.5	72.50	9.06
9	30/11/2011	4	3	4	5	4.00	8.0	80.50	8.94
10	01/12/2011	2	1	2	2	1.75	3.5	84.00	8.40
11	02/12/2011	0	0	0	0	0	0	84.00	7.64
12	03/12/2011	1	0	1	0	0.5	1.0	85.00	7.08
13	04/12/2011								
14	05/12/2011								
15	06/12/2011								
16	07/12/2011								
17	08/12/2011								
18	09/12/2011								
19	10/12/2011								
20	11/12/2011								
<b>TOTAL</b>		42	43	42	43	42.50	85.0		

V.M

G.D.M

SEMILLAS NO GERMINADAS	REPETICIONES				PROMEDIO	PORCENTAJE(%)
	R1	R2	R3	R4		
DURMIENTES	5	3	4	3	3.75	7.5
ANORMALES	0	0	1	0	0.25	0.5
ENFERMAS	3	4	3	4	3.50	7.0
VANAS						0
<b>TOTAL</b>	8	7	8	7	7.50	15.0

### Anexo 1.5: Germinación tratamiento T4

#### TRATAMIENTO (T4=NK<sub>3</sub> 2000ppm)

N° DIA	SEMILLAS GERMINADAS EN LABORATORIO								
	FECHA	R1	R2	R3	R4	PROMEDIO	% DE GERM. DIAR.	% ACUMULADO	% g.d.pa
1	22/11/2011	0	0	0	0	0	0	0	0
2	23/11/2011	0	0	0	0	0	0	0	0
3	24/11/2011	4	3	4	5	4.00	8.0	8.00	2.67
4	25/11/2011	8	9	8	7	8.00	16.0	24.00	6.00
5	26/11/2011	9	8	6	10	8.25	16.5	40.50	8.10
6	27/11/2011	10	5	8	4	6.75	13.5	54.00	9.00
7	28/11/2011	5	6	4	7	5.50	11.0	65.00	9.29
8	29/11/2011	6	5	7	4	5.50	11.0	76.00	9.50
9	30/11/2011	1	4	4	2	2.75	5.5	81.50	9.06
10	01/12/2011	0	0	0	0	0	0	81.50	8.15
11	02/12/2011	1	0	0	2	0.75	1.5	83.00	7.55
12	03/12/2011	0	1	1	1	0.75	1.5	84.50	7.04
13	04/12/2011								
14	05/12/2011								
15	06/12/2011								
16	07/12/2011								
17	08/12/2011								
18	09/12/2011								
19	10/12/2011								
20	11/12/2011								
<b>TOTAL</b>		44	41	42	42	42.25	84.5		

V.M

G.D.M

SEMILLAS NO GERMINADAS	REPETICIONES				PROMEDIO	PORCENTAJE(%)
	R1	R2	R3	R4		
DURMIENTES	5	6	5	6	5.50	11.00
ANORMALES						0
ENFERMAS	1	3	3	2	2.25	4.50
VANAS						0
<b>TOTAL</b>	6	9	8	8	7.75	15.50

### Anexo 1.6: Germinación Tratamiento T5

#### TRATAMIENTO (T5=ESCARIFICACIÓN MECANICA)

N° DIA	SEMILLAS GERMINADAS EN LABORATORIO								
	FECHA	R1	R2	R3	R4	PROMEDIO	% DE GERM. DIAR.	% ACUMULADO	% g.d.pa
1	22/11/2011	0	0	0	0	0	0	0	0
2	23/11/2011	0	0	0	0	0	0	0	0
3	24/11/2011	5	6	5	6	5.50	11.0	11.00	3.67
4	25/11/2011	15	16	14	16	15.25	30.5	41.50	10.38
5	26/11/2011	19	20	18	24	20.25	40.5	82.00	16.40
6	27/11/2011	4	4	6	2	4.00	8.0	90.00	15.00
7	28/11/2011	3	2	3	2	2.50	5.0	95.00	13.57
8	29/11/2011	2	1	1	0	1.00	2.0	97.00	12.13
9	30/11/2011								
10	01/12/2011								
11	02/12/2011								
12	03/12/2011								
13	04/12/2011								
14	05/12/2011								
15	06/12/2011								
16	07/12/2011								
17	08/12/2011								
18	09/12/2011								
19	10/12/2011								
20	11/12/2011								
<b>TOTAL</b>		48	49	47	50	48.5	97.0		

82/5

97/8

SEMILLAS NO GERMINADAS	REPETICIONES				PROMEDIO	PORCENTAJE(%)
	R1	R2	R3	R4		
DURMIENTES	1	0	2	0	0.75	1.5
ANORMALES				0		
ENFERMAS	1	1	1	0	0.75	1.5
VANAS						
<b>TOTAL</b>	2	1	3	0	1.5	3.0

### Anexo 1.7: Germinación tratamiento T0 - Vivero

T0 = TESTIGO

N° DIA	SEMILLAS GERMINADAS EN VIVERO								
	FECHA	R1	R2	R3	R4	PROMEDIO	% DE GERM. DIAR.	% ACUMULADO	% g.d.pa
1	22/11/2011	0	0	0	0	0	0	0	0
2	23/11/2011	0	0	0	0	0	0	0	0
3	24/11/2011	0	0	0	0	0	0	0	0
4	25/11/2011	0	0	0	0	0	0	0	0
5	26/11/2011	1	0	1	0	0.5	1.0	1.00	0.20
6	27/11/2011	3	3	2	4	3.0	6.0	7.00	1.17
7	28/11/2011	6	5	5	7	5.8	11.5	18.50	2.64
8	29/11/2011	2	4	3	5	3.5	7.0	25.50	3.19
9	30/11/2011	5	6	5	3	4.8	9.5	35.00	3.89
10	01/12/2011	4	2	3	6	3.8	7.5	42.50	4.25
11	02/12/2011	2	3	4	3	3.0	6.0	48.50	4.41
12	03/12/2011	3	3	2	1	2.3	4.5	53.00	4.42
13	04/12/2011	4	2	4	2	3.0	6.0	59.00	4.54
14	05/12/2011	2	3	2	3	2.5	5.0	64.00	4.57
15	06/12/2011	2	3	4	1	2.5	5.0	69.00	4.60
16	07/12/2011	1	2	2	2	1.8	3.5	72.50	4.53
17	08/12/2011	2	2	1	2	1.8	3.5	76.00	4.47
18	09/12/2011	0	0	0	0	0	0	76.00	4.22
19	10/12/2011	1	2	1	1	1.3	2.5	78.50	4.13
20	11/12/2011	0	1	0	0	0.3	0.5	79.00	3.95
<b>TOTAL</b>		38	41	39	40	39.5	79.0		

V.M

G.D.M

SEMILLAS NO GERMINADAS	REPETICIONES				PROMEDIO	PORCENTAJE(%)
	R1	R2	R3	R4		
DURMIENTES	8	4	5	9	6.5	13
ANORMALES						
ENFERMAS	4	5	6	1	4.0	8
VANAS						
<b>TOTAL</b>	12	9	11	10	10.5	21

### Anexo 1.8: Germinación tratamiento T1 - Vivero

**TRATAMIENTO (T1=AG3 2000ppm)**

N° DIA	SEMILLAS GERMINADAS EN VIVERO								
	FECHA	R1	R2	R3	R4	PROMEDIO	% DE GERM. DIAR.	% ACUMULADO	% g.d.pa
1	22/11/2011								
2	23/11/2011								
3	24/11/2011								
4	25/11/2011								
5	26/11/2011	3	1	2	1	1.8	3.5	3.50	0.70
6	27/11/2011	5	6	3	5	4.8	9.5	13.00	2.17
7	28/11/2011	8	7	9	8	8.0	16.0	29.00	4.14
8	29/11/2011	6	5	6	5	5.5	11.0	40.00	5.00
9	30/11/2011	4	6	3	4	4.3	8.5	48.50	5.39
10	01/12/2011	3	4	5	4	4.0	8.0	56.50	5.65
11	02/12/2011	2	3	4	3	3.0	6.0	62.50	5.68
12	03/12/2011	4	4	2	5	3.8	7.5	70.00	5.83 V.M
13	04/12/2011	3	2	2	2	2.3	4.5	74.50	5.73
14	05/12/2011	2	3	1	3	2.3	4.5	79.00	5.64
15	06/12/2011	1	1	3	2	1.8	3.5	82.50	5.50
16	07/12/2011	0	0	0	0	0	0	82.50	5.16
17	08/12/2011	1	1	2	1	1.3	2.5	85.00	5.00
18	09/12/2011	1	0	0	1	0.5	1.0	86.00	4.78 G.D.M
19	10/12/2011								
20	11/12/2011								
<b>TOTAL</b>		43	43	42	44	43.0	86.0		

SEMILLAS NO GERMINADAS	REPETICIONES				PROMEDIO	PORCENTAJE(%)
	R1	R2	R3	R4		
DURMIENTES	5	6	6	5	5.5	11
ANORMALES						
ENFERMAS						
VANAS	2	1	2	1	1.5	3
<b>TOTAL</b>	7	7	8	6	7.0	14

### Anexo 1.9: Germinación tratamiento T2 – Vivero

#### TRATAMIENTO (T2=AG<sub>3</sub> 2000ppm)

N° DIA	SEMILLAS GERMINADAS EN VIVERO								
	FECHA	R1	R2	R3	R4	PROMEDIO	% DE GERM. DIAR.	% ACUMULADO	% g.d.pa
1	22/11/2011	0	0	0	0	0	0	0	0
2	23/11/2011	0	0	0	0	0	0	0	0
3	24/11/2011	0	0	0	0	0	0	0	0
4	25/11/2011	0	0	0	0	0	0	0	0
5	26/11/2011	2	1	2	1	1.5	3.0	3.00	0.60
6	27/11/2011	5	6	4	5	5.0	10.0	13.00	2.17
7	28/11/2011	9	7	8	7	7.8	15.5	28.50	4.07
8	29/11/2011	6	5	4	5	5.0	10.0	38.50	4.81
9	30/11/2011	4	6	3	4	4.3	8.5	47.00	5.22
10	01/12/2011	3	4	5	4	4.0	8.0	55.00	5.50
11	02/12/2011	4	3	4	3	3.5	7.0	62.00	5.64
12	03/12/2011	3	4	2	4	3.3	6.5	68.50	5.71
13	04/12/2011	3	2	3	3	2.8	5.5	74.00	5.69
14	05/12/2011	2	3	1	3	2.3	4.5	78.50	5.61
15	06/12/2011	1	1	2	1	1.3	2.5	81.00	5.40
16	07/12/2011	0	0	0	0	0	0	81.00	5.06
17	08/12/2011	1	1	2	2	1.5	3.0	84.00	4.94
18	09/12/2011	1	0	1	0	0.5	1.0	85.00	4.72
19	10/12/2011								
20	11/12/2011								
<b>TOTAL</b>		44	43	41	42	42.5	85.0		

V.M

G.D.M

SEMILLAS NO GERMINADAS	REPETICIONES				PROMEDIO	PORCENTAJE(%)
	R1	R2	R3	R4		
DURMIENTES	4	6	6	6	5.5	11.0
ANORMALES						
ENFERMAS						
VANAS	2	1	3	2	2.0	4.0
<b>TOTAL</b>	6	7	9	8	7.5	15.0

### Anexo 1.10: Germinación tratamiento T3 - Vivero

#### TRATAMIENTO (T3=NK0<sub>3</sub> 1000ppm)

N° DIA	SEMILLAS GERMINADAS EN VIVERO								
	FECHA	R1	R2	R3	R4	PROMEDIO	% DE GERM. DIAR.	% ACUMULADO	% g.d.pa
1	22/11/2011	0	0	0	0	0	0	0	0
2	23/11/2011	0	0	0	0	0	0	0	0
3	24/11/2011	0	0	0	0	0	0	0	0
4	25/11/2011	0	0	0	0	0	0	0	0
5	26/11/2011	2	3	2	3	2.5	5.0	5.00	1.00
6	27/11/2011	3	4	5	6	4.5	9.0	14.00	2.33
7	28/11/2011	7	8	7	8	7.5	15.0	29.00	4.14
8	29/11/2011	7	6	5	4	5.5	11.0	40.00	5.00
9	30/11/2011	6	5	4	5	5.0	10.0	50.00	5.56
10	01/12/2011	4	3	3	4	3.5	7.0	57.00	5.70
11	02/12/2011	5	4	4	4	4.3	8.5	65.50	5.95
12	03/12/2011	2	2	3	2	2.3	4.5	70.00	5.83
13	04/12/2011	3	1	2	1	1.8	3.5	73.50	5.65
14	05/12/2011	2	3	3	3	2.8	5.5	79.00	5.64
15	06/12/2011	0	0	0	0	0	0	79.00	5.27
16	07/12/2011	2	2	2	2	2.0	4.0	83.00	5.19
17	08/12/2011	0	1	1	1	0.8	1.5	84.50	4.97
18	09/12/2011								
19	10/12/2011								
20	11/12/2011								
<b>TOTAL</b>		43	42	41	43	42.3	84.5		

V.M

G.D.M

SEMILLAS NO GERMINADAS	REPETICIONES				PROMEDIO	PORCENTAJE(%)
	R1	R2	R3	R4		
DURMIENTES	5	6	6	6	5.75	11.5
ANORMALES						
ENFERMAS						
VANAS	2	2	3	1	2.0	4.0
<b>TOTAL</b>	7	8	9	7	7.75	15.5

### Anexo 1.11: Germinación tratamiento T4 - Vivero

#### TRATAMIENTO (T4=NKO<sub>3</sub> 2000ppm)

N° DIA	SEMILLAS GERMINADAS EN VIVERO								
	FECHA	R1	R2	R3	R4	PROMEDIO	% DE GERM. DIAR.	% ACUMULADO	% g.d.pa
1	22/11/2011								
2	23/11/2011	0	0	0	0	0	0	0	0
3	24/11/2011	0	0	0	0	0	0	0	0
4	25/11/2011	0	0	0	0	0	0	0	0
5	26/11/2011	3	3	4	2	3.0	6.0	6.00	1.20
6	27/11/2011	3	4	5	4	4.0	8.0	14.00	2.33
7	28/11/2011	8	6	7	9	7.5	15.0	29.00	4.14
8	29/11/2011	5	4	5	5	4.8	9.5	38.50	4.81
9	30/11/2011	6	7	4	7	6.0	12.0	50.50	5.61
10	01/12/2011	5	3	5	6	4.8	9.5	60.00	6.00
11	02/12/2011	4	3	4	4	3.8	7.5	67.50	6.14
12	03/12/2011	3	2	3	1	2.3	4.5	72.00	6.00
13	04/12/2011	1	3	2	0	1.5	3.0	75.00	5.77
14	05/12/2011	1	2	3	1	1.8	3.5	78.50	5.61
15	06/12/2011	0	0	0	0	0	0.0	78.50	5.23
16	07/12/2011	2	2	2	2	2.0	4.0	82.50	5.16
17	08/12/2011	1	1	0	1	0.8	1.5	84.00	4.94
18	09/12/2011								
19	10/12/2011								
20	11/12/2011								
<b>TOTAL</b>		42	40	44	42	42.0	84.0		

V.M

G.D.M

SEMILLAS NO GERMINADAS	REPETICIONES				PROMEDIO	PORCENTAJE(%)
	R1	R2	R3	R4		
DURMIENTES	6	7	5	6	6	12
ANORMALES						
ENFERMAS						
VANAS	2	3	1	2	2	4
<b>TOTAL</b>	8	10	6	8	8	16



### Anexo 1.12: Germinación tratamiento T5 - Vivero

#### TRATAMIENTO (T5=ESCARIFICACIÓN MECANICA)

N° DIA	SEMILLAS GERMINADAS EN VIVERO								
	FECHA	R1	R2	R3	R4	PROMEDIO	% DE GERM. DIAR.	% ACUMULADO	% g.d.pa
1	22/11/2011	0	0	0	0	0	0	0	0
2	23/11/2011	0	0	0	0	0	0	0	0
3	24/11/2011	0	0	0	0	0	0	0	0
4	25/11/2011	0	0	0	0	0	0	0	0
5	26/11/2011	6	8	9	7	7.5	15.0	15.00	3.00
6	27/11/2011	8	9	8	10	8.8	17.5	32.50	5.42
7	28/11/2011	13	12	12	15	13.0	26.0	58.50	8.36
8	29/11/2011	7	5	7	6	6.3	12.5	71.00	8.88
9	30/11/2011	4	5	3	4	4.0	8.0	79.00	8.78
10	01/12/2011	2	2	1	1	1.5	3.0	82.00	8.20
11	02/12/2011	2	2	3	2	2.3	4.5	86.50	7.86
12	03/12/2011	3	3	2	2	2.5	5.0	91.50	7.63
13	04/12/2011	1	2	3	0	1.5	3.0	94.50	7.27
14	05/12/2011	0	0	0	0	0	0	94.50	6.75
15	06/12/2011	1	0	1	1	0.8	1.5	96.00	6.40
16	07/12/2011								
17	08/12/2011								
18	09/12/2011								
19	10/12/2011								
20	11/12/2011								
<b>TOTAL</b>		47	48	49	48	48.0	96.0		

V.M

G.D.M

SEMILLAS NO GERMINADAS	REPETICIONES				PROMEDIO	PORCENTAJE(%)
	R1	R2	R3	R4		
DURMIENTES	2	2	1	2	1.75	3.5
ANORMALES						
ENFERMAS						
VANAS	1	0	0	0	0.25	0.5
<b>TOTAL</b>	3	2	1	2	2.00	4.0

## ANEXO 02: PORCENTAJE DE GERMINACIÓN EN LABORATORIO Y VIVERO

### 2.1 Porcentaje de germinación en Laboratorio

TRATAMIENTOS	Repeticiones				Promedio germinación	% Germinación
	R1	R2	R3	R4		
T0 = TESTIGO	43	39	39	39	40.00	80.00
T1=AG <sub>3</sub> 1000ppm	45	43	43	43	43.50	87.00
T2=AG <sub>3</sub> 2000ppm	42	43	44	43	43.00	86.00
T3=NKO <sub>3</sub> 1000ppm	42	43	42	43	42.50	85.00
T4=NKO <sub>3</sub> 2000ppm	44	41	42	42	42.25	84.50
T5=ESCARIFICACIÓN MÉCANICA	48	49	47	50	48.50	97.00

### 2.2 Porcentaje de Germinación en vivero

TRATAMIENTOS	Repeticiones				Promedio germinación	% Germinación
	R1	R2	R3	R4		
T0 = TESTIGO	38	41	39	40	39.50	79.00
T1=AG <sub>3</sub> 1000ppm	43	43	42	44	43.00	86.00
T2=AG <sub>3</sub> 2000ppm	44	43	41	42	42.50	85.00
T3=NKO <sub>3</sub> 1000ppm	43	42	41	43	42.30	84.50
T4=NKO <sub>3</sub> 2000ppm	42	40	44	42	42.00	84.00
T5=ESCARIFICACIÓN MÉCANICA	47	48	49	48	48.00	96.00

### ANEXO 03: PROMEDIO DE SEMILLAS GERMINADAS EN LABORATORIO Y VIVERO

#### PROMEDIO DE SEMILLAS GERMINADAS EN LABORATORIO SEGÚN EL NÚMERO DE DÍAS POR TRATAMIENTOS

Dias	T0 = TESTIGO	T1=AG <sub>3</sub> 1000ppm	T2=AG <sub>3</sub> 2000ppm	T3=NKO <sub>3</sub> 1000ppm	T4=NKO <sub>3</sub> 2000ppm	T5=ESCARIFICACIÓN MÉCANICA
1	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0
3	2	3	4	4	4	6
4	5	7	7	8	8	15
5	6	9	8	9	8	20
6	4	7	7	7	7	4
7	3	7	7	6	6	3
8	3	5	5	4	6	1
9	5	4	4	4	3	
10	3	1	1	2		
11	4					
12	3					
13	2					
14	2					

#### PROMEDIO DE SEMILLAS GERMINADAS SEGÚN EL NÚMERO DE DIAS EN VIVERO POR TRATAMIENTOS

DIAS	T0 = TESTIGO	T1=AG <sub>3</sub> 1000ppm	T2=AG <sub>3</sub> 2000ppm	T3=NKO <sub>3</sub> 1000ppm	T4=NKO <sub>3</sub> 2000ppm	T5=ESCARIFICACIÓN MÉCANICA
1	0	0	0	0		0
2	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0
5	1	2	2	3	3	8
6	3	5	5	5	4	9
7	6	8	8	8	8	13
8	4	6	5	6	5	6
9	5	4	4	5	6	4
10	4	4	4	4	5	2
11	3	3	4	4	4	2
12	2	4	3	2	2	3
13	3	2	3	2	2	2
14	3	2	2	3	2	
15	3	2	1			
16	2					
17	2					

## ANEXO 04: ENERGÍA GERMINATIVA EN LABORATORIO Y VIVERO

### 4.1 Energía germinativa en laboratorio

TRATAMIENTOS	GERMINACIÓN (días)			REPETICIONES				PROMEDIO	% EG
	Inicio	Término	Periodo	R1	R2	R3	R4		
T0 = TESTIGO	3	14	11	42	37	36	38	38.25	76.50
T1=AG3 1000ppm	3	10	7	45	42	43	43	43.25	86.50
T2=AG3 2000ppm	3	10	7	42	42	43	42	42.25	84.50
T3=NKO3 1000ppm	3	10	7	41	43	41	43	42.00	84.00
T4=NKO3 2000ppm	3	9	6	43	40	41	39	40.75	81.50
T5=ESCARIFICACIÓN MEC.	3	8	5	48	49	47	50	48.50	97.00

### 4.2 Energía germinativa en vivero

TRATAMIENTOS	GERMINACIÓN (días)			REPETICIONES				PROMEDIO	% EG
	Inicio	Término	Periodo	R1	R2	R3	R4		
T0 = TESTIGO	5	17	12	37	38	38	39	38.00	76.00
T1=AG3 1000ppm	5	15	10	41	42	40	42	41.25	82.50
T2=AG3 2000ppm	5	15	10	42	42	38	40	40.50	81.00
T3=NKO3 1000ppm	5	14	9	41	39	38	40	39.50	79.00
T4=NKO3 2000ppm	5	14	9	39	37	42	39	39.25	78.50
T5=ESCARIFICACIÓN MEC.	5	13	8	46	48	48	47	47.25	94.50

## ANEXO 05: VALOR DE GERMINACIÓN EN LABORATORIO Y VIVERO

### 5.1 Valor de la germinación en laboratorio

TRATAMIENTOS	% PG	VM	% EG	PEG (días)	GDM Final	VG
TESTIGO	80.0	6.05	76.5	14	5.00	30.25
T1	87.0	9.50	86.5	10	7.25	68.88
T2	86.0	9.31	84.5	10	7.17	66.75
T3	85.0	9.29	84.0	10	7.08	65.77
T4	84.5	9.50	81.5	9	7.04	66.88
T5	97.0	16.40	97.0	8	12.13	198.93

### 5.2 Valor de la germinación en vivero

TRATAMIENTOS	% PG	VM	% EG	PEG (días)	GDM Final	VG
TESTIGO	79.0	4.60	76.0	17	3.95	18.17
T1	86.0	5.83	82.5	15	4.78	27.87
T2	85.0	5.71	81.0	15	4.72	26.95
T3	84.5	5.95	79.0	14	4.97	29.57
T4	84.0	6.14	78.5	14	4.94	30.33
T5	96.0	8.88	94.5	13	6.40	56.83

## Anexo 06

### Análisis estadístico en el programa SAS para la variable germinación a nivel de laboratorio.

Sistema SAS

```

Procedimiento GLM
Información del nivel de clase
Clase  Niveles  Valores
REP    4  R1 R2 R3 R4
TRAT   6  T0 T1 T2 T3 T4 T5
Número de observaciones  24
    
```

Sistema SAS  
Procedimiento GLM

Variable dependiente: RDTO

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
modelo	5	164.0000000	20.5000000	13.39	<.0001
Error	18	22.9583333	1.5305556		
Total correcto	23	186.9583333			

R-cuadrado	Coef Var	Raiz MSE	RDTO Media
0.877201	2.857724	1.237156	43.29167

Fuente	DF	Tipo I SS	la media	F-Valor	Pr > F
REP	3	4.7916667	1.5972222	1.04	0.4019
TRAT	5	159.2083333	31.8416667	20.80	<.0001

Fuente	DF	Tipo III SS	la media	F-Valor	Pr > F
REP	3	4.7916667	1.5972222	1.04	0.4019
TRAT	5	159.2083333	31.8416667	20.80	<.0001

Sistema SAS  
Procedimiento GLM

Prueba del rango estudentizado de Tukey (HSD) para RDTO

NOTA: Este test controla el índice de error experimentwise de tipo I, pero normalmente tiene un índice de error de tipo II más elevado que REGWQ.

Alfa	0.05
Error de grados de libertad	18
Error de cuadrado medio	1.530556
Valor crítico del rango estudentizado	4.59474
Diferencia significativa mínima	2.8422

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

Tukey Agrupamiento	Media	N	TRAT
A	48.5000	4	T5
B	43.5000	4	T1
B	43.0000	4	T2
C B	42.5000	4	T3
C B	42.2500	4	T4
C	40.0000	4	T0

## Anexo 07

### Análisis estadístico en el programa SAS para la variable energía germinativa a nivel de laboratorio.

```

Sistema SAS
  Procedimiento GLM
  Información del nivel de clase
  Clase Niveles Valores
  REP 4 R1 R2 R3 R4
  TRAT 6 T0 T1 T2 T3 T4 T5
  Número de observaciones 24
Sistema SAS
  Procedimiento GLM
Variable dependiente: EG
  Suma de Cuadrado de
Fuente DF cuadrados la media F-Valor Pr > F
Modelo 5 241.3333333 30.1666667 13.05 <.0001
Error 18 34.6666667 2.3111111
Total correcto 23 276.0000000
  R-cuadrado Coef Var Raiz MSE RDTO Media
0.874396 3.577021 1.520234 42.50000
  Cuadrado de
Fuente DF Tipo I SS la media F-Valor Pr > F
REP 3 9.3333333 3.1111111 1.35 0.2970
TRAT 5 232.0000000 46.4000000 20.08 <.0001
  Cuadrado de
Fuente DF Tipo III SS la media F-Valor Pr > F
REP 3 9.3333333 3.1111111 1.35 0.2970
TRAT 5 232.0000000 46.4000000 20.08 <.0001
Sistema SAS
  Procedimiento GLM
  Prueba del rango estudentizado de Tukey (HSD) para RDTO
NOTA: Este test controla el índice de error experimentwise de tipo I, pero normalmente tiene un
índice de error de tipo II más elevado que REGWQ.
  Alfa 0.05
  Error de grados de libertad 18
  Error de cuadrado medio 2.311111
  Valor crítico del rango estudentizado 4.59474
  Diferencia significativa mínima 3.4925
  Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.
  Tukey Agrupamiento Media N TRAT
  A 48.500 4 T5
  B 43.250 4 T1
  B
  B 42.250 4 T2
  B
  B 42.000 4 T3
  B
  C B 40.750 4 T4
  C
  C 38.250 4 T0
  
```

## Anexo 08

### Análisis estadístico en el programa SAS para la variable germinación a nivel de vivero.

```

Sistema SAS      Procedimiento GLM
Información del nivel de clase
Clase  Niveles  Valores
REP    4  R1 R2 R3 R4
TRAT   6  T0 T1 T2 T3 T4 T5
Número de observaciones 24
Sistema SAS
Procedimiento GLM
Variable dependiente: EG

Fuente          Suma de Cuadrado de
                DF  cuadrados  la media  F-Valor  Pr > F
modelo          5  156.6666667  19.5833333  12.26  <.0001
Error           18  23.9583333  1.5972222
Total correcto  23  180.6250000

R-cuadrado      Coef Var  Raiz MSE  RDTO Media
0.867359        2.947668  1.263813  42.87500

Cuadrado de
Fuente          DF  Tipo I SS  la media  F-Valor  Pr > F
REP             3  0.7916667  0.2638889  0.17  0.9181
TRAT           5  155.8750000  31.1750000  19.52  <.0001

Cuadrado de
Fuente          DF  Tipo III SS  la media  F-Valor  Pr > F
REP             3  0.7916667  0.2638889  0.17  0.9181
TRAT           5  155.8750000  31.1750000  19.52  <.0001

Sistema SAS
Procedimiento GLM
Prueba del rango estudentizado de Tukey (HSD) para RDTO
NOTA: Este test controla el índice de error experimentwise de tipo I, pero normalmente tiene un
índice de error de tipo II más elevado que REGWQ.
Alfa              0.05
Error de grados de libertad      18
Error de cuadrado medio          1.597222
Valor crítico del rango estudentizado 4.59474
Diferencia significativa mínima  2.9034
Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

Tukey Agrupamiento  Media  N  TRAT
A  48.0000  4  T5
B  43.0000  4  T1
B
B  42.5000  4  T2
B
C B  42.2500  4  T3
C B
C B  42.0000  4  T4
C
C  39.5000  4  T0

```



## Anexo 09

### Análisis estadístico en el programa SAS para la variable energía germinativa a nivel de vivero.

Sistema SAS

```

Procedimiento GLM
Información del nivel de clase
Clase Niveles Valores
REP 4 R1 R2 R3 R4
TRAT 6 T0 T1 T2 T3 T4 T5
Número de observaciones 24
Sistema SAS
Procedimiento GLM

```

Variable dependiente: EG

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	5	215.5000000	26.9375000	11.40	<.0001
Error	18	35.4583333	2.3638889		
Total correcto	23	250.9583333			

R-cuadrado	Coef Var	Raiz MSE	RDTO Media
0.858708	3.753801	1.537494	40.95833

Fuente	DF	Tipo I SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
REP	3	0.7916667	0.2638889	0.11	0.9520
TRAT	5	214.7083333	42.9416667	18.17	<.0001

Fuente	DF	Tipo III SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
REP	3	0.7916667	0.2638889	0.11	0.9520
TRAT	5	214.7083333	42.9416667	18.17	<.0001

Sistema SAS  
Procedimiento GLM

Prueba del rango estudentizado de Tukey (HSD) para RDTO

NOTA: Este test controla el índice de error experimentwise de tipo I, pero normalmente tiene un índice de error de tipo II más elevado que REGWQ.

Alfa	0.05
Error de grados de libertad	18
Error de cuadrado medio	2.363889
Valor crítico del rango estudentizado	4.59474
Diferencia significativa mínima	3.5322

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

Tukey Agrupamiento	Media	N	TRAT
A	47.250	4	T5
B	41.250	4	T1
B			
B	40.500	4	T2
B			
B	39.500	4	T3
B			
B	39.250	4	T4
B			
B	38.000	4	T0

**ANEXO 10: Datos climatológicos (Temperatura y Precipitación), periodo  
206 - 2011**

PROMEDIO MENSUAL DE LAS TEMPERATURAS MAX. Y MIN. DESDE 2006 - 2011

**M E S E S**

AÑO	ENER	FEB	MAR	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOS	SEPT	OCTUB	NOV	DIC
2006	-	25.6	22.9	23.8	21.7	20.6	20.8	20.3	20.3	20.8	22.34	23.1
2007	25.4	25.2	25	24.0	21	19	18.8	18.2	NO SE TOMO	DATOS		21.1
2008	24.8	23.8	26	24.0	22	20.7	20.8	20.6	20.7	20.6	21.4	22.7
2009	24.3	26.4	26.1	24.9	22.8	21	20.4	20.2	20.3	20.8	21.8	23.7
2010	24.3	26.1	25.8	24.9	22.4	20.2	18.6	18.4	18.6	19	19.3	22.5
2011	24.0	25.0	24.3	-	-	-	-	-	-	-	-	-

PRECIPITACIÓN MENSUAL DESDE 2006 - 2011

AÑO	ENER	FEB	MAR	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOS	SEPT	OCTUB	NOV	DIC	PP°/Año
2006		3.3	20.1	1.7	-	-	0.2	0.2	-	-	0.1	1.3	26.9
2007	6.5	-	11.0	6.5	1.1	-	-		NO SE TOMO	DATOS		0.4	25.5
2008	4.0	23.3	13.2	0.7	-	2.8	-	0.5	1.6	-	4.2	-	50.3
2009	20.1	6.6	5.0	2.7		0.1	-	-	0.2	-	0.4	-	35.1
2010	0.1	30.2	12.8	12.9	-	-	-	-	-	6.3	0.4	1.7	64.4
2011	4.6	0.5	5.9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	11.0

FUENTE : SENAMHI (DATOS TABULADOS PERSONALMENTE A PARTIR DE LOS REGISTROS DIARIOS DE TEMPERATURA Y PRECIPITACIÓN. ESTACIÓN METEOROLÓGICA LA TAYA-GUADALUPE)

**ARCHIVO**  
**FOTOGRAFICO**



Foto 01: Frutos de *Prosopis pallida* Kunth



Foto 02: Pesado del fruto de *Prosopis pallida* Kunth.



Foto 03: Pesando las muestras de semillas de *Prosopis pallida* Kunth

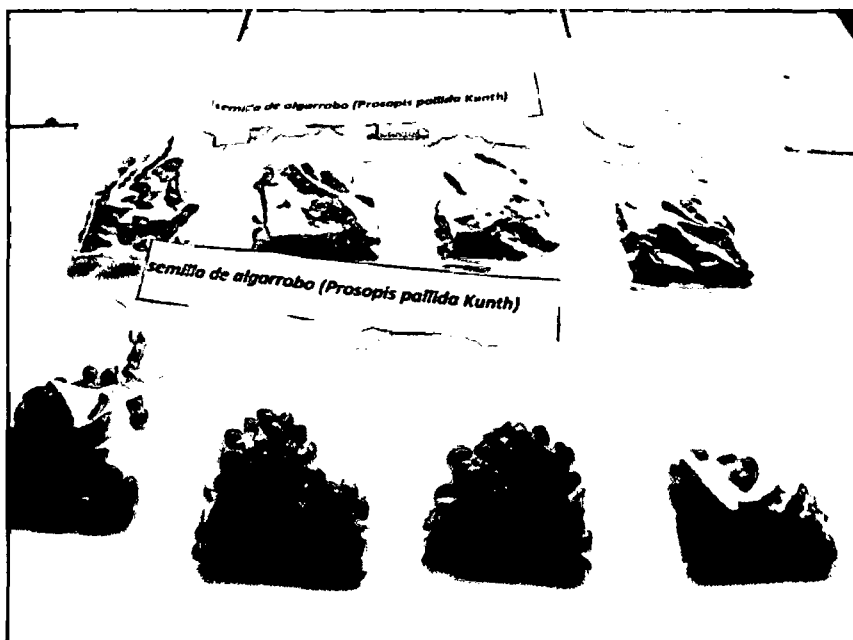


Foto 04: Muestras de semilla de *Prosopis pallida* Kunth

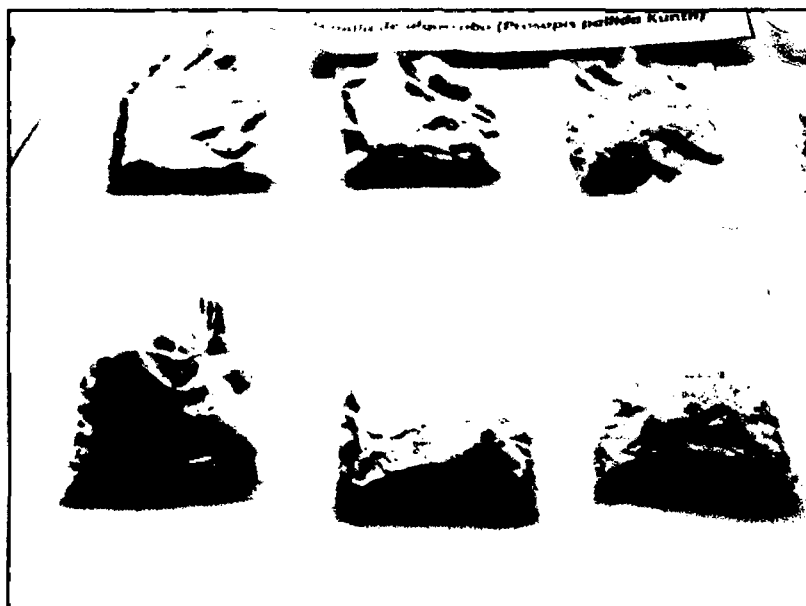


Foto 05: Muestras de Semilla de algarrobo (*Prosopis pallida* Kunth) listas para aplicarles el tratamiento



Foto 06: Soluciones de ácido giberélico (T1) y nitrato de potasio (T2)



Foto 07: Germinación de las semillas de *Prosopis pallida* Kunth en laboratorio



Foto 08: Extracción y conteo de las semillas germinadas

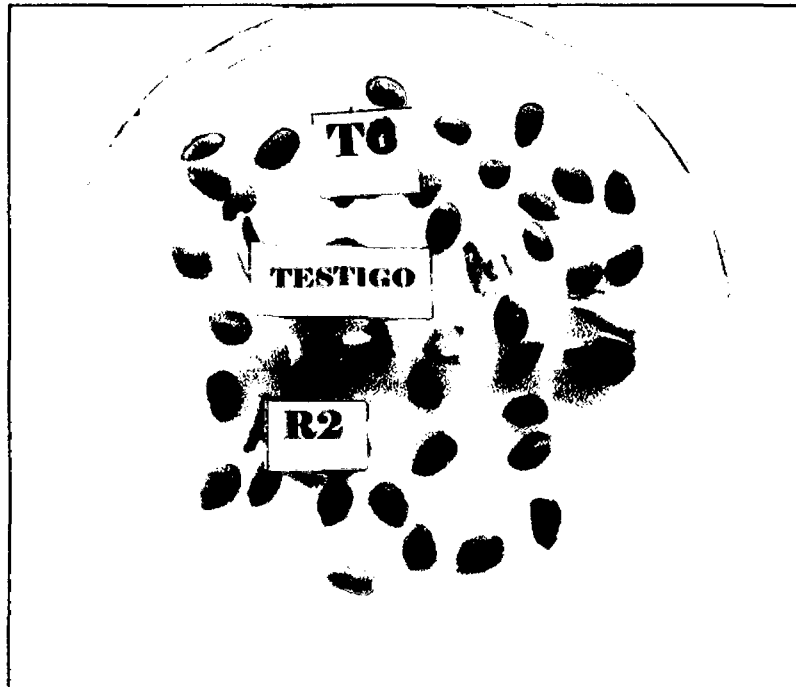


Foto 09: Semillas germinadas del Testigo

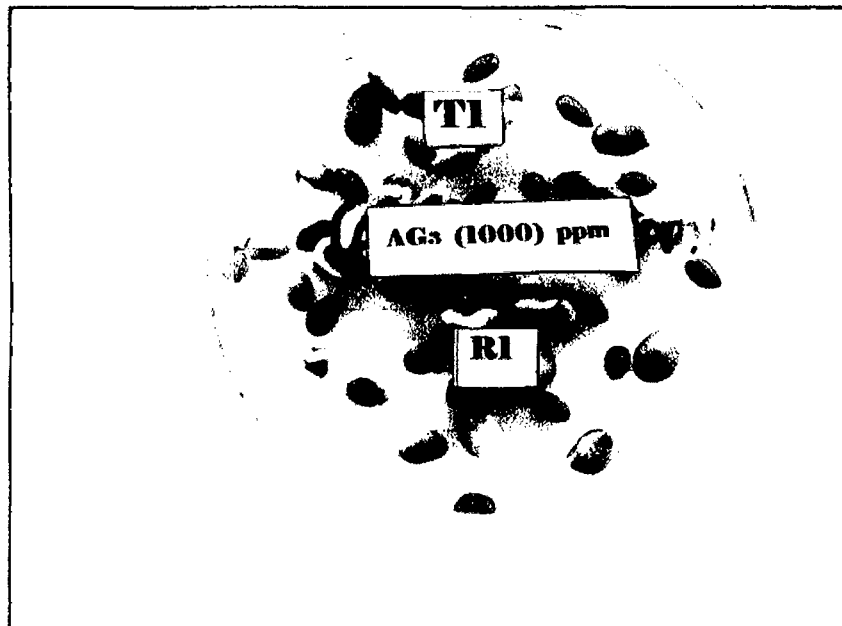


Foto 10: Semillas germinadas mediante tratamiento  
T1 (ácido giberélico 1000 ppm)



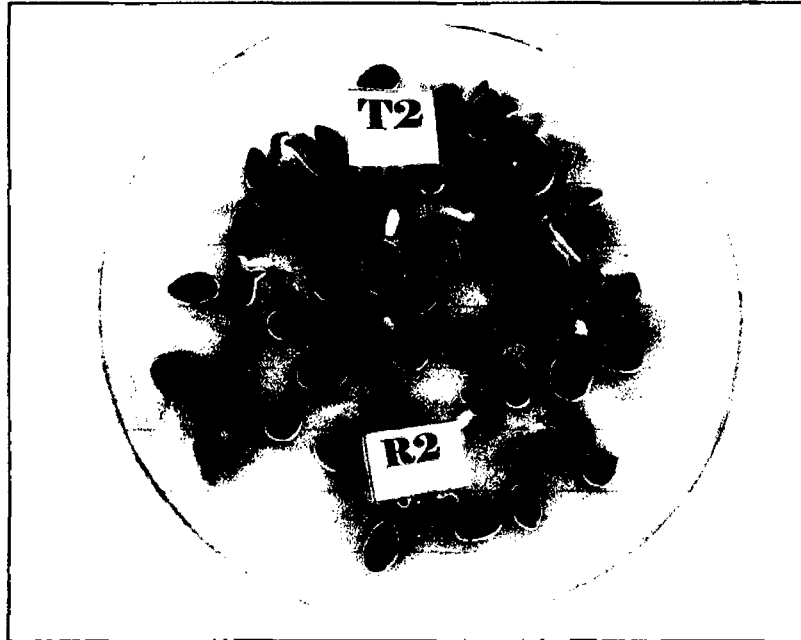


Foto 11: Semillas germinadas mediante tratamiento  
T2 (ácido giberélico 2000 ppm)



Foto 12: Semillas germinadas mediante tratamiento  
T3 (nitrato de potasio 1000 ppm)



Foto 13: Semillas germinadas mediante tratamiento T3 (nitrato de potasio 2000 ppm)

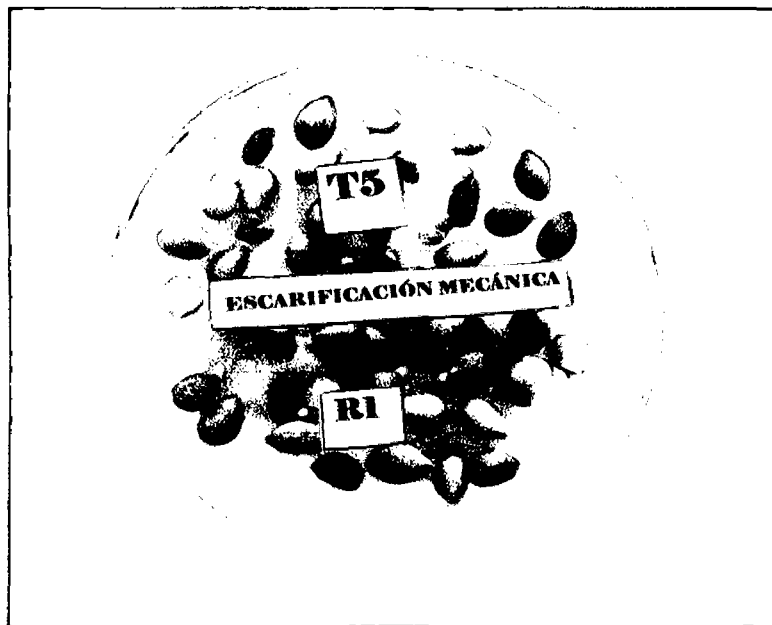


Foto 14: Semillas de *Prosopis pallida* Kunth germinadas mediante tratamiento T5 (escarificación mecánica)

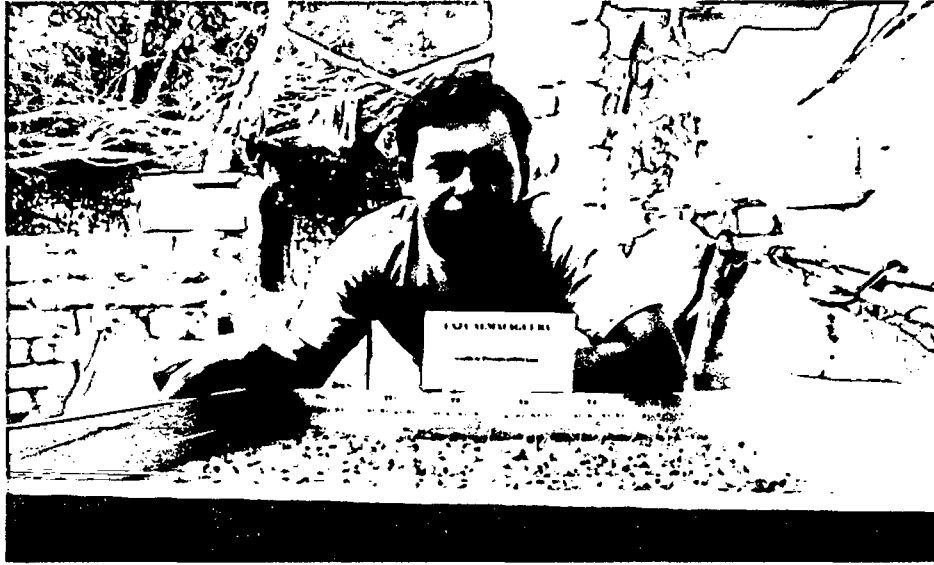


Foto 15: Caja almaciguera (vivero)



Foto 16: Semillas de *Prosopis pallida* Kunth germinadas en vivero.



Foto 17: Conteo de semillas germinadas de *Prosopis pallida* Kunth



Foto 18: Extracción de semillas germinadas de *Prosopis pallida* Kunth

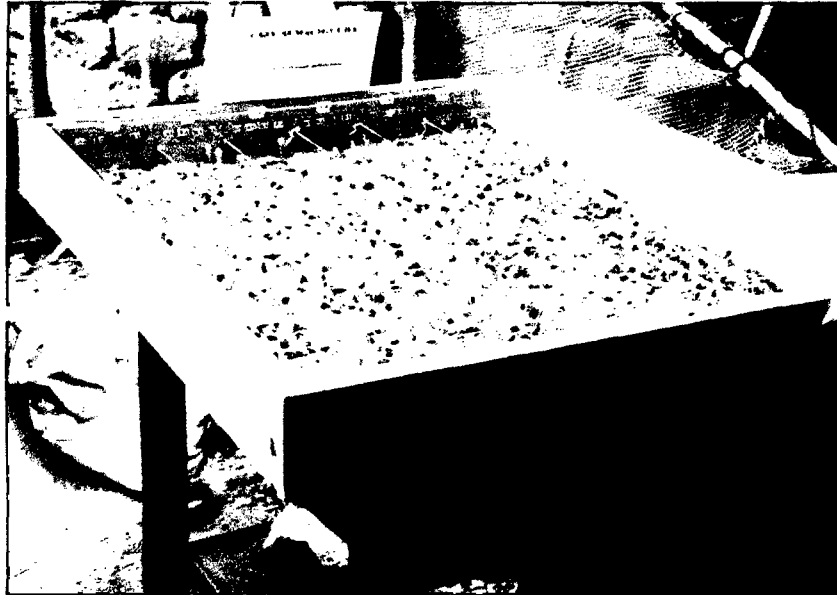


Foto 19: Vista aérea del almacigo en contenedores de madera



Foto 20: Germinación en vivero de semilla de *Prosopis pallida* Kunth mediante los diferentes tratamientos explicados

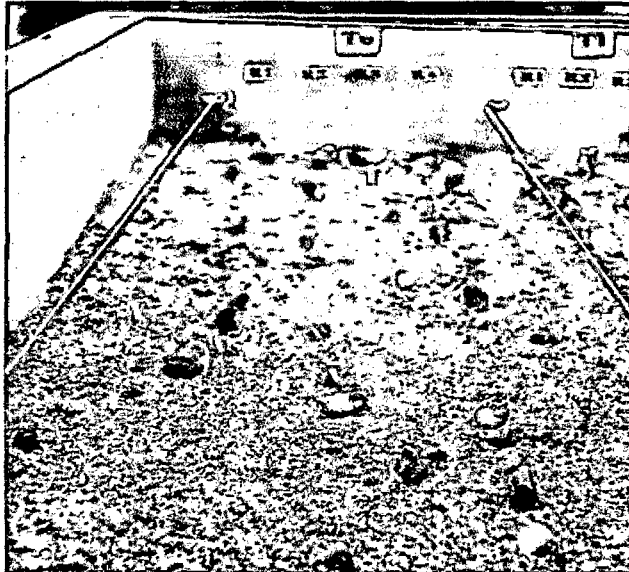


Foto 21: Germinación de semilla de *Prosopis pallida* en vivero  
T0 (testigo)



Foto 22: Germinación de semilla de *Prosopis pallida* en vivero  
T1 (Ácido giberélico 1000 ppm)

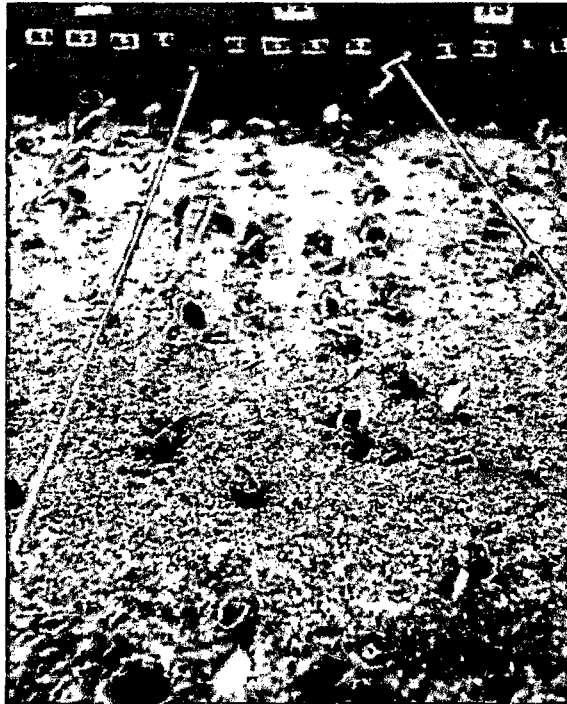


Foto 23: Germinación de semilla de *Prosopis pallida* en vivero  
T2 (Ácido giberélico 2000 ppm)

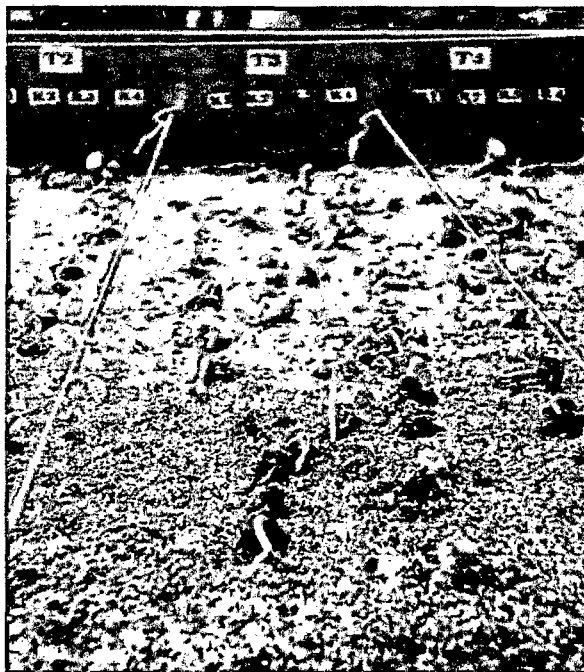


Foto 24: Germinación de semilla de *Prosopis pallida* en vivero  
T3 (Nitrato de potasio 1000 ppm)

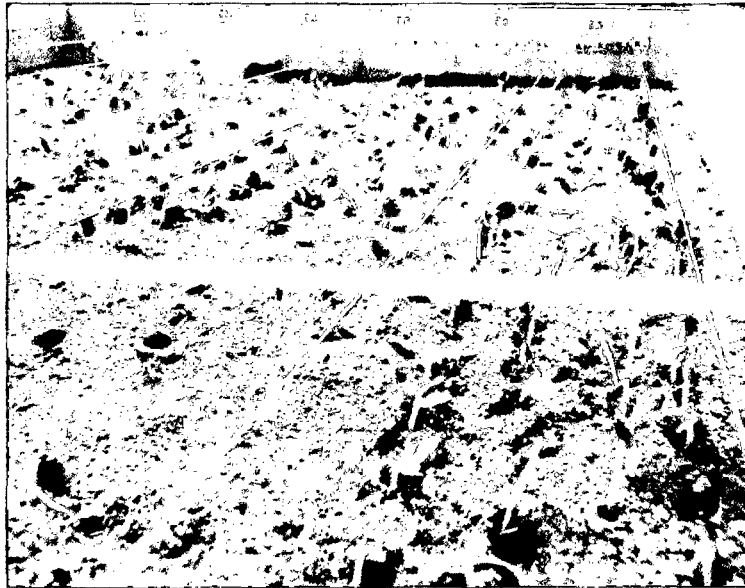


Foto 25: Semillas germinadas de *Prosopis pallida* en vivero  
T4 (Nitrato de potasio 2000 ppm) y T4 (Escarificación mecánica)