

**UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA
“ANTONIO NARRO”
DIVISION DE AGRONOMIA**



**EVALUACIÓN DE CUATRO TRATAMIENTOS DE ESCARIFICACIÓN
PARA LA GERMINACIÓN DE LA SEMILLA DEL COLORÍN, *Sophora
secundiflora Ortega***

POR:

ALFREDO LÓPEZ RUEDA

TESIS

Presentada Como Requisito Parcial para Obtener el Título de:

INGENIERO FORESTAL

Buenavista, Saltillo Coahuila, México, Junio del 2008

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA “ANTONIO NARRO”
DIVISION DE AGRONOMIA
DEPARTAMENTO FORESTAL

**EVALUACIÓN DE CUATRO TRATAMIENTOS DE ESCARIFICACIÓN
PARA LA GERMINACIÓN DE LA SEMILLA DEL COLORÍN, *Sophora
secundiflora Ortega***

POR:

ALFREDO LÓPEZ RUEDA

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO FORESTAL

APROBADA

ASESOR PRINCIPAL

Dr. M. Ángel Capo Arteaga

**COORDINADOR DE LA
DIVISIÓN DE AGRONOMIA**

Dr. M. Ernesto Vázquez Badillo

Buenavista, Saltillo Coahuila, México, Junio del 2008

**UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA “ANTONIO NARRO”
DIVISIÓN DE AGRONOMIA
DEPARTAMENTO FORESTAL**

**EVALUACIÓN DE CUATRO TRATAMIENTOS DE ESCARIFICACIÓN
PARA LA GERMINACIÓN DE LA SEMILLA DEL COLORÍN, *Sophora
secundiflora Ortega***

Presentado por:

ALFREDO LÓPEZ RUEDA

TESIS

Que somete a la consideración del H. Jurado Examinador como requisito parcial para
obtener el título de:

INGENIERO FORESTAL

**APROBADA
ASESOR PRINCIPAL**

Dr. Miguel Ángel Capo Arteaga

SINODAL

Ing. Sergio Braham Sabag

SINODAL

MC. José Armando Nájera castro

COORDINADOR DE LA DIVISION DE AGRONOMIA

Dr. M. Ernesto Vázquez Badillo

Buenavista, Saltillo Coahuila, México, Junio del 2008

DEDICATORIA

A mis padres

Esteban López Morales y Epifanía Rueda Sánchez, les doy las gracias por haberme dado la vida, por sus sabios consejos que me han impulsado a seguir en el camino de la superación. A mi madre por ese gran amor de una mujer que me dio y que me ha regalado desde mi niñez, en mi juventud y hasta hoy, gracias madre mía, gracias por tu gran amor inigualable, gracias por tus oraciones constantes a Dios, con el fin de que yo este bien, bien de salud, gracias madre, este logro se los dedico a ustedes. A mi padre por ese carisma y paciencia de un padre por un hijo, gracias jefe, gracias por las fuerzas que me brindas, ese amor de un padre que siente por sus hijos, aunque hay veces esta muy adentro, pero cuando es necesario explota hasta cubriendo el abismo de la soledad con un resplandor de amor y confianza.

A mis hermanos Félix y Samuel

Con mucho cariño para ellos, gracias por el cariño de hermano que me han brindado en todo momento, en las buenas y en las malas. Les agradezco de todo corazón a mis dos hermanos, por sacrificar muchas cosas con el fin de que un hermano alcanzara su meta y se hiciera realidad su sueño.

A mi esposa e hija

A un persona que me ha acompañado en los tres años de mi carrera, a mi esposa María de los Ángeles, una persona tan especial para mi, con quien he caminado estos años en los momentos buenos y malos, siempre demostrando ese apoyo incondicional, gracias amor por confiar en mi, tenerme paciencia y confianza para lograr este éxito, sabiendo que este es el primer paso en el camino del éxito. Y así mismo por regalarme una hija tan maravillosa e inteligente, que las dos han sido motivo de mi superación.

A mi pequeña y preciosa hija Esmeralda.

A mis suegros y mi cuñada

Les dedico también a mis suegros a José Acevedo y Nicacia Cortes, por el apoyo incondicional, gracias por sus humildes oraciones, gracias por confiar en mi, por tener paciencia en mi formación y culminar satisfactoriamente este sueño, este sueño que comparto con ustedes.

A mi cuñada especialmente gracias por el apoyo tanto moral y económicamente, sin tu ayuda no hubiera terminado o dado el ultimo escalón para llegar a la meta, gracias cuñis (Ruvid), confiando en Dios y con la ayuda él no les defraudaré.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a mi creador por todas las bendiciones que ha derramado en mi vida y alrededor de mi familia, gracias a mi eterno padre, gracias por guiarme en tu camino, gracias por tu cuidarme en todo momento, gracias por ser un Dios de amor y de misericordia. Sin ti Señor no sería nada, sin tu luz no vería el camino, sin tus sabios consejos no sabría tomar una decisión, sin tu hablar no sabría decir y escuchar lo bueno. Gracias Padre Eterno, por la vida que me prestas sobre la faz de la tierra.

A la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, por darme la oportunidad de formarme como profesionista, pondré en alto tu nombre Antonio Narro.

Al **Dr. Miguel Ángel Capo Arteaga**, por su apoyo incondicional para que fuese posible este trabajo, por su amistad, orientación y sugerencias en la realización y culminación del mismo.

Al **Ing. Sergio Braham Sabag**, por su apoyo en la revisión en la literatura de este trabajo y sugerencias en la redacción.

Al **MC. José Armando Nájera Castro**, por su apoyo en la revisión en la literatura de este trabajo.

A todos los maestros del departamento forestal por brindarme y enseñarme de sus conocimientos y facilitar también en mi formación como profesionista como Ing. Forestal.

A todos mis compañeros de la universidad, tanto de la carrera y los que no lo son, por compartir conmigo los momentos que estuve en la universidad, allí les pido disculpa si no los menciono a todos.

Un agradecimiento especial para el Ing. Jorge Anrubio Tlazola, por su apoyo para que fuese posible este trabajo.

INDICE DE CONTENIDO

Pagina

INDICE DE FIGURAS	VIII
I INTRODUCCION	1
1.1 Importancia de la semilla	1
1.2 Estudio de la semilla.....	1
1.3 Planteamiento del problema	2
1.4 Objetivo general	3
1.5 Objetivos específicos.....	3
1.6 Hipótesis.....	3
II REVISION DE LITERATURA	4
2.1 Familia	4
2.1.1 Descripción de <i>Sophora secundiflora</i>	4
2.1.2 Propagación	5
2.1.3 Principios activos.....	5
2.1.4 Hábitat de crecimiento.....	5
2.1.5 Distribución.....	5
2.1.6 Importancia.....	6
2.2 Definición de la semilla	6
2.2.1 Estructuras de las semillas	6
2.2.2 Etapas de la formación	7
2.2.3 Calidad de las semillas	7
2.2.4 Concepto de la germinación	7
2.2.5 Proceso de germinación	8
2.2.6 Requerimientos o condiciones de germinación	9
2.2.7 Imbibición	9
2.2.8 Latencia de la semilla	10
2.2.9 Tratamiento para romper latencia.....	10

2.2.10 Escarificación de la semilla con ácido sulfúrico	11
2.2.11 Inmersión en agua caliente.....	12
2.2.12 Remojo en agua	12
III MATERIALES Y METODOS	14
3.1 Ubicación del área de estudio	14
3.2 Descripción de las actividades que se realizaron	14
3.2.1 Materiales y sustancias que se utilizaron	14
3.2.2 Tratamientos.....	14
3.2.3 Descripción de los tratamientos.....	15
3.2.3.1 Tratamiento con ácido sulfúrico al 100% por 15 min	15
3.2.3.2 Agua caliente a 24 hrs + ácido sulfúrico al 50% por 15 min	15
3.2.3.3 Tratamiento con agua caliente a 24 hrs.....	16
3.2.3.4 Testigo.....	16
3.2.4 Diseño experimental	17
3.2.5 Distribución de los tratamientos.....	17
3.2.6 Tamaño de muestra.....	18
3.2.7 Toma de datos	18
3.2.8 Variables evaluadas	18
IV RESULTADOS Y DISCUSION	20
V CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	28
VI LITERATURA CITADA	29
VII APENDICE	31

INDICE DE FIGURAS

Figura No.		Página
1.	Semillas germinadas de los diferentes tratamientos cada 3 días	22
2.	Porciento de germinación de los diferentes tratamientos	23
3.	Grafica de velocidad de germinación general de los diferentes tratamientos.....	26

I INTRODUCCION

1.1 Importancia de la semilla

Las semillas de los arboles y arbustos, particularmente si proceden de especies silvestres, son menos conocidas que las semillas de plantas agrícolas u hortícolas. Sin embargo, no por ello se deben considerar como menos importantes. Las semillas de los arboles y arbustos constituyen una de las formas mas importantes de germoplasma primario, ya que a partir de ellas se lleva a cabo la regeneración natural o artificial de los bosques. (Niembro 1988).

Ruano (2003), dice que gracias a la capacidad para formar una nueva planta, las semillas de muchas especies son utilizadas para el establecimiento de plantaciones comerciales en diversas partes del mundo, las cuales suministran madera, celulosa, forrajes, esencias, grasas, ceras, aceites, alimentos, fármacos, entre otro usos.

1.2 Estudio de la semilla

Sin embargo, a pesar de la importancia que tienen las semillas de los arboles y arbustos, su estudio ha sido relegado a un segundo plano, lo cual se puede apreciar en que la mayoría de los trabajos botánicos y florísticos solo mencionan de manera superficial sus características estructurales mas sobresalientes. (Ruano 2003).

Castillo (2001), dice que el estudio de la germinación representa una gran herramienta indispensable para conocer especies para su propagación.

Meyer (1966), afirma que la germinación de las semillas con frecuencia tiene lugar en la superficie del suelo, por lo que el equilibrio entre la ganancia de humedad del suelo y su pérdida por transpiración a la atmósfera determina el momento en que la semilla se satura de humedad y comienza a germinar. Algunas veces este equilibrio mejora cuando las semillas están parcialmente enterradas en la hojarasca.

Díaz (1993), dice que la germinación de las semillas depende de varios factores, algunos de ellos relacionados, tales como el ciclo biológico de las especies, el porte, el tamaño de las semillas, las variaciones diarias de la temperatura, la dormancia.

Sophora secundiflora Ortega, es un arbusto siempre verde fijador de nitrógeno que puede ser útil en programas de reforestación o recuperación de suelos, comúnmente se le conoce como colorín. Las semillas del colorín presentan un proceso difícil de germinación en un medio natural, aun cuando los frutos producen generalmente numerosas semillas, muy pocas son las que llegan a germinar y producir nuevas plantas. Por lo tanto, es imprescindible buscar algunos métodos que permitan una rápida reproducción de esta especie y de esta manera contribuir a un programa de conservación que conlleve a crear un programa de establecimiento de estas plantas en áreas silvestres, (Mayer y Poljakoff 1975).

Lo anterior se plantea la necesidad de hacer un experimento para la germinación de las semillas en un tiempo corto, evaluando la velocidad de germinación y el porcentaje de germinación.

1.3 Planteamiento del problema

Rossini et al. (2006), en una prueba de germinación de la semilla de la especie de *Sophora secundiflora*, obtuvo como resultado de germinación de 0% de semillas sin darle tratamiento, así, mismo dando tratamiento con el ácido sulfúrico por durante 15min obtuvo un 70% de germinación en 15 días.

Uno de los principales problemas que enfrenta el colorín es la germinación, el ICRAF reporta que *Sophora japonica* tiene una tasa de germinación de 70 a 100%, ya que la germinación en condiciones normales es muy tardada debido a su testa dura. Algunas veces porque las semillas son duras y tardan meses en germinar y otras conviene acelerar su germinación, una germinación rápida donde la mayoría de las semillas germinan en corto tiempo producirá plantas de calidad uniforme en cuanto al tamaño y el vigor, con las

ventajas de ahorro de tiempo en el vivero y uniformación de las operaciones de plantación Miguel A. Capo A. (Comunicación personal 2008), afirma que es conveniente hacerle un probar tratamientos para acelerar su germinación y una de ellas es la escarificación, con el fin de lograr una rápida germinación de las semillas del colorín en un lapso de 10 a 17 días, con un tiempo promedio de 15 días. Ante esta situación se plantea el presente estudio con los siguientes objetivos:

1.4 Objetivo general

Evaluar el efecto de cuatro tratamientos para mejorar la germinación de las semillas de *Sophora secundiflora*.

1.5 Objetivos específicos

1. Acelerar el proceso de germinación en semillas de *Sophora secundiflora* con tratamientos diferentes.
2. Asegurar un alto porcentaje de germinación en semillas de *Sophora secundiflora* con los diferentes tratamientos.

1.6 Hipótesis

Ho: Las semillas de *Sophora secundiflora* con los diferentes tratamientos germinan con la misma intensidad y velocidad.

Ha: Al menos uno de los tratamientos acelera o aumenta la germinación de las semillas.

II REVISION DE LITERATURA

2.1 Familia Fabaceae

Familia de árboles, arbustos, trepadoras y plantas herbáceas con hojas alternas, raramente opuestas, frecuentemente pinnadas o trifoliadas, con estípulas. Inflorescencias racemosas o paniculadas. Flores mayormente zigomorfas, con 5 sépalos unidos parcialmente y (1-5) pétalos, normalmente dispuestos de manera característica, formando un estandarte, las alas y la quilla, que encierra los estambres. Estos varían desde 10 a numerosos, unidos en un tubo o libres. El fruto es una legumbre, a veces indehiscente, constituyendo entonces un lomento, sámara o nuez. Incluye entre 400-500 géneros y alrededor de 10,000 especies, distribuidas en regiones templadas, tropicales y subtropicales de todo el mundo. Familia de importancia económica por la producción de granos (judía, garbanzo, haba, guisante, lenteja, etc.). Se suelen cultivar especies arbóreas pertenecientes a los géneros *Castanospermum*, *Cladrastis*, *Colutea*, *Dalbergia*, *Erythrina*, *Laburnum*, *Lonchocarpus*, *Maackia*, *Robinia*, *Sesbania*, *Sophora*, *Tipuana*. (Little 1979)

2.1.1 Descripción de *Sophora secundiflora*

Vines (1960), dice que el colorín mide generalmente de tres a seis metros, pero puede llegar a ocho metros de altura. Sus ramas ascendentes forman una copa densa de dos a cuatro metros de diámetro, ramillas jóvenes con densa pubescencia blanca sin espinas. Las hojas del colorín son persistentes, tienen de siete a once folíolos redondeados en su ápice. La vellosidad del envés les da un aspecto verde pálido, mientras que al frente tienen un haz verde lustroso y brillante.

Las flores se pueden observar de febrero a marzo con vistosos pétalos color azul púrpura, agrupadas en densos racimos colgantes. Las flores violetas aparecen en racimos terminales de 5 a 12 cm de longitud durante marzo y abril. Los frutos maduran en septiembre de color marrón pubescente legumbres (vainas) 2,5 a 13cm de largo, contiene

por lo general 3 o 4 semillas los de color rojo globoso y son de alrededor de 12mm de largo.

El fruto es una vaina rígida y cilíndrica, con estrangulaciones que separan las semillas duras de color rojo brillante.

2.1.2 Propagación

El colorín se reproduce por semilla, pero, por ser ésta impermeable al agua, hay que romperla antes de plantarla. Su crecimiento es moderado. Por ser una planta rústica, no necesita requerimientos especiales. Se debe tener cuidado con las semillas, unos frijolitos rojos, ya que al igual que las flores pueden ser tóxicos. Se recomienda podar el árbol cuando es pequeño, se puede dejar uno o varios troncos. (Little 1979)

2.1.3 Principios activos

Murakoshi et al. (1986), informan que las semillas de *Sophora secundiflora* tienen propiedades alucinógenas informa y contienen muchos alcaloides tóxicos: citisina y soforina, puede producir síntomas de envenenamiento (náuseas, vómitos, diarrea, dolores abdominales, excitación, delirio, coma y muerte), especialmente las semillas que producen delirio y narcosis.

2.1.4 Hábitat de crecimiento

Originaria de la parte Norte de América, hay 50 a 70 especies herbáceas y leñosas de *Sophora* género encontrado en las cálidas regiones templadas y tropicales del mundo (Little 1979).

2.1. 5 Distribución

Se encuentra en Coahuila, Nuevo León, San Luis Potosí, Tamaulipas y Zacatecas, en lomeríos con suelos delgados y pedregosos, forma parte de los matorrales submontanos y semiáridos. (Little 1979).

2.1.6 Importancia

Los tallos se usan para la fabricación de mangos de instrumentos agrícolas. Las semillas, por su dureza y colorido, se emplean para la fabricación de artículos artesanales como collares y pulseras; hay que recordar que son tóxicos al ser ingeridos. (Little 1979)

Tiene usos ornamentales y como plantas melífera. Los indios de la zona de Texas y Nuevo México usaban las semillas molidas en algunos rituales. Las semillas se usaron para adulterar el whisky, volviéndose tan fuerte que podía resultar incluso mortal.

2.2 Definición de la semilla

Ruiz (1979), dice que botánicamente en las angiospermas la semilla es un ovulo fecundado maduro de una planta que se encuentra dentro del ovario o fruto, unida a él por el funículo que es el filamento delgado que une al ovulo con la placenta.

Kozlowski y Gunn (1972), señalan qué es una estructura típica de las espermatofitas, consiste de un embrión rodeado por cubiertas protectoras y acompañado por sustancias de reserva.

2.2.1 Estructura de la semilla

Las semillas, como se vio en el apartado anterior, son óvulos maduros. Se forman en el ovario, el cual se desarrolla para formar el fruto; sin embargo, hay ocasiones en que participan otras estructuras además del ovario en la formación del fruto.

La semilla, consta de una cubierta o testa, material alimenticio almacenado y un embrión. Todas las semillas están rodeadas por una cubierta llamada testa, la cual puede tener muy distintas texturas y apariencias. Generalmente es dura y está formada por una capa interna y una externa de cutícula y, una o más, capas de tejido grueso que sirve de protección. Estas características le confieren a la testa cierto grado de impermeabilidad al agua y a los gases. Ello le permite ejercer una influencia reguladora sobre el metabolismo

y crecimiento de la semilla. Frecuentemente en la testa se puede observar el micrópilo. En muchas ocasiones está asociado con una cicatriz llamada hilio que marca el punto donde la semilla se separó del tallo (funículo) por medio del cual estaba adherido al fruto. En algunas semillas estas estructuras de la testa están ausentes pero lo que en realidad sucede es que se está observando el pericarpio de un fruto y no la testa.

2.2.2 Etapas de formación

Niembro (1979), señala que para la formación de la semilla intervienen una serie de procesos biológicos conocidos conjuntamente como reproducción asexual, siendo la floración, polinización, fertilización y el desarrollo del fruto y la semilla los procesos más relevantes de este tipo de reproducción.

2.2.3 Calidad de semilla

De acuerdo con Hartman (1979), la semilla de buena calidad presenta las siguientes características:

- a) Reproduce con fidelidad las características genéticas de la especie a cultivar.
- b) Tiene capacidad para una germinación elevada.
- c) Esta libre de enfermedades e insectos.

De acuerdo con Patiño (1983), los factores que afectan la calidad de semilla son:

- a) Madurez de la semilla
- b) Viabilidad inicial
- c) Naturaleza de la testa
- d) Método de procesamiento y almacenamiento de la semilla

2.2.4 Concepto de Germinación

El proceso de germinación marca el inicio de una nueva generación y puede ser definido como la serie de eventos morfológicos, fisiológicos y bioquímicos que permite que

a la nueva planta se establezca y complete su ciclo bioquímicos que permiten a la nueva planta se establezca y complete su ciclo de vida.

Rodríguez (1970), dice que la germinación se define como el brote y desarrollo de las estructuras especiales del embrión, que en la clase de semilla de que se trate indica la capacidad para poder producir una planta normal en condiciones favorables. La germinación se expresa como el porcentaje de semilla pura de la clase considerada que produce plantitas de semilleros normales.

Moreno (1984), define la germinación como la emergencia y desarrollo de aquellas estructuras esenciales que provienen del embrión, que manifiestan la capacidad de la semilla para producir una planta normal bajo condiciones favorables.

Para Mayer (1975), la germinación es una serie de procesos consecutivos que causan que una semilla, muestre un incremento en su actividad metabólica e inicie la formación de una plántula proveniente del embrión, al ponerla en condiciones favorables de humedad y temperatura. En la mayoría de las semillas es la radícula, donde la germinación es frecuente evaluada por la emergencia.

Amen (1977), define a la germinación como el proceso de reactivación de la maquinaria metabólica de la semilla, junto con la emergencia de la radícula (raíz) y plúmula (tallo), conducentes a la producción de una plántula.

Ruiz, y Nieto (1962), dicen que la germinación termina en el momento en que la planta nueva prevista de clorofila y de los órganos necesarios, es autosuficiente.

2.2.5 Proceso de germinación

Rodríguez (1970), afirma que en la semilla, la absorción implica el movimiento de agua en un área de alto potencial osmótica a otro de bajo potencial, pero sin ayuda de otra membrana diferencialmente permeable. La presión de la inhibición de una semilla en

proceso de geminación rompe la testa. Al absorber agua las semillas se modifican las cubiertas, se remueven los inhibidores, se ablandan las semillas y se reduce el tiempo de germinación. En algunos casos supera el letargo de la cubierta de la semilla y se estimula la germinación.

2.2.6 Requerimientos o condiciones de la germinación

Hartmann y Kester (1995), mencionan que para que una semilla germine, ésta debe cumplir tres condiciones: que la semilla sea viable; que existan condiciones internas favorables en la semilla, y que las condiciones del sustrato sean aptas para ello.

De acuerdo a Pollock y Toole (1962), la iniciación de la germinación requiere que se cumplan tres condiciones:

1. La semilla debe ser viable, esto es, el embrión debe estar vivo y ser capaz de germinar.
2. La semilla no debe estar en latencia ni el embrión quiescente. No debe existir barreras fisiológicas o físicas que induzcan latencias ni barreras químicas para la germinación.
3. La semilla debe estar expuesta a las condiciones ambientales apropiadas: disponibilidad de agua, temperatura adecuada, provisión de oxígeno y en ocasiones luz.

2.2.7 Imbibición

Copeland y McDonald (1985), dicen que la imbibición es el primer evento que ocurre durante la germinación, la cual consiste en la absorción del agua por la semilla. La composición de la semilla, la permeabilidad de la cubierta y la disponibilidad del agua, son factores que determinan e influyen en la extensión de la imbibición.

2.2.8 Latencia de la semilla

Copeland y McDonald (1985), mencionan que la cubierta de la semilla tiene una fuerte influencia sobre la habilidad para germinar, debido a que puede establecer una barrera de permeabilidad e inhibir el intercambio gaseoso, así como la difusión externa de los inhibidores endógenos de la germinación.

Koller (1972), citado por Vilchis (2005), divide a la latencia en dos tipos: latencia primaria y latencia secundaria y las define de la siguiente manera:

Latencia primaria, se asume que la latencia primaria innata es un estado en donde el desarrollo es retrasado a causa de una propiedad intrínseca del órgano latente u organismo, así como la presencia de un bloque metabólico.

Latencia secundaria o inducida u tipo de latencia que se aparece en las semillas cuando esta es inhibida a germinar bajo condiciones desfavorables del medio ambiente.

2.2.9 Tratamiento para romper latencia

Ruano (2003), dice que en la escarificación química se somete a las semillas a la inmersión en un producto corrosivo que debilita la testa, en un corto periodo de tiempo (en general no más de media hora). Suele usarse normalmente ácido sulfúrico concentrado. Debe tenerse cuidado con su manejo y lavar bien la semilla con agua corriente después del tratamiento.

Según Ruano (2003), que para romper la latencia existe un tratamiento y son los siguientes:

- a) Escarificación mecánica: las punzadas, cortes, abrasiones (mecánicas y químicas) o la remoción de las estructuras que rodean la cariopsis son tratamientos empelados para romper la latencia.

- b) Lavado o enjuague: ya sea con ácido o con una serie de enjuagues en agua para remover los inhibidores presentes en la testa de la semilla.
- c) Tratamientos con temperatura: pueden incluir: pre-enfriamiento, el almacenamiento a bajas temperatura (0-10° C), o el enfriamiento de las semillas embebidas durante días o meses puede romper la latencia en algunos casos o calentamientos: Altas temperaturas de almacenamiento o secamiento durante varios días o semanas.

2.2.10 Escarificaron de semilla con ácido sulfúrico (H₂SO₄)

La escarificación con ácido sulfúrico tiene como propósito modificar los tegumentos o impermeables de las semillas. La escarificación con ácido sulfúrico es un método muy usado y efectivo. La duración del tratamiento es muy variable de acuerdo con la especie que se trate.

Hartman (1979), indica que el ácido se coloca en un recipiente resistente (de vidrio) y las semillas se sumergen completamente en el, la duración del tratamiento depende de la semilla y existen tiempos determinados para algunas especies y se enjuagan con agua corriente y abundante durante cinco o diez minutos, moviéndolas cuidadosamente, después se pueden secar o sembrar inmediatamente si se prefiere.

Hartman y Kester (1995), dicen que es un tratamiento mecánico o químico empleado para alterar la cubierta seminal impermeable de algunas semillas y hacerlas permeables al paso del agua o del oxígeno.

Mayer y Poljakoff (1975), dicen que la escarificación química se lleva a cabo remojando las semillas en solventes orgánicos o ácidos fuertes entre los cuales están el ácido sulfúrico, nítrico y clorhídrico, el alcohol, la acetona y el agua oxigenada.

La inmersión de las semillas en ácido sulfúrico es de los métodos más recomendados y apropiados y se usa para facilitar la germinación de una gran cantidad

de semillas de Fabaceae, Ericaceae, Spotaceae, Anacardiaceae, Sapindaceae, Ramnaceae, Chenopodiaceae, Malvaceae, Geraniaceae y algunas Pinaceas.

Villagomez (1978), señala que esta práctica consiste en colocar las semillas en capas o estratos húmedos, a temperaturas altas o bajas usando sustrato tan variable como la arena de río, aserrín, vermiculita, perlita y musgo entre otros. El período de estratificación puede ser desde una semana hasta cuatro meses de acuerdo a la especie; la temperatura puede variar desde 0° a 10° C y de 22° a 30° C.

2.2.11 Inmersión en agua caliente

Ruano (2003), dice que la inmersión en agua caliente también es un tipo de escarificación de la cubierta seminal, mediante su reblandecimiento con agua caliente cercana al punto de ebullición. Normalmente se echan las semillas al dejar de hervir el agua y se mantiene durante varias horas hasta que el agua se enfría completamente.

2.2.12 Remojo en agua

La entrada del agua a la semilla es importante para que se de el primer evento durante la germinación que es la imbibición. La cantidad de agua que entra a la semilla es grandemente influenciada por la naturaleza de la cubierta de la semilla.

Villagomez (1978), señala que este método consiste en sumergir en agua para ablandar las cubiertas duras y eliminar o reducir la acción de posibles inhibidores, disminuyendo el tiempo de germinación. El tiempo que permanezca la semilla en remojo oscila de acuerdo a la especie.

Valdés (1998), asegura que el remojo prolongado puede dañar las semillas y reducir la germinación. Este efecto ha sido atribuido principalmente a la presencia de microorganismos y a la mala aireación que tiene la semilla durante el tratamiento, por lo

cual si el remojo tiene que ser prolongado, es necesario cambiar el agua cuando menos cada 24 horas.

III MATERIALES Y METODOS

3.1 Ubicación del área de estudio

El presente trabajo se llevo a acabo en el laboratorio de Ciencias básicas de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, en Buenavista, localizada al sur de la ciudad de Saltillo, Coahuila. La ubicación geográfica está entre los paralelos 25°21´ y 25°22´ de latitud norte y los meridianos 101°01´ y 101°03´ de Longitud Oeste.

3.2 Descripción de las actividades que se realizaron

3.2.1 Materiales y sustancias que se utilizaron

Los materiales y sustancias que se utilizarón en el experimento son los que a continuación se mencionan:

- ✓ 2 Vasos de precipitado de 300 ml
- ✓ 2 Vasos de precipitado de 1000 ml
- ✓ Un tubo de ensayo de 500 ml
- ✓ Papel para secado
- ✓ 1 par de guantes
- ✓ 500 ml de ácido sulfúrico con concentración al 98.7%
- ✓ 250 ml de ácido sulfúrico con concentración de 49.3%
- ✓ Agua caliente

3.2.2 Tratamientos

Inmersión de la semilla en las siguientes soluciones:

Trat 1 Ácido sulfúrico comercial, al 97%, equivalente al 100% por 15 min

Trat 2 Ácido sulfúrico comercial, al 48.5%, equivalente al 50% + Agua caliente sumergida por 24 horas

Trat 3 Agua caliente dejando por 24 horas

Trat 4 Sin tratamiento

3.2.3 Descripción de los tratamientos

Inicialmente todas las semillas se sometieron a una prueba de flotación para eliminar aquellas que flotarían y solo se utilizaron las que se sumergieron, ya que las semillas que flotan se cree que no son viables. Posteriormente se secaron todas las semillas con un papel secante, con el fin de extraer toda la humedad absorbida por las semillas.

3.2.3.1 H₂SO₄ al 100% por 15 min

La escarificación en ácido sulfúrico al 100% por 15 min, se realizó de la manera siguiente, la inmersión se hizo en vasos de precipitado de 1000 ml, primero se colocaron las semillas, luego se le agregaron el ácido sulfúrico al 500 ml, cuidando que el ácido cubra la totalidad de las semillas. La agitación del ácido y de las semillas se hizo con un trozo de madera y de forma lenta, ya que el movimiento acelerado del ácido también eleva la temperatura.

Una vez finalizado el tiempo de inmersión, inmediatamente se llevó a cabo el lavado de las semillas en agua corriente, por espacios de 10 min, mediante cribas para evitar el contacto con el ácido con el fin de eliminar los residuos del ácido sulfúrico, que pudieran quedar adheridos a la semilla. Posteriormente se procedió a la siembra en los platos desechables.

3.2.3.2 H₂O Δ a 24 hrs + H₂SO₄ al 50% por 15 min

En este tratamiento, primero se hirvió el agua a punto de ebullición en un vaso precipitado de 500 ml, luego se le agregó las semillas y se dejó por 24 hrs, una vez transcurrido las 24 hrs se procedió al tratamiento con el ácido sulfúrico al 50 % a 15

min. Para tener un ácido sulfúrico al 50 % se hizo la regla de tres, tomando el ácido sulfúrico al 100 %, haciendo operaciones matemáticas, y, obtener cuanto se necesitaba de ácido sulfúrico, cuanto de agua para obtener el ácido al deseado y así agregarle agua a la solución. Utilizando la siguiente fórmula:

$$V_1C_1 = V_2C_2 = (97.3 \%) = (500 \text{ ml}) (50) = 256 \text{ ml.}$$

Por lo tanto se necesita 256 ml de ácido sulfúrico y 244 ml de agua para tener una solución de 500ml que equivale de 50 % de ácido sulfúrico.

3.2.3.3 Tratamiento con H₂O Δ a 24 hrs

Para llevar a cabo el tratamiento de las semillas con agua caliente primero se separaron las semillas, cada tratamiento tuvo 4 repeticiones y en cada repetición se colocaron 100 semillas en un vaso precipitado de 400 ml. El agua se calentó hasta un punto de ebullición, posteriormente se le agregó el agua caliente a las semillas, se dejó las semillas durante 24 hrs, una vez concluido el tiempo deseado se extrajeron las semillas y se seco con un papel secante con fin de extraer un poco de humedad; al concluir el tratamiento se procedió a colocar las semillas en unos platos desechables con capacidades de 100 semillas, sobre una capa de papel secante humedecido con agua; luego se cubrió con un papel celofán, al cual después se le hizo algunos agujeros para la circulación del aire, y evitar la proliferación de hongos.

3.2.3.4 Testigo

Al testigo no se le dio ningún tratamiento, las semillas se sembraron directamente, con el fin de evaluar su comportamiento como testigo a los demás tratamientos ya mencionadas.

La siembra de las semillas se efectuó habiendo terminado los tratamientos mencionadas anteriormente. Los platos se colocaron en el laboratorio de ciencias básicas

de la UAAAN, a una temperatura constante de 23 ° C en condiciones de iluminación continua con luz natural durante el día y fluorescente durante la noche. Se siguió el proceso de germinación durante el tiempo que duró el experimento, con el objetivo de conocer en que condiciones podría obtenerse un mayor porcentaje de germinación.

Cabe mencionar que en los diferentes tratamientos se utilizó las mismas cantidades de semillas (400 semillas), para poder hacer la evaluación mencionada al principio.

3.2.4 Diseño experimental

El presente estudio fue planeado para ser analizados mediante el diseño experimental completamente al azar el cual consistió de 4 tratamientos con 4 repeticiones y con cien semillas por repetición. Razón por la cual, la asignación de los tratamientos a unidades experimentales y su ubicación en la cama de germinación fueron realizadas en forma aleatoria.

3.2.5 Distribución de los tratamientos

En el cuadro 1 se distribuyeron los tratamientos mencionados y cada uno con 4 repeticiones.

TRATAMIENTOS			
(3) H₂O Δ a 24 hrs	(1) H₂SO₄ 100% 15min	(2) H₂SO₄ 50% 15min + H₂O Δ caliente 24hrs	(4) TESTIGO S/T
I	I	I	I
II	II	II	II
III	III	III	III
IV	IV	IV	IV

3.2.6 Tamaño de muestra

1. Cada tratamiento constó de 400 semillas, 100 semillas por 4 repeticiones.
2. El total del estudio es de 1600 semillas.

3.2.7 Toma de datos

Las observaciones se realizaron cada tercer día, cuantificándose el número de plántulas emergidas en cada caso y procediéndose a su extracción, para evitar con esto errores posteriores en el conteo. Estas lecturas se iniciaron el día 11 de Abril, se prosiguieron los días 14, 17, 20, 23, Abril. A los 15 días de establecido el experimento, se observo que la germinación se había reducido al mínimo; por lo que se considero pertinente las lecturas e iniciar el análisis estadístico.

3.2.8 Variables evaluadas

Los parámetros evaluados fueron:

- I. Porcentaje de germinación y
- II. Velocidad de germinación

Porcentaje de germinación

Esta variable se contabilizo cada tercer día, hasta los 15 días, cada conteo se evalúa cuantas semillas germinaron, dividiendo entre total de semillas tratadas, y al final se saco un promedio general de la germinación de las semillas del colorín.

$((D_i/I)*100)$

- ✓ D_i = numero de semillas germinadas
- ✓ I = total de semillas tratadas
- ✓ 100 = % equivalente a semillas tratadas.

Cabe mencionar que cada tercer día se le dio riego con una jeringa de 5ml hasta el tiempo que duro el experimento.

Velocidad de germinación

Formula siguiente de la velocidad de germinación

$$IVG = \frac{\sum(Di - Dj)}{i}$$

Donde

- ✓ IVE = índice de velocidad de germinación
- ✓ Di =Numero de semillas germinadas en el día
- ✓ I = numero de días al momento del conteo desde la siembra
- ✓ Dj = numero de semillas germinadas en el conteo anterior al día de conteo.

IV RESULTADOS Y DISCUSION

Con el propósito de darle claridad al presente capítulo y facilitar de esta manera su comprensión, los resultados se exponen a continuación.

Variable porciento de germinación

Según el análisis de varianza para la variable porciento de germinación se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos con una alta significancia de $P < F=0.0001$, el ANVA se realizó de acuerdo a las diferentes fechas o los días transcurridos. (Apéndice cuadro 2)

Las pruebas de separación de medias de Tukey nos indican que hay diferencia significativa entre los diferentes tratamientos. Se encontró significancia entre los tratamientos a partir de las 3 últimas fechas, y mientras que en las dos primeras fechas no se encontraron significancia entre los tratamientos. (Apéndice, cuadro 3), las letras diferentes indican que son diferentes estadísticamente.

Fecha 3 a 9 días

Los tratamientos de este grupo se separaron en dos, el primero con mayor número de semillas germinadas en esta fecha con 31.50 semillas germinadas (tratamiento 1), el segundo grupo formado por los tratamientos 2, 3 y el 4, con 7.250 y 2.250 y 0.750 semillas germinadas. (Apéndice cuadro 3)

Para esta fecha se puede decir que el ácido sulfúrico de mayor concentración (100%), produjo 4 veces más semillas germinadas que el ácido sulfúrico al 50%, o mejor dicho, que el tratamiento 2 produjo un 23% o menos de semillas germinadas que el tratamiento 1. El agua caliente produjo un 7% o menos de semillas germinadas que el tratamiento 1. El testigo produjo un número inaceptable e insatisfactorio de semillas germinadas.

Fecha 4 a 12 días

Los tratamientos de este grupo se separaron en cuatro, el primero con mayor número de semillas germinadas hasta la fecha 12 con 64.750 semillas germinadas es el tratamiento 1, el segundo con 17.250 semillas germinadas es el tratamiento 2, el tercero con 6 semillas germinadas es el tratamiento 3 y por ultimo con 0.750 semillas germinadas es el tratamiento 4. (Apéndice cuadro 3)

Para esta fecha se puede decir que el ácido sulfúrico de mayor concentración (100%), produjo 4 veces mas semillas germinadas que el ácido sulfúrico al 50%, o mejor dicho, que el tratamiento 2 produjo un 26.6% o menos de semillas germinadas que el tratamiento 1. El agua caliente produjo un 9.2% o menos de semillas germinadas que el tratamiento 1. El testigo produjo un número inaceptable e insatisfactorio de semillas germinadas.

Fecha 5 a 15 días

Los tratamientos se separaron en cuatro grupos, el primer tratamiento con mayor número de semillas germinadas hasta la fecha 15 con 100 semillas germinadas es el tratamiento 1, el segundo con 37.25% de semillas germinadas es el tratamiento 2, el tercero con 12.250% semillas germinadas es el tratamiento 3 y por ultimo con 1.50% semillas germinadas es el tratamiento 4. (Apéndice cuadro 3)

Para la fecha 15 se puede decir que el ácido sulfúrico de mayor concentración (100%), produjo 3 veces mas semillas germinadas que el ácido sulfúrico al 50%, o mejor dicho, que el tratamiento 2 produjo un 35.25% o menos de semillas germinadas que el tratamiento 1. El agua caliente produjo un 12.25% o menos de semillas germinadas que el tratamiento 1. El testigo produjo un número insatisfactorio de 1.5% de semillas germinadas.

Si se observa la figura #1, donde se presentan las semillas germinadas y acumuladas para el tratamiento 1 y su testigo, es fácil notar que el tratamiento 1 demuestra una gran superioridad con respecto a su testigo. Además puede observarse

que 15 min de H₂SO₄ al 100% proporciona un mayor porcentaje de germinación de semillas.

En la figura # 2 se puede apreciar claramente como el tratamiento ácido sulfúrico al 100% obtuvo el 100% de germinación de semilla en los 15 días, los días que tardo el experimento, seguido por el tratamiento del ácido sulfúrico al 50% por 15 min con un porcentaje de germinación de 32.25%, el tercero es el agua caliente con 12.25% de semillas germinadas y el nivel mas bajo en germinación con 1.5% es el testigo.

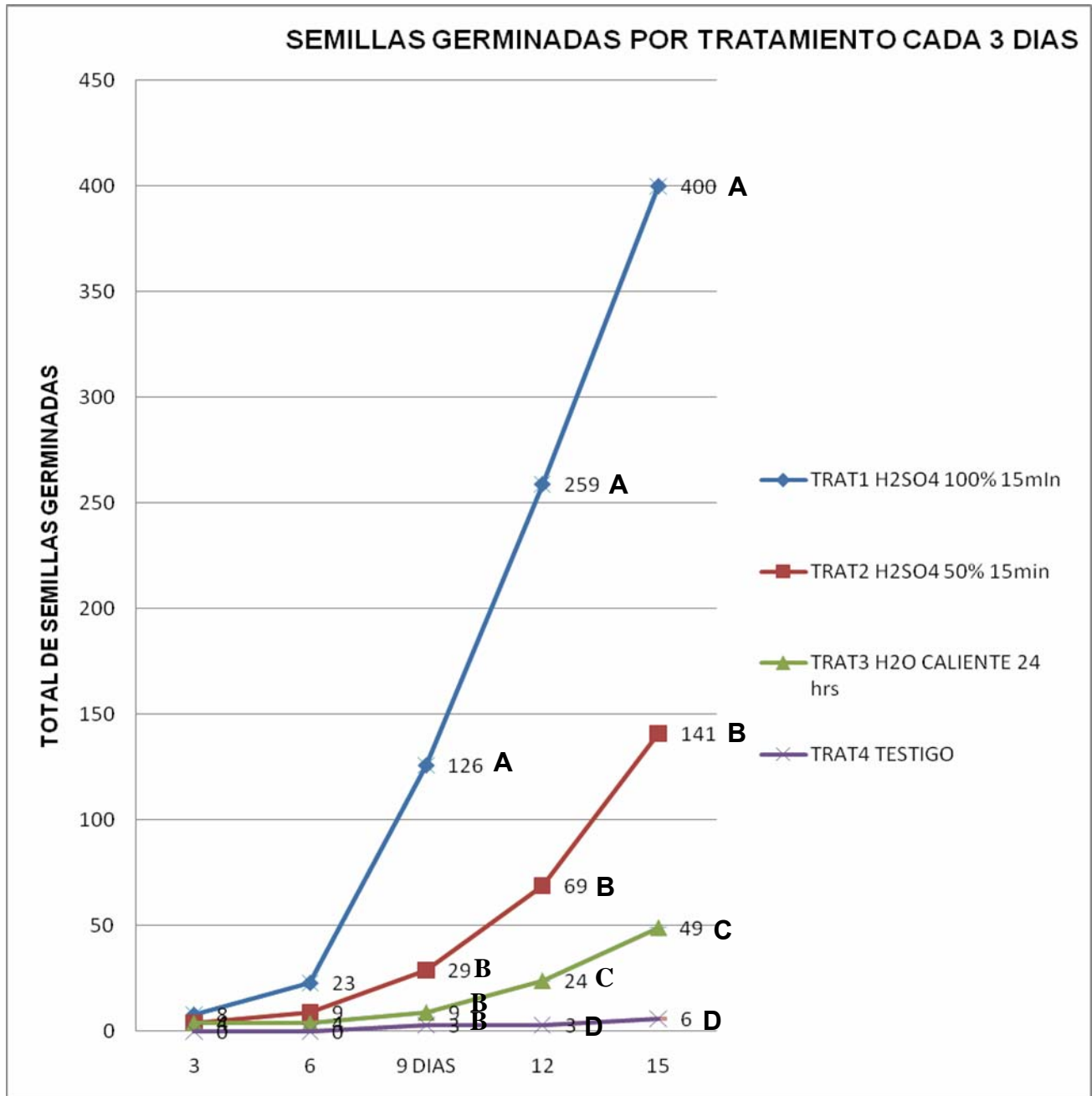


Figura #1. Semillas germinadas de los diferentes tratamientos cada 3 días.

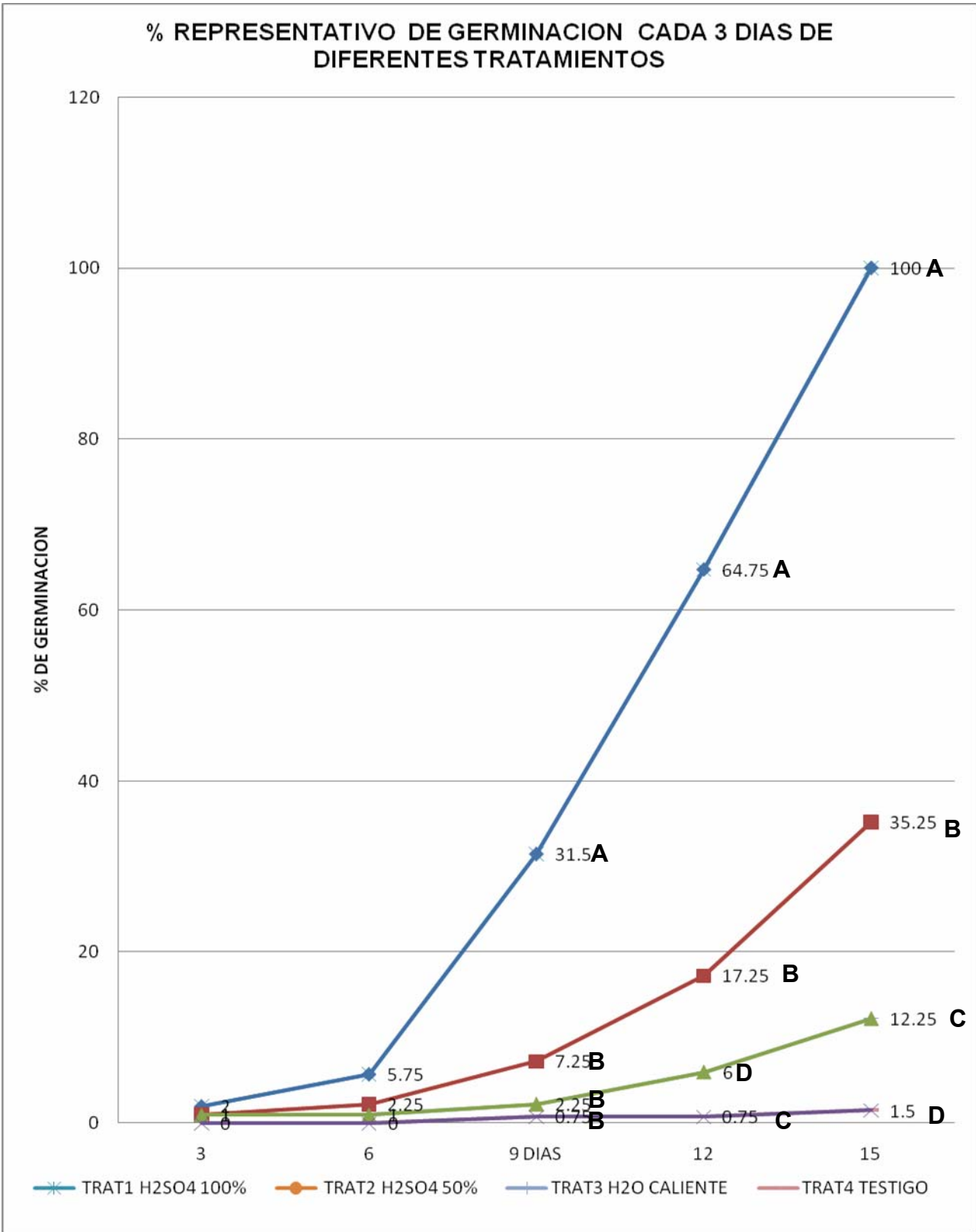


Figura # 2. Porcientos de germinación de los diferentes tratamientos.

Variable velocidad de germinación

Según el análisis de varianza para la variable velocidad de germinación se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos, el ANVA se realizo de acuerdo a las diferentes fechas o los días transcurridos. (Apéndice cuadro 4)

Las pruebas de separación de medias de Tukey nos indican que hay diferencia significativas entres los diferentes tratamientos con una alta significancia $P < F = 0.0001$. Se encontró significancia entre los tratamientos a partir de las 3 ultimas fechas y mientras que en las dos primeras fechas no se encontraron significancia entre los tratamientos. (Apéndice, cuadro 5), las letras diferente indican que son diferentes estadísticamente.

Fecha 3 a 9 días

Los tratamientos se separaron en tres grupos, el primer grupo compuesto solo por el tratamiento 1, aumento la velocidad de germinación de 0.280, el otro grupo compuesto solo por el tratamiento 2 con 0.0525, y el tercer grupo compuesto por los tratamientos 3 y 4 con 0.0075 de velocidad de germinación. (Apéndice cuadro 5)

Para la fecha 9, se puede decir que el ácido sulfúrico de mayor concentración (100%), aumento 5 veces mas la velocidad de germinación de semillas que el tratamiento 2. El agua caliente disminuyo la germinación 0.01 veces menos de semillas germinadas que el tratamiento 1. El testigo produjo una velocidad de germinación con un número inaceptable e insatisfactorio de semillas germinadas.

Fecha 4 a 12 días

Los tratamientos se separaron en tres grupos, el primer grupo compuesto solo por el tratamiento 1, se acelero con una velocidad de germinación de 0.4625, el otro grupo compuesto solo por el tratamiento 2 con 0.1250, y el tercer grupo compuesto por los tratamientos 3 y 4 con 0.0375 y con 0.000 de velocidad de germinación. (Apéndice cuadro 5)

Para la fecha 12, se puede decir que el ácido sulfúrico de mayor concentración (100%), aumento 4 veces mas la velocidad de germinación de semillas que el tratamiento

2. El agua caliente disminuyo la germinación 0.04 veces menos de semillas germinadas que el tratamiento 1. El testigo produjo una velocidad de germinación con un número inaceptable e insatisfactorio de semillas germinadas

Fecha 5 a 15 días

Los tratamientos se separaron en cuatro grupos, el primer grupo compuesto solo por el tratamiento 1, se acelero con una velocidad de germinación de 1.00, el otro grupo compuesto por el tratamiento 2 con 0.23 y el tercero solo el tratamiento 3 con 0.07 y por ultimo el cuarto grupo que es el tratamiento 4 con 0.01 de velocidad de germinación. (Apéndice cuadro 5)

Para la fecha 15, se puede decir que el ácido sulfúrico de mayor concentración (100%), aumento 4 veces mas la velocidad de germinación de semillas que el tratamiento 2. El agua caliente disminuyo la germinación 0.07 veces menos de semillas germinadas que el tratamiento 1. El testigo produjo una velocidad de germinación con un número inaceptable e insatisfactorio de semillas germinadas con 0.01.

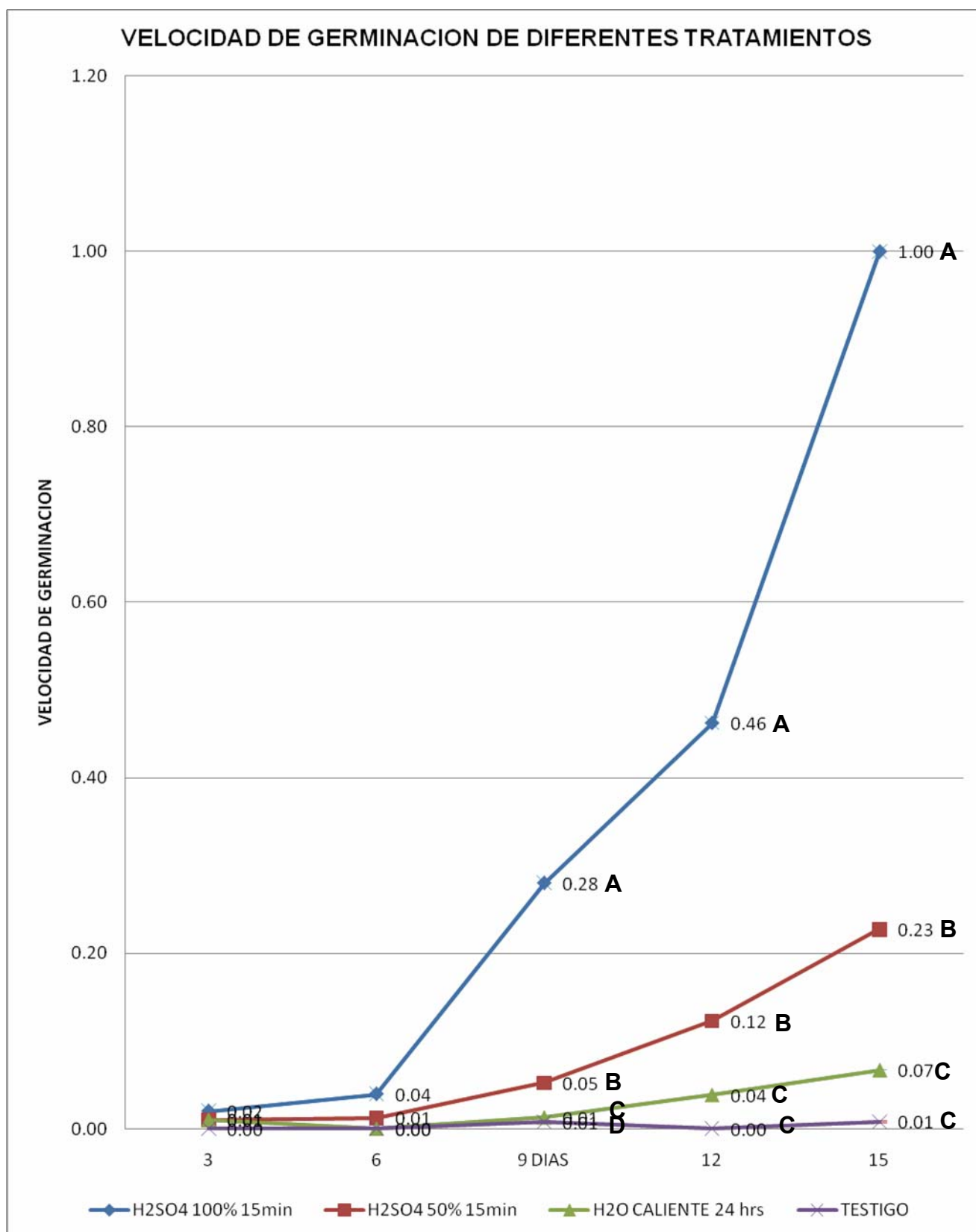


Figura #3. Velocidad de Germinación general de los diferentes tratamientos.

En la figura #3 se puede ver como la velocidad de germinación de los diferentes tratamientos cambian con el paso de los días hasta llegar a la fecha 15. Con respecto a esta variable se puede apreciar que hubo significancia para el T1 siendo el mayor promedio con 1.00 con respecto a los T3 y T4 que tuvieron un promedio de 0.23 y 0.07, respectivamente teniendo más bajo el T4 con 0.01.

En forma resumida puede decirse que para la *Sophora secundiflora* se seleccionó el tratamiento del H₂SO₄ 100% por 15min, el cual al dar este tratamiento a las semillas de colorín tuvo un porcentaje de germinación promedio de 100% y una velocidad de germinación de 1.00.

V CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Basando en los resultados de análisis de varianza y las comparaciones de las medias se puede concluir lo siguiente:

- ✓ Si existe un gran problema en la germinación de la semilla del colorín sin aplicar tratamiento.
- ✓ Al comparar los resultados obtenidos por el autor Rossini (2006), en la prueba de germinación de *Sophora secundiflora*, sin darle tratamiento se obtuvo el 1.15% y con escarificación con ácido se obtuvo el 100% de semillas germinadas.
- ✓ La escarificación con el ácido sulfúrico al 100% por 15min a temperatura ambiente fue suficiente para incrementar la germinación de la semilla de esta especie.
- ✓ La escarificación con el ácido sulfúrico al 50% por 15min a temperatura ambiente no incrementa eficientemente la germinación de la semilla de esta especie.
- ✓ La aplicación de agua caliente por 24hrs a temperatura ambiente no incrementa eficientemente la germinación de la semilla de esta especie.
- ✓ Se puede concluir que el tratamiento H_2SO_4 100% por 15min, es el único que cumplió con los objetivos propuestos al principio, acelerar el proceso de germinación y asegurar un alto porcentaje de germinación en semillas de *Sophora secundiflora*, dicho tratamiento aseguro el 100% de semillas germinadas y con una velocidad de 1.00 a los 15 días, en cual nos indica que este tratamiento fue el mas efectivo en todos los aspectos.
- ✓ La barrera que impide la germinación de la semilla, fundamentalmente la presencia de una testa impermeable, puede ser superada mediante una escarificación con ácido sulfúrico al 100% por 15min.
- ✓ Se recomienda utilizar el tratamiento del ácido sulfúrico 100% por 15min para esta especie con el fin de acelerar la germinación y obtener mayor porcentaje de germinación.
- ✓ No se recomienda utilizar el H_2SO_4 al 50% + H_2O a reposar a 24 hrs, porque no acelera la germinación de la semilla y además produce hongos.
- ✓ No se recomienda remojar la semilla con agua, antes de aplicar el ácido sulfúrico.

LITERATURA CITADA

1. Amen, R. D. 1977. The Concept of Seed Dormancy. Amer Scient.
2. Copeland, L. O. and M. B. McDonald, 1985. Principles of seed science and technology. 2da. Ed. Burgess Publishing Company. USA.
3. Díaz Lifante, Z. (1993). Observaciones sobre el comportamiento en la germinación de las semillas de *Asphodelus* L. (Asphodelaceae). *Lagasalia* 17 (2): 329-352.
4. Castillo, R. & O. Guenni. 2001. Latencia en semillas de *Stylosanthes hamata* (Leguminosae) y su relación con la morfología de la cubierta seminal. *Rev. Biol. Trop.* 49 (1): 287-299.
5. Hartman y Kester, 1979. Propagación de plantas. Ed. C. E. C. s.a. México.
6. Hartman, H y D. E. Kester. 1995. Propagación de plantas. 2a. Edición continental. México.
7. Kozlowski, T.T. y C.R. Gunn. 1972. Importance of characteristics of seeds. En: T.T. Kozlowski (Ed) Seed. Biology. Academic. New York. Vol. 1.
8. Mayer, A. And Poljakoff, M. 1975. The germination of seeds. Pergamon press, Oxford. New York.
9. Meyer, B.S. 1966. Introduction to plant's, physiology. 2ª. Ed. Van Nostrand. New York.
10. Moreno M.E 1984. Analisis físico y biológico de semillas agrícolas. Instituto de Biología. UNAM. México. D.F.
11. Murakoshi I, Kubo H, Ikram M, Israr M, Shafi N, Ohmiya S, Otomasu H. 1986. (+)-11-oxocytisine, a lupin alkaloid from leaves of *Sophora secundiflora*. *Phytochemistry* 25(8): 2000B2002 [Horticultural Abstracts 56: 9115; 1986].
12. Niembro, R. A. 1979. Semillas Forestales. Depto. Bosques. UACH. Chapingo. México.
13. Niembro, R. A. 1988. Semillas de arboles y arbustos. Dpto. Bosques. UACH, Chapingo México.
14. Little EL Jr. 1979. Checklist of United States trees (native and naturalized). Agric. Handbk. 541. Washington, DC: USDA Forest Service. 375 p.
15. Patiño V. F. 1983. Producción de semillas Forestales, Bosques y Faunas. S.A.G. México.

16. Pollock. B. M. Y Toole, 1962. Post maduración, Período de reposo y latencia en semillas. Agencia para El desarrollo regional. Compañía edición continental. S.A.de C.V. USA.
17. Rodríguez Valdés J. Guadalupe. 1970. Aceleración de germinación en semillas de *Eritrina corralloides*; *Junglans nigra*; *Arctostaphylos pungens* y *Crataegus pyracantha*. UAAAN.
18. Ruano, M. J. R. 2003. Viveros forestales. Ed. Mundi prensa. México.
19. Ruiz, O. M. 1979. Tratado elemental de botánica. Editorial ECLEALSA. México, D.F.
20. Ruiz, O. M; D. Nieto R. Larios. 1962. Tratado elemental de botánica. Ed. Cient. Latino americana Larios. México.
21. Valdés O. A. 1998. La latencia en semillas forrajeras. Memoria para el curso de producción de semillas forrajeras. UAAAN. México.
22. Vilchis, C. Y. 2005. Escarificación de semilla de *Echinomastus mariposensis* con ácido sulfúrico y AlgaEnzims polvo. Tesis. UAAAN.
23. Villagomez, A. Y. 1978. Pruebas de semillas forestales y su aplicación en Vivero. Primera reunión nal. Plantaciones ftales. Public. Espacial No.13. Dir. Gral. de Inv. Y Cap. Forestales. SAR: H México.
24. Vines RA. 1960. Trees, shrubs and woody vines of the Southwest. Austin: University of Texas Press. 1104 p.

APENDICE

CUADRO 2. ANVA DEL PORCIENTO DE GERMINACION

	FUENTE	GL	SC	CM	F= valor	P>F	CV
Fecha 1 Día 3	TRAT	3	8	2.66	1.78 *	0.2048	122.47
	ERROR	12	18	1.50			
	TOTAL	15	26				

Fecha 2 Día 6	TRAT	3	75.50	25.16	1.87 *	0.188	163.05
	ERROR	12	161.50	13.45			
	TOTAL	15	237				

Fecha3 Día 9	TRAT	3	2458.68	819.56	65.02 **	.0001	34.01
	ERROR	12	151.25	12.60			
	TOTAL	15	2609.93				

Fecha 4 Día 12	TRAT	3	10230.18	3410.06	924.76 **	0.0001	8.65
	ERROR	12	44.25	3.68			
	TOTAL	15	10274.43				

Fecha 5 Día 15	TRAT	3	23378.50	7792.83	379.36 **	0.0001	12.17
	ERROR	12	246.50	20.54			
	TOTAL	15	23625				

** indica diferencias altamente significativas, ($p < 0.0001$) y * significativas

CUADRO 3. COMPARACION DE TUKEY DE LA VARIABLE PORCIENTO DE GERMINACION

# de tratamientos	Fecha 1	Fecha 2	Fecha 3	Fecha 4	Fecha 5
1	2.00 A	5.750 A	31.50 A	64.75 A	100.0 A
2	1.00 A	2.250 A	7.250 B	17.25 B	37.25 B
3	1.00 A	1.00 A	2.250 B	6.000 C	12.25 C
4	0.00 A	0.00 A	0.750 B	0.750 D	1.500 D

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

CUADRO 4. ANVA DE VELOCIDAD DE GERMINACION

	FUENTE	GL	SC	CM	F= valor	P>F	CV	RAIZ	MEDIA
Fecha 1 Día 3	TRAT	3	0.0008	0.0002	1.78 *	0.2048	122.47		0.0100
	ERROR	12	0.0018	0.0001					
	TOTAL	15	0.0026						

Fecha 2 Día 6	TRAT	3	0.0042	0.0014	1.97 *	0.1726	204.85		0.0131
	ERROR	12	0.0086	0.0007					
	TOTAL	15	0.0129						

Fecha 3 Día 9	TRAT	3	0.2012	0.0670	266.07 **	.0001	18.01		0.0881
	ERROR	12	0.0030	0.0002					
	TOTAL	15	0.2042						

Fecha 4 Día 12	TRAT	3	0.5331	0.1777	264.91 **	.0001	16.57		0.1562
	ERROR	12	0.0080	0.0006					
	TOTAL	15	0.5411						

Fecha 5 Día 15	TRAT	3	2.5289	0.8429	341.46 **	.0001	15.25		0.3256
	ERROR	12	0.0296						
	TOTAL	15	2.5585						

** indica diferencias altamente significativas, ($p < 0.0001$) y * significativas

CUADRO 5. COMPARACION DE TUKEY DE LA VARIABLE VELOCIDAD DE GERMINACION

# de tratamientos	Fecha 1	Fecha 2	Fecha 3	Fecha 4	Fecha 5
1	0.0200 A	0.0400 A	0.2800 A	0.4625 A	1.00 A
2	0.0100 A	0.0125 A	0.0525 B	0.1250 B	0.23 B
3	0.0100 A	0.0000 A	0.0125 C	0.0375 C	0.07 C
4	0.0000 A	0.0000 A	0.0075 C	0.000 C	0.01 C