

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO**

**DIVISIÓN DE INGENIERÍA**

**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DEL SUELO**



**Eliminación de latencia en semilla de falsa yuca (*Hesperaloe funifera*  
Trel.) utilizando tratamientos físicos, químicos y mecánicos, bajo  
condiciones de laboratorio.**

**POR:**

**JAIRO SOLIS SOLIS**

**TESIS**

Presentada como requisito parcial para

Obtener el título de:

**INGENIERO AGRÍCOLA Y AMBIENTAL**

**Saltillo, Coahuila, México**

**Diciembre de 2012**

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO**

**DIVISIÓN DE INGENIERÍA**

**Eliminación de latencia en semilla de falsa yuca (*Hesperaloe funifera* Trel.)  
utilizando tratamientos físicos, químicos y mecánicos, bajo condiciones de  
laboratorio.**

TESIS

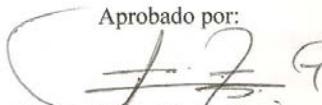
Presentado por:

**Jairo Solis Solis**

Que se somete a consideración del H. Jurado Examinador como Requisito Parcial para  
Obtener el Título de:

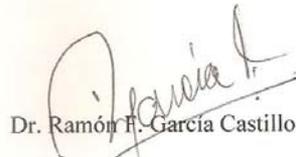
**INGENIERO AGRÍCOLA Y AMBIENTAL**

Aprobado por:

  
M.C. Luis Rodríguez Gutiérrez

Asesor principal

  
M.C. Antonio Valdez Oyervides  
Asesor

  
Dr. Ramón F. García Castillo  
Asesor

  
Ing. Artemio Juárez Delgado  
Asesor

  
M.C. Luis Rodríguez Gutiérrez

Coordinador de la División de Ingeniería

Universidad Autónoma Agraria  
"ANTONIO NARRO"



Coordinación de  
Ingeniería

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO**

**DIVISIÓN DE INGENIERÍA**

**Eliminación de latencia en semilla de falsa yuca  
(*Hesperaloefunifera* Trel.) utilizando tratamientos físicos, químicos  
y mecánicos, bajo condiciones de laboratorio.**

**TESIS**

Presentado por:

**JairoSolisSolis**

Que se somete a consideración del H. Jurado Examinador como Requisito Parcial  
para Obtener el Título de:

**INGENIERO AGRÍCOLA Y AMBIENTAL**

**Director de esta tesis:**

**M.C. Antonio Valdez Oyervides**

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO**

**DIVISIÓN DE INGENIERÍA**

**Eliminación de la latencia en semilla de falsa yuca  
(*Hesperaloe funifera* Trel.) utilizando tratamientos físicos, químicos  
y mecánicos, bajo condiciones de laboratorio.**

**TESIS**

Presentado por:

**Jairo Solis Solis**

Que se somete a consideración del H. Jurado Examinador como Requisito Parcial  
para Obtener el Título de:

**INGENIERO AGRÍCOLA Y AMBIENTAL**

**Por su participación y colaboración para que el presente proyecto se llevara a  
cabo.**

**Agradezco a:**

**L.C.Q. MAGDALENA OLVERA ESQUIVEL**

## ÍNDICE

	Página
AGRADECIMIENTOS.....	I
DEDICATORIA.....	II
ÍNDICE DE CUADROS.....	III
ÍNDICE DE FIGURAS .....	III
RESUMEN.....	1
Introducción.....	2
Objetivo.....	4
Hipótesis.....	4
Revisión de literatura.....	5
Clasificación taxonómica.....	5
Importancia y usos.....	7
Concepto de semilla.....	8
Composición de una semilla.....	10
Calidad de semillas.....	10
Germinación.....	12
proceso de germinación .....	13
factores ambientales externos que intervienen la germinación .....	14
Agua.....	14
Temperatura.....	15
Aireación.....	16
Luz.....	17
Factores internos.....	17
Embrión inmaduro.....	18
Posma duración.....	18
presencia de inhibidores .....	18
Latencia.....	19
Causas comunes de latencia.....	20
MATERIALES Y MÉTODOS.....	21

Localización de la investigación.....	21
Material genético.....	22
Tratamientos.....	22
Metodología.....	22
Variables Evaluadas .....	23
Diseño Experimental.....	24
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	25
Germinación Estándar.....	26
Germinación Estándar % .....	27
Plántulas Normales %.....	29
Plántulas Anormales %.....	30
Semillas Sin Germinar % .....	31
VIGOR.....	32
Índice de Velocidad de Germinación.....	32
Longitud Media de Plúmula .....	33
Longitud Media de Radícula .....	34
CONCLUSIONES.....	35
BIBLIOGRAFÍA.....	36

**PALABRAS CLAVE:**

**Eliminación de latencia de semilla de falsa yuca (*Hesperaloe funifera* Trel.) utilizando tratamientos físicos, químicos y mecánicos bajo condiciones de laboratorio.**

## AGRADECIMIENTOS

*A dios*

*Por cuidar de mí y haberme dado la oportunidad de llegar hasta este momento de mi formación profesional a pesar de tantos obstáculos que han dificultado mi camino, pero que a la vez me ha fortalecido para entender el valor del sacrificio y seguir adelante para lograr una meta.*

*A “mi Alma Terra Mater” Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.*

*A esta Honorable Institución que me abrió sus puertas para adquirir nuevos conocimientos que me servirá para enfrentarme a nuevos retos que me proponga la vida.*

*Al Jurado Examinador.*

*Al M.C. Antonio Valdez Oyervides por darme la oportunidad de realizar esta investigación y brindarme su apoyo en cada momento, Dr. Ramón F. García Castillo, al M.C. Luis Rodríguez Gutiérrez y al Ing. Artemio Juárez Delgado por todas sus aportaciones y sugerencias para elaborar y concluir este trabajo.*

*A la L.C.Q. Magdalena Olvera Esquivel por a verme brindado su ayuda durante el tiempo que estuve realizando mi investigación en el Laboratorio de ensayos de semillas del Centro de Capacitación y Desarrollo de Tecnología de Semillas (CCDTS)*

*A mis compañeros de generación de Ingeniería Agrícola y Ambiental.*

*A Artemio González Zarate, Artemio Juárez Delgado, Juan Carlos Pérez Pérez, Romario Pérez Escobar, por haber compartido momentos buenos y ayudarnos entres si en situaciones difíciles durante nuestra estancia en la universidad, haciendo de esta una experiencia inigualable.*

*Y a todas aquellas personas que en algún momento me brindaron su amistad y su apoyo y me motivaron con palabras alentadoras en momentos difíciles.*

## **DEDICATORIA**

*A mi madre:*

*Doña María Melida Solís Medina*

*Por haberme traído a la vida y cuidar de mí en los momentos más difíciles de mi vida y por su bendición y oraciones brindadas durante el tiempo que estuve lejos, sintiéndose orgullosa como madre de mí, por tener un hijo profesionalista y de bien en esta vida.*

*A mi Padrino:*

*Don Anselmo Solís Medina*

*Por cuidar de mí como un padre y brindarme todas las enseñanzas en todo este tiempo formándome como persona de bien en cada situación, cada regaño y consejos los cuales los he usado para la formación de mi vida. Gracias por haberme puesto en el camino correcto, y gracias por todo el apoyo incondicional, logre culminar esta noble profesión.*

*A mis hermanas:*

*Anayari Solís Solís*

*Fatima Solís Solís*

*Bellaluz Solís Solís*

*Ustedes que son mi familia, siempre pasamos por situaciones difíciles pero hemos sabido enfrentar correctamente, pero también hemos tenido las más agradables experiencias. Siempre me brindaron su cariño y su apoyo y ahora yo tratare de corresponderles para demostrarles mi gratitud hacia ustedes.*

*A mis familiares y amigos que siempre estuvieron motivándome y adelantándome para lograr una de mis muchas metas que tengo en la vida.*

## INDICE DE CUADROS

	Pagina
Cuadro 1. Concentración de resultados, así como las medias de las variables evaluadas en la eliminación de latencia en semilla de falsa yuca ( <i>Hesperaloe funifera Trel.</i> ) bajo condiciones de laboratorio.....	25

## ÍNDICE DE FIGURAS

	Paginas
Figura 1. Comparación de medias de Germinación Estándar en semillas de Falsa Yuca ( <i>Hesperaloe funifera Trel.</i> ) bajo condiciones de laboratorio.....	28
Figura 2. Comparación de medias de plantas normal de Falsa Yuca ( <i>Hesperaloe funifera Trel.</i> ), bajo condiciones de laboratorio.....	29
Figura 3. Comparación de medias de plantas anormales de ( <i>Hesperaloe funifera Trel.</i> ), bajo condiciones de laboratorio.....	30
Figura 4. Comparación de medias de semillas sin germinar de ( <i>Hesperaloe funifera Trel.</i> ), bajo condiciones de laboratorio.....	31
Figura 5. Comparación de medias de índice de velocidad de germinación de ( <i>Hesperaloe funifera Trel.</i> ), bajo condiciones de laboratorio.....	32
Figura 6. Comparación de medias de longitud media de plúmula de semillas de ( <i>Hesperaloe funifera Trel.</i> ), bajo condiciones de laboratorio...	33
Figura 7. Comparación de medias de la longitud media de radícula de semillas de ( <i>Hesperaloe funifera Trel.</i> ), bajo condiciones de laboratorio...	34

## RESUMEN

El presente trabajo se realizo con el propósito de eliminar la latencia de la semilla de falsa yuca (*Hesperaloe funifera Trel.*), el cual el experimento se llevo a cavo en laboratorio poniendo a germinar las semillas en tacos de papel anchor humedecidos que posteriormente se llevo a la cámara de germinación con temperatura de  $25^{\circ} \pm 1^{\circ} \text{ C}$ , por 14 días; aplicando riegos diariamente.

Se llevo a cabo la germinación con las condiciones adecuadas en la cámara de germinación con tratamientos físicos, químico y mecánico para eliminar la latencia los cuales fueron seis, T1: Testigo (sin tratamiento); T2: Escarificación (manualmente con la lija No. 36), consistió en reducir el grosor de la testa de la semilla; T3: corriente 48 horas, T4 Remojo en agua caliente a  $60^{\circ} \text{ C}$  por 10 minutos, T5: Remojo en nitrato de potasio al 2% por 10 minutos; T6: Remojo en acido sulfúrico a 100 ppm por 10 minutos.

Los parámetros que se evaluaron a los 21 días fueron; Capacidad de germinación: Plántulas normales (**P.N**), Plántulas anormales (**P.A**), Semillas sin germinar (**S.S.G**) y Germinación Standard (**G.S**), los resultados obtenidos muestran, que en las variables de plántulas normales (**P.N**), semilla sin germinar (**S.S.G**) y germinación Standard (**G.S**), existe una diferencia altamente significativa, destacando GS, PN, PA y SSG.

Para la prueba de vigor tenemos que estadísticamente ay significancia para T3 remojo en agua por 48 horas, en los parámetros evaluados obteniendo para el índice de velocidad de emergencia un valor de 0.73, longitud media de plúmula 10.9 cm, longitud media de radícula 14.11 cm. En cuanto a los tratamientos T1, T2, T5, T6, existe niveles de significancia altamente significativo y significativos y para T4 no es significativo, lo cual no es recomendable para germinar este tipo de semilla.

## INTRODUCCION

Para que se realice la germinación en las semillas de falsa yuca (*Hesperaloe funifera Trel.*) y se eliminara la latencia es necesario que se eliminen los mecanismos fisiológicos que la inhiben, lo que ocurre bajo la Influencia de ciertos factores ambientales que no siempre corresponden a las exigencias de las semillas quiescentes para que germinen. De acuerdo con varios autores dichos factores presentan las siguientes características.

Latencia es el estado en que se encuentra una semilla viable sin que germine aunque disponga de suficiente humedad para embeberse y una aeración similar a la de las primeras capas de un suelo bien ventilado y una temperatura que se encuentre entre 10 o y 30 °C.; Por lo tanto quiescencia se entenderá como la inhibición por no tener las condiciones ambientales adecuadas para la germinación.

En si dormancia es sinónimo de letargo latencia reposo y vida latente, hay autores que llaman semillas no durmientes a las que están en quiescencia; en si serán denominadas: quiescentes aquellas semillas que no germinan.

En el caso de semilla de falsa yuca (*Hesperaloe funifera Trel.*) la reproducción sexual es un mecanismo eficiente para favorecer la recombinación genética y en consecuencia el vigor de cada planta generadas, sin embargo a pesar de la gran cantidad de semillas formadas por planta, estas tienes pocas probabilidades de caer en un sitio que tenga las condiciones adecuadas para favorecer su germinación y establecimiento, además de enfrentar la depredación que sufren por larvas de insectos; los huevecillos son inyectados dentro de la capsula , ahí se

incuban y eclosionan liberando una pequeña larva que se alimenta vorazmente del embrión y del resto de la semilla (Medina y Quezada, 1975; Ruvalcaba, 1983).

La falsa yuca (*Hesperaloe funifera Trel.*) es una planta arbustiva de la familia Agavaceae que es de hasta 80 cm de altura y 1,0 a 1,2 m de ancho, con hojas largas de hasta 5 cm de ancho y 2 a 3 cm. todas las especies en su género, se originó en México y su vecino EE.UU. regiones, donde se utiliza principalmente con fines ornamentales (Guillot y Van der Meer 2006).

Algunos materiales alternativos, vegetales crudos no convencionales tienen preferencia para proporcionar grandes cantidades de biomasa para la producción de pulpa de celulosa de calidad. Una de esas fuentes de materias primas, material es *Hesperaloe funifera Trel.*, plantas, que crecen con las necesidades de agua pequeños, y que tienen una morfología de la fibra que es especialmente adecuado para la fabricación de pasta para papel.

De todas las especies que forman el género *Hesperaloe* la más prometedora para su uso en la obtención de pastas celulósicas, papel y cartón es el *Hesperaloe funifera Trel.*, cuyo nombre común en español es la “falsa yuca” sumando que; posee una morfología inusual en sus fibras, en las que se han identificado células largas (3,3-3,5 mm) y delgadas (15-17  $\mu\text{m}$ ), proporcionando unas características peculiares al papel obtenido, presentando unos índices de tracción, estallido y desgarramiento muy altos, haciendo esta especie muy recomendable para la fabricación de papeles especiales.

Estas plantas no maderables permiten sustituir las especies madereras, más útiles para otros usos más nobles, disminuyendo las deforestaciones y las replantaciones.

En este trabajo se estudio la manera de eliminar la latencia en semilla de falsa yuca (*Hesperaloe funifera Trel.*), utilizando diferentes tratamientos físicos, químicos, o mecánicos bajo condiciones de laboratorio

Dentro del laboratorio, para eliminar la latencia en semillas. Ya que es una materia prima alternativa a las convencionales (maderables frondosas y coníferas) que tiene un futuro prometedor, pues puede cultivarse en terrenos con escasos recursos hídricos y presentan unas excelentes fibras celulósicas.

## **OBJETIVO GENERAL**

Eliminación de la latencia en semilla de falsa yuca (*Hesperaloe funifera Trel.*) utilizando tratamientos físicos, químicos y mecánicos, bajo condiciones de laboratorio.

## **HIPOTESIS**

La latencia de la semilla de falsa yuca (*hesperaloe funifera trel.*) podrá ser eliminada con tratamientos, físicos, químicos o mecánicos y así se incrementará su porcentaje de germinación.

## REVISIÓN DE LITERATURA

Hesperaloe es un género de América del Norte que consta de seis taxones. Cuatro taxones lugar en el lado oriental de la Sierra Madre Occidental, desde Texas hasta San Luis Potosí, México, mientras que los otros dos taxones se producen en el lado occidental de la Sierra Madre Occidental, en Sonora, México.

En 1871, creó la Engelmann Hesperaloe género y transfirió el recientemente descrito Aloe yuccaefolia. Sin embargo, Yucca parviflora se hace la correcta combinación Hesperaloe parviflora (Torrey) Coulter.

En 1862, Koch describe Yucca funifera Trelease (1902) decidió encajar mejor en Hesperaloe e hizo que la combinación Hesperaloe funifera (Koch) Trelease.

### Clasificación taxonómica

(*Hesperaloe funifera* (Lem.) Trel.)

Reino	Plantae - Plants
Subreino	Tracheobionta - Plantas vasculares
Superdivision	Spermatophyta - Plantas Semillas
División	Magnoliophyta - Plantas con flores
Clase	Liliopsida - Monocotiledóneas
Subclase	Liliidae
Orden	Liliales
Familia	Agavaceae
Género	Hesperaloe Engelm. - Yuca falso
Especies	Hesperaloe funifera (Lem.) Trel. - Nuevo México falsa yuca

El *Hesperaloe funifera* es una planta arbustiva de la familia Agavaceae que es de hasta 80 cm de altura y 1,0 a 1,2 m de ancho, con hojas largas de hasta 5 cm de ancho y 2 a 3 cm. todas las especies en su género, se originó en México y su vecino EE.UU. regiones, donde se utiliza principalmente con fines ornamentales (Guillot y Van der Meer 2006).

La planta de *Hesperaloe funifera* se caracteriza en términos de su contenido de holocelulosa,  $\alpha$ -celulosa y lignina (74,1, 52,3 y 7,9%, respectivamente).

Desde el punto de vista histórico, los primeros datos acerca del género fueron aportados por dos autores: John Torrey, que en 1859 recolectó un ejemplar al que denominó *Yucca parviflora*, y Asa Gray, que recolectó otro en 1867, al que nombró *Aloe yuccifolia*, ambos referidos a *Hesperaloe parviflora*; pero fue en 1871 cuando se describe dicho género. En 1902, Trelease, añadió al género la especie *H. funifera* Trel., y 65 años más tarde Gentry describió *H. nocturna* Gentry. En 1998, Grez Starr describió dos nuevas especies: *H. campanulata* Starr y *H. tenuifolia* Starr (Jacquemin 2000- 2001).

Desde el punto de vista morfológico, se trata de plantas de tallos rara vez visibles, aunque se encuentran tejidos de éste en la base de las plantas, raíces dispuestas radialmente, muy fibrosas, con rosetas acaules, compuestas de hojas densa o laxamente dispuestas, rizomatosas, característica más prominente en *H. parviflora*, hojas duras, rígidas, en general rectas, rara vez ligeramente arqueadas, con margen foliar liso, y abundantes fibras marginales, ápice no espinoso, pero agudo, de color verde oscuro a amarillo-verde brillante, flores con seis tépalos, en general de la misma longitud, y cercanamente la misma anchura, libres o levemente unidos en la base, en general recurvados cerca del ápice, perigonio campanulado o casi, con colores que varían del blanco a dos tonos, con

un rosa a rojo exterior, y rosa, blanco, crema o amarillo en el interior, fruto en cápsula con numerosas semillas planas de color negro

## **Importancia y Usos**

Los principales usos dados a las especies de la familia Agavaceae son en primer lugar para extraer fibra de todas las especies de Agave, de algunas de Yucca y de Hesperaloe funifera, y para cestería, las especies de Dasylirion, de Nolina y algunas de Yucca.

La planta produce fibras fuertes que se pueden utilizar en la fabricación de productos de cordelería. Las fibras de producir un papel con tracción excepcional y resistencia al desgarrar. Tales fibras se podría utilizar ya sea en papeles especiales con requisitos de alta resistencia, tales como papeles, papeles moneda biblia, bolsas de té, y los filtros, o pueden ser mezclados con otras fibras para aumentar la resistencia y mejorar la textura de una variedad de papel productos, incluidos los papeles de escritura, tejidos y productos de toalla y papeles fabricados usando secundaria (reciclado) fibra.

Hesperaloe funifera es una planta de tierras áridas de fibras largas y delgadas que pueden producir papel con propiedades de resistencia superiores. Los estudios previos de floración de esta planta sugieren que la eliminación de los tallos florales en desarrollo debería desviar la energía para la producción de hojas, aumentando el rendimiento de fibra y reducir los costos unitarios de producción. La producción de hojas de plantas de biomasa y las tasas relativas de crecimiento aumentó significativamente con la eliminación flor tallo, tamaño de planta promedio fue 27% mayor en las parcelas de los tallos florales que se han eliminado. (Tucson 1955).

La planta produce fibras fuertes que se pueden utilizar en la fabricación de productos de cordelería. Las fibras de producir un papel con tracción excepcional y resistencia al desgarró. Tales fibras se podría utilizar ya sea en papeles especiales con requisitos de alta resistencia, tales como papeles, papeles moneda biblia, bolsas de té, y los filtros, o pueden ser mezclados con otras fibras para aumentar la resistencia y mejorar la textura de una variedad de papel productos, incluidos los papeles de escritura, tejidos y productos de toalla y papeles fabricados usando secundaria (reciclado) fibra.

### **Concepto de Semilla**

La semilla es el óvulo fertilizado y maduro que contiene un embrión, así como distintas cantidades de endospermo y/o perispermo y tegumentos, que sirven de protección a dichas estructuras (Niembro, 1988).

Bradbeer (1988) mencionó que la semilla es el producto del óvulo fertilizado, donde en las gimnospermas se logra ver a simple vista las escalas que constituyen el cono, y en las angiospermas las semillas están formadas dentro de un ovario. Estas eventualmente logran germinar o dar un individuo nuevo.

Semilla es la estructura formada por la maduración del óvulo de las plantas con semillas después de la fecundación (Raven et al., 1991 b).

Moreno (1996) explicó que desde el punto de vista agronómico y comercial se considera semilla a toda clase de granos, frutos y estructuras más complejas

(unidad de semillas) que se emplean en siembras agrícolas. Sin embargo por el lado botánico, se dice que es un embrión en estado latente, acompañado o no de tejido nutricio y protegido por el episperma.

El término semilla, también se ha logrado definir como el insumo estratégico en la agricultura, al que se le ha ofrecido una atención muy peculiar en la época moderna; por tal motivo se dice que es la relación entre la generación de tecnología y la creciente necesidad de producción de alimentos y otros productos del campo para la creciente población mundial (Rincón et al., 1999).

Desde otro punto de vista la semilla se considera que es el resultado terminado y formado por el embrión, albumen y tegumento, después del proceso de la fecundación donde el nuevo cigoto diploide, el núcleo endospermico primario y todos los tejidos maternos unidos inician la mitosis y la diferenciación que fabricarán al embrión de la planta y sus sistemas de soporte (Wallace et al., 2003).

Flores (2004) refirió que hay diferentes descripciones de semilla: óvulo maduro fecundado, estructura vegetal que da origen a una planta, unidad de diseminación de la especie, etcétera. Sin embargo en el área de la tecnología de semillas se considera como la unidad básica de vida, un embrión o parte de la planta que dará origen a una planta de características superiores (mejorada), que proveerá una ventaja adicional a las variedades existentes, lo cual estimulará su siembra; de esa manera la empresa destinada a la producción de semillas cuenta con expectativas importantes para la venta de este producto.

### **Composición de una Semilla**

Toda semilla contiene carbohidratos, proteínas, grasas y minerales para nutrir a la planta en embrión que se encuentra en su interior. Su naturaleza y las proporciones de cada uno de ellos difieren dentro de las muchas clases de semillas. En algunas de ellas, como el maíz, predomina el almidón, mientras que en otras, predomina el aceite o grasa, y otras tienen alto contenido de proteínas (Boswell, 1986).

### **Calidad de semillas**

Delouche (1971), menciona que la calidad de la semilla es el producto de la historia de un cultivo con sus respectivos factores que determinan su calidad tales como la calidad genética, la contaminación en el campo con el polen de variedades afines, las condiciones bióticas durante la precosecha, la forma de cosecha, el secado de las semillas, la forma de efectuar el acondicionamiento, las condiciones del almacenamiento, la edad de la semilla, la uniformidad del lote de las semillas y la selección del suelo para la siembra.

La calidad es el conjunto de atributos que caracterizan a un lote de semillas; término compuesto que se refiere a múltiples características físicas y fisiológicas que determinan su valor. Por esta razón los tecnólogos en semillas han establecido procedimientos o técnicas normalizadas de análisis para la evaluación de los diferentes componentes de calidad (Sánchez y Ferguson, 1986).

El concepto de calidad de semillas es complejo pero alude fundamentalmente a tres factores: viabilidad, potencial de germinación y vigor del lote de semillas (Gianfelici, 2003). Sin embargo Poulsen (1993) al definir semilla de calidad, refirió que el porcentaje de germinación no es suficiente para expresar la calidad de la semilla debido a que también implica calidad genética y aspectos de calidad fisiológica además de la germinación.

Cuando se mantienen ciertas características básicas en las semillas, estas le generan una calidad determinante, entre las cuales se encuentran la calidad genética, sanidad, pureza, contenidos de malas hierbas, poder germinativo, contenido de humedad, peso por mil granos y peso volumétrico; así como la integridad física o ausencia de daño mecánico, ausencia de dormancia y composición química; resumiendo estas características se han agrupado en 4 componentes como genético, fisiológico, sanitario y físico (Flores, 2004).

Por otra parte la calidad de una semilla se le ha asignado como la suma de los atributos genéticos, físicos, biológicos y sanitarios que llevan a producir plántulas exitosas cuando se les brindan las condiciones necesarias (Ciotti et al., 2006).

La calidad de las semillas en si son un conjunto de cualidades deseables que deben tener para el establecimiento de plantas vigorosas, obteniéndose cultivos con altos rendimientos; y para esto se requiere involucrar un proceso de manejo del potencial genético a través del mejoramiento y mantenerlo a través de la producción y poscosecha, para lograr como producto final una semilla de alta calidad (Peralvo, 2008).

De acuerdo a lo antes expuesto, al contar con semillas de buena calidad, permitirá a los productores o personas del campo obtener plantaciones uniformes con crecimientos y desarrollos normales, con mayor resistencia al ataque de plagas y enfermedades, que se verá reflejada en una buena cosecha.

## **Germinación**

Puede definirse como una cadena de cambios que empiezan con la absorción de agua y conducen a la ruptura de la cubierta seminal por la raicilla o por la plántula. Estos cambios van acompañados por divisiones y agrandamientos de las células del embrión y por aumento general de la actividad metabólica (Devlin, 1976). También se conoce como la iniciación del crecimiento de una semilla a otra estructura reproductiva aletargada (Sinnott y Wilson, 1965)

Moreno (1996) estipuló que la germinación se conoce como la emergencia y desarrollo de aquellas estructuras esenciales que provienen del embrión, y que manifiestan la capacidad de la semilla para producir una planta normal bajo condiciones favorables.

Según Wallace et al. (2003) la germinación es el comienzo del crecimiento de una semilla, una reanudación de la actividad metabólica, el desadormecer del embrión, alguna vez activo y ahora latente.

Es el término en porcentaje, de las semillas puras obtenidas en el análisis de pureza física que producirán plantas normales, tanto en ambientes que se encuentren en laboratorio como en condiciones ideales para la germinación de

dicha especie, pero no todas las semillas que germinan en el laboratorio (condiciones controladas), se convertirán en plantas cuando estén sembradas en el campo, donde las condiciones son, seguramente más adversas que aquellas sobre las cuales fueron sometidas las semillas en el laboratorio (PROSEMILLAS, 2002).

### **Proceso de germinación**

Para que inicie la germinación se requiere de tres condiciones:

- 1) El embrión debe estar vivo y ser capaz de germinar.
- 2) La semilla no debe estar quiescente; tampoco deben existir barreras fisiológicas o físicas, ni químicas que induzcan letargo.
- 3) La semilla debe estar expuesta a las condiciones ambientales apropiadas: disponibilidad de agua, temperatura adecuada, provisión de oxígeno, y en ocasiones luz (Hartmann y Kester, 1989).

Cuando el agua del medio irrumpe a la semilla, las células del embrión y del endospermo se hidratan, entrando inmediatamente en actividad, por lo que la semilla se hincha. El embrión empieza a producir ácido giberílico, que actúa sobre la capa de aleurona que cubre al endospermo y la induce a secretar amilasa. Por acción de la amilasa y maltasa, el almidón se transforma en glucosa, proporcionando suficiente energía al embrión para que se desarrolle y comience a producir citocininas, que junto con el ácido giberílico, inducen síntesis de enzimas y la aleurona pasa a proteína soluble. Por acción de las citocininas, con la energía de la glucosa y proteínas solubles, las células del embrión se dividen activamente, iniciando la geminación, siendo rota la testa por el primordio de la raíz principal. Las células del endospermo y después las del embrión, sintetizan auxinas que

inducen al alargamiento de los meristemos de la radícula y consecuentemente, las del talluelo. Las auxinas determinan a la vez el inicio de la diferenciación de los tejidos, así como el crecimiento direccional del talluelo y de la raíz (Rojas y Ramírez, 1987).

## **Factores Ambientales externos que Intervienen en la Germinación**

### **Agua**

El contenido de agua es muy importante para controlar la germinación de la semilla. Con menos del 40% - 60%, no hay germinación (Hartmann y Kester, 1989).

Es necesario que las semillas, después de formadas pierdan cierta cantidad de agua dentro de los porcentajes adecuados de humedad, la imbibición conduce a la germinación. Pero aún cuando existe humedad adecuada, las semillas no germinan, debido a que intervienen otros factores (Larqué, 1980).

El agua se introduce en la semilla por imbibición y va acompañada de hinchazón y posteriormente de la ruptura de la cubierta de la semilla. Durante la imbibición la testa se suaviza y se hace más permeable al agua y a los gases y a medida que se diluye el protoplasma concentrado, las enzimas se activan. Para la digestión de alimentos complejos insolubles, el agua juega un papel importante, ya que puede re modificarlas en compuestos solubles para su transporte a las células de los puntos de crecimiento del embrión, donde se asimilan al protoplasma viviente y

producen un nuevo crecimiento de los tejidos o se emplean en la respiración (Department of Agriculture, 1965).

Casi todas las plantas, en algún momento de su ciclo de vida, experimentan periodos durante los cuales su crecimiento queda temporalmente suspendido o retardado hasta el punto de no ser observable a simple vista. Esto se observa en las semillas y en las yemas, donde el crecimiento puede quedar suspendido cuando algún factor del medio se hace adverso. Las semillas no germinan cuando están secas, pero lo hacen pronto cuando quedan embebidas. Lo anterior también puede producirse debido a la concentración de algún inhibidor del crecimiento, presencia de estructura resistente y duradera que encierra a la planta sin permitirle la expansión propia del crecimiento, la presencia de membranas o de cubiertas seminales impermeables al agua o al oxígeno (Weinberger, 1986).

## **Temperatura**

Es tal vez el factor más importante que regula la germinación y crecimiento subsecuente de las plantas, ya que algunas semillas en estado latente antes de germinar, deben atravesar un largo periodo de baja temperatura mientras se humedecen; otras, aunque estén en un suelo húmedo, no germinan hasta que son expuestas a la luz, tal es el caso de las semillas de malezas (Boswell, 1986).

## **Aireación**

Un buen intercambio de gases entre el medio de germinación y el embrión, permite una germinación rápida y uniforme (Hartmann y Kester, 1989). La principal necesidad del oxígeno se produce en la respiración, que suministra energía para conservar la vida mediante la oxidación de los alimentos, ya que la semilla, aún en su condición de letargo continúa respirando (Department of Agriculture, 1965).

La absorción de oxígeno puede medirse una vez iniciada la absorción de agua. La tasa de absorción de oxígeno es un indicador del avance de la germinación (Hartmann y Kester, 1989).

Cuando el embrión reanuda su crecimiento, la respiración se acelera considerablemente y se necesita oxígeno para ese incremento. Una capa de agua alrededor de la semilla retrasará el consumo de oxígeno a tal grado que la semilla puede dejar de germinar (Department of Agriculture, 1965).

El bióxido de carbono es un producto de la respiración y en condiciones de mala aireación puede acumularse en el suelo. El bióxido de carbono puede inhibir la germinación a cierto grado, pero desempeña un papel menor en el mantenimiento del letargo (Hartmann y Kester, 1989)

## **Luz**

Algunas semillas tienen necesidades de luz absoluta para germinar, en otras, la exposición a la luz actúa como inhibidora de la germinación y en un tercer grupo, la germinación está relacionada con una respuesta fotoperiódica, es decir, con una alternancia de periodos de luz y oscuridad. Todo esto es aún más complejo por el hecho de que la temperatura puede interactuar con la luz durante la germinación de muchas semillas (Devlin, 1976).

Las semillas de germinación rápida, como chícharo, trébol y rábano, son indiferentes a la luz, mientras que la mayoría de las semillas de las gramíneas necesitan luz para que haya germinación completa (Department of Agriculture, 1965)

## **Factores Internos**

Cubierta seminal dura: Es una característica que mantiene el reposo por tres caminos: impide el paso del agua a la semilla, limita tanto el intercambio gaseoso, así como el crecimiento del embrión inmaduro.

En la negación del paso de agua en la semilla, se presenta especialmente en familias de leguminosas, ya que poseen en su mayoría cubiertas duras e impermeables de tipo céreo, carácter que puede ser heredable o determinado por las condiciones ambientales.

La limitación de la entrada de gases a la semilla, es un fenómeno bastante extraño, debido a que algunas semillas son permeables al agua, pero son impermeables a los gases, tal vez puede ser probable a que la limitante del oxígeno retarde la actividad metabólica hasta bloquear la germinación o que también una concentración elevada pueda estimular la germinación.

Respecto a la limitación mecánica del crecimiento del embrión, la cubierta seminal puede ser permeable al agua y al oxígeno, pero la semilla puede continuar en letargo; pero a la vez se puede eliminar por medio de una estratificación.

**Embrión inmaduro:** Muchas veces la semilla no llega a germinar por el desarrollo parcial del embrión; pero al formarse completamente comienza su germinación, esto es muy común en familias como Orquidáceas, Orobancáceas, Fraxinus y Ranunculus; por lo que la semilla al encontrar un medio favorable tenderá a su desarrollo.

**Posmaduración:** En muchas plantas, las semillas no logran germinar de inmediato, pero sí después de encontrar condiciones normales, durante este tiempo solo existe una mínima actividad fisiológica.

**Presencia de inhibidores:** Estos pueden encontrarse en las pulpas o frutos de las semillas, cubierta seminal, endospermo, embrión, en estructuras que cubren las semillas; así como en las glumas de los granos de avena; dentro de los más conocidos están la cumarina y el ácido parasorbico, entre otros.

## **LATENCIA**

De acuerdo a una amplia investigación sobre la definición de latencia, sinónimo de reposo, vida latente, letargo y dormición; Camacho (1994) mencionó que es el estado en que se encuentra una semilla viable sin que germine, aún disponiendo de humedad adecuada para la imbibición, oxígeno, así como una temperatura de 10° C y 30° C.

Un fenómeno común en el reino vegetal, es la latencia de ciertas semillas que están vivas, pero que no germinan bajo ciertas condiciones favorables para otras semillas no latentes de la misma especie. Se manifiesta como una completa inhabilidad para germinar (latencia interna), donde algunas pueden necesitar cierta temperatura especial, condiciones de humedad y tratamientos especiales, lo que se llama latencia externa (Sierra, 2005).

El término “latencia” se refiere a una condición de una semilla viable que impide que ésta germine en presencia de los factores que normalmente se consideran suficientes para la germinación: temperatura adecuada, humedad y medio ambiente gaseoso. Una semilla viable es la que puede germinar en condiciones favorables, siempre que en su caso se elimine la latencia que pueda estar presente (Galiussi, 2006).

Los árboles y arbustos producen semillas y en algunos sus germinaciones pueden ser muy erráticas por causa del letargo que previene la germinación hasta que no se den las condiciones idóneas, debido a las cubiertas duras y leñosas que son protecciones que impiden la penetración de la humedad; otras son tan resistentes que al pasar por los ácidos de los estómagos de ciertos animales, aún no se permite la germinación, ya que poseen elementos químicos internos que provocan la latencia (Payeras, 2008).

Según Flores V. Zulay (1997), en un estudio realizado sobre “Tecnología de Semillas Forrajeras en Venezuela”, Las causas más comunes de latencia en semillas son las siguientes.

### **Causas comunes de latencia.**

1. Cubiertas florales duras e impermeables al agua y al oxígeno: El término cubierta incluye estructuras, externas o internas que cubren al embrión. Estas pueden ser duras y resistentes a la entrada de agua, lo cual puede limitar la difusión del oxígeno y resistir la expansión del embrión. Esta causa de latencia se encuentra en casi todos los géneros de leguminosas tropicales como *Leucaena*, *Stylosanthes*, *Macroptilium*, *Centrosema*, *Teramnus* y en algunas gramíneas de los géneros *Brachiaria*, *Paspalum* y *Panicum* (Gonzalez, Pérez y Matías 1988).
2. Inmadurez del embrión: se presenta en la mayoría de las gramíneas forrajeras, al no haber completado la semilla la madurez embrionica al momento de cosecha, a causa de la desuniformidad en la etapa de floración (Bonman, 1979). La especie *B. decumbens* es un ejemplo típico.
3. Presencia de inhibidores de la germinación: los inhibidores más comunes son compuestos orgánicos aromáticos, ácidos grasos o iones metálicos. Muy común en semillas de *Andropogon gayanus* y *Panicum maximum* (Ballard, L. 1971, Cordero, J. y M. Oliveros.1983 y Roberts, E. 1972).
4. Control hormonal: a medida que se incrementa la germinación, el contenido del ácido giberélico, citocininas y otras sustancias que estimulan el crecimiento se van biosintetizando a nivel de la semilla, mientras que sustancias inhibidoras letales

como ácido absicico y derivados de fenoles disminuyen su presencia. Esta causa de latencia ha sido señalada en semillas de *B. dictyoneura*, *B. brizantha* (Cordero, J. y M. Oliveros.1983 y Flores, Z. 1993).

Freeman (1975) al evaluar la respuesta germinativa de *Agave parryi* Englm. Var, *Parryi*, encontró que las semillas no tienen latencia y que germinan a una temperatura optima de 25°C en condiciones de luz y oscuridad. Del mismo modo, Freeman y colaboradores (1977) señalaron que el *Agave lechuguilla* Torr, tampoco presentaron latencia y su porcentaje de germinación es alto a 25°C. por otro lado, Jordan y Nobel (1979) obtuvieron 92% de germinación a 21°C en semillas de *Agave deserti* Engelm. En cinco subespecies de *Yucca whipplei*. Keeley y Tufenkian (1984) registraron diferencias ectópicas significativas en su germinación y crecimiento.

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

### **Localización de la investigación**

El presente trabajo de investigación se llevo a cabo en el Laboratorio de ensayos de semillas del Centro de Capacitación y Desarrollo de Tecnología de Semillas (CCDTS) el cual pertenece a la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, en Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. Ubicada a los 25° 22' de Latitud Norte y 101°01'48'' Longitud Oeste, con una Altitud de 1742 msnm. Donde se realizaron las pruebas de análisis de calidad.

## **Material genético**

Se utilizó semilla de falsa yuca (*Hesperaloe funifera* Trel.) que fue recolectada en el mes de agosto del 2012 en la localidad de Buenavista, Saltillo, Coahuila.

Las semillas que se recolectaron se cribaron para quitarles las impurezas tales como ramas, cascaras, hojas y algunos otros residuos y posteriormente se seleccionaron al azar 25, posteriormente se pusieron a germinar en una cámara de germinación con temperaturas  $25^{\circ} \pm 1^{\circ} \text{C}$ , por 14 días.

## **Tratamientos**

Los tratamientos seleccionados fueron seis, T1: Testigo (sin tratamiento); T2: Escarificación (manualmente con la lija No. 36), consistió en reducir el grosor de la testa de la semilla; T3: corriente 48 horas, T4 Remojo en agua caliente a  $60^{\circ} \text{C}$  por 10 minutos, T5: Remojo en nitrato de potasio al 2% por 10 minutos; T6: Remojo en ácido sulfúrico a 100 ppm por 10 minutos.

## **Metodología**

A las semillas se sembraron en tacos de papel Anchor humedecido con agua destilada, se colocaron 25 semillas por cada taco, se etiquetaron y se colocaron en bolsas de plástico transparentes llevándose a la cámara de germinación con temperatura de  $25^{\circ} \pm 1^{\circ} \text{C}$ , por 14 días; aplicando riegos diariamente.

## **Variables Evaluadas**

**Capacidad de Germinación (C.G. %):** Esta variable se obtuvo con el conteo a los 21 días, donde se consideraron solo las plantas normales.

**Índice de Velocidad de Germinación (I.V.G.):** Este parámetro se obtuvo también con los conteos al décimo cuarto y veintiún días; considerando una semilla germinada al presentar 2 centímetros de longitud de plúmula o radícula, utilizándose para este cálculo la ecuación de Pill (1981):

$$\underline{IVG = \sum (D_i - D_j) / i}$$

Donde:

IVG = Índice de velocidad de germinación

$D_i$  = Numero de semillas germinadas en el día

$D_j$  =números de semillas germinadas anterior al día del conteo

$i$  = Numero de días al momento del conteo desde la siembra

**Longitud de Plántula (L.P cm):** En esta variable se midieron 10 plantas al azar por repetición por cada uno de los tratamientos a los 21 días después de la siembra.

**Longitud de Radícula (L.R. cm):** Esta se midió en las mismas plántulas normales de la variable anterior, a los 21 días después de la siembra.

## Diseño experimental

Para analizar la información obtenida de las variables estudiadas, se utilizó un diseño completamente al azar, y la comparación de medias se realizó mediante la diferencia mínima significativa (DMS), con un nivel de significancia de  $P \leq 0.01\%$ , Steel and Torrie, utilizándose el programa estadístico de la UANL.

### . Modelo Lineal:

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

Donde:

$Y_{ij}$  = Variable observada

$\mu$  = Media general

$\alpha_i$  = Efecto de tratamientos

$E_{ij}$  = Error experimental

$i$  = 1,2.....9 y 10 tratamientos

$j$  = 1.....4 repeticiones

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De acuerdo al análisis estadístico realizado para la evaluación de los tratamientos, a continuación se presenta el cuadro 1, donde se muestra la información obtenida para cada una de ellas, así como con las significancias estadísticas de la semilla (*Hesperaloe funifera* Trel.)

Cuadro 1. Concentración de resultados , así como las medias de las variables evaluadas en la eliminación de latencia en semilla de falsa yuca (*Hesperaloe funifera* Trel)., bajo condiciones de laboratorio.

TRATAMIENTOS	CAPACIDAD DE GERMINACIÓN (%)				PRUEBAS DE VIGOR		
	GE	PN	PA	SSG	IVG	LMP (cm)	LMR (cm)
T1	84*	44ns	40	16*	0.46*	8.68**	12.29*
T2	75*	40ns	35	26*	0.34ns	8.63**	12.34**
T3	93**	74**	19	6ns	0.73**	10.9**	14.11**
T4	51ns	25ns	26	43**	0.25ns	4.83ns	8.75ns
T5	90**	44ns	46	10ns	0.39*	8.9**	12.89*
T6	82*	45ns	37	18*	0.40*	9.37**	11.31*
N.S.	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
G.L.	5	5	5	5	5	5	5
C.V.	17.85%	29.89%	43.55%	70.95%	39.78%	21.55%	16.95%

N.S.= Nivel de Significancia; G.L.= Grados de Libertad; C.V.= Coeficiente de Variación; P.C.= Primer Conteo; P.A.= Plántulas Anormales; S.S.G.= Semillas Sin Germinar; I.V.G.= Índice de Velocidad de Germinación; LMP= Longitud Media de Plúmula; LR= Longitud Media de Radícula; \*\*= Altamente Significativo; \*= Significativo; ns = No significativo; DMS = 0.01.

En el cuadro 1. Se concentran la información referente a los cuadrados medios del análisis de varianza de los parámetros: Capacidad de germinación: Plántulas normales (**P.N**), Plántulas anormales (**P.A**), Semillas sin germinar (**S.S.G**) y

Germinación Standard (**G.S**), los resultados obtenidos muestran, que en las variables de plántulas normales (**P.N**), semilla sin germinar (**S.S.G**) y germinación Standard (**G.S**), existe una diferencia altamente significativa, destacando GS, PN, PA y SSG.

### **Germinación Estándar.**

Como se observa en el cuadro 1 se presentaron tres grupos de significancia, en el primero destacan los tratamientos 3 y 5 que corresponden a remojo en agua por 48 horas y el otro de remojo en KNO<sub>3</sub> al 0.2%. Esto nos indica, que la semilla remojada ya sea en agua y/o en KNO<sub>3</sub>, removi6 la capa externa de la semilla, provocando as6 la germinaci6n, esto es congruente con lo referido por Jordan y Nobel (1979) que obtuvieron 92% de germinaci6n a temperaturas de 21°C humedecidas a un 90% en semillas de *Agave deserti* Engelm, y en cinco subespecies de *Yucca whipplei* (Fig 1)

El segundo grupo de significancia corresponde a los tratamientos: T1 testigo con un 84% de germinaci6n, pero con un 40 % de plántulas anormales y un 16% de semillas sin germinar; T2 escarificaci6n manual con lija, con un 35% de plántulas anormales y un 25% de semillas sin germinar; T6 remojo en H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 100 ppm por 10 minutos, 37% PA y 18% SSG. Esto nos indica que si hubo buen porcentaje de germinaci6n pero en cuanto a plántulas anormales y semillas sin germinar el porcentaje es bajo en comparaci6n con el T3.

Para el tercer grupo de significancia que corresponde al T4, remojo en agua caliente a 60°C por diez minutos, nos indica porcentajes muy bajos en los parámetros evaluados que son G.E. con el 51%, P.N. con el 25%, P.A. con el 26%, S.S.G. con el 43%.

Para la prueba de vigor tenemos que estad6sticamente hay significancia para T3 remojo en agua por 48 horas, en los parámetros evaluados obteniendo para el índice de velocidad de emergencia un valor de 0.73, longitud media de plúmula

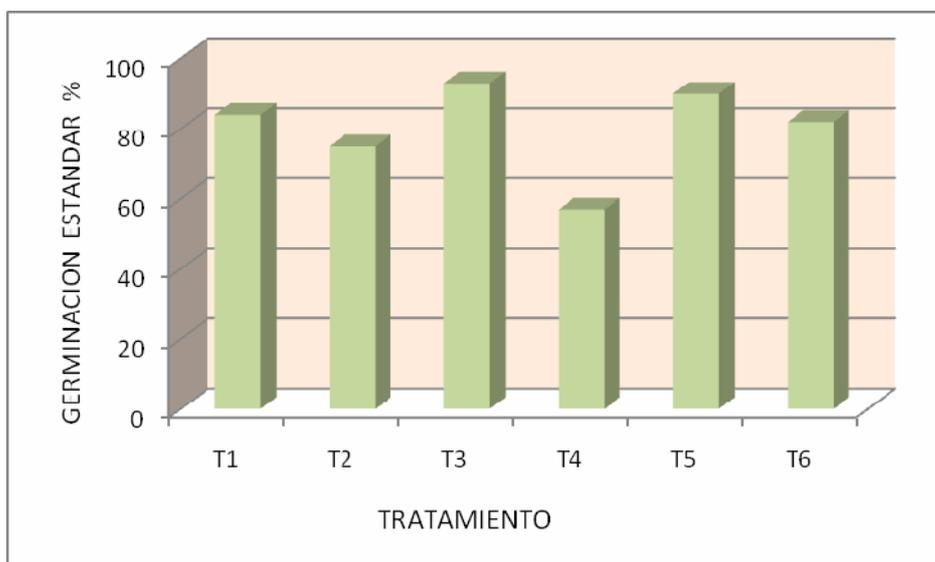
10.9 cm, longitud media de radícula 14.11 cm. Para los tratamientos T1, T2, T5, T6, estadísticamente existen valores altamente significativos y significativos, en cuanto al T4 nos muestra que no es significativo en comparación con los demás tratamientos.

Como se puede observar la falsa yuca en condiciones favorables a 25°C 12 horas de oscuridad y 8 horas de luz presento buen porcentaje de germinación el cual estos resultados concuerdan con Freeman (1975), quien al evaluar la respuesta germinativa de *Agave parryi* Englm. Var. *Parryi*, encontró que las semillas germinan a una temperatura óptima de 25°C en condiciones de luz y o scuridad. Asimismo , Freeman y colaboradores (1977) señalaron que *Agave lechuguilla* Torr, su porcentaje de germinación es alto a 25°C. Por otro lado, Jordan y Nobel (1979) obtuvieron 92% de germinación a 21°C en semillas de *Agave deserti* Engelm. En cinco subespecies de *Yucca whipplei*. Keeley y Tufenkian (1984) registraron diferencias ecotípicas significativas en su germinación y crecimiento.

### **Germinación Estándar (%)**

En la figura 1. Se observo que el porcentaje de germinación es de 93 % para el tratamiento 3. Remojo en agua por 48 horas, lo que no indica que el porcentaje de germinación estándar es alto para la semilla de falsa yuca (*Hesperaloe funifera* Trel.), , esto se debió sin duda a que el remojo en agua por 48 horas, tuvo un efecto sobre la testa de la semilla al ablandarla y así provocar el rompimiento de esta ,y por consecuencia su germinación, con facilidad, , del mismo modo con el tratamiento 5 remojo en KNO<sub>3</sub> al 0.2% por 10 minutos con un porcentaje de germinación del de 90 %. Esto demuestra que si hubo eliminación de la latencia, Ocupo el segundo lugar, por lo que corresponde a los tratamientos T1, T6, T2 y T4, fueron inferiores a los dos primeros, esta información se presenta en el cuadro 1 y figura 1.

Por otra parte Pritchard y Miller (1995) describieron resultados similares en la germinación de *Agave americana*. Después de dos años de almacenaje Martínez-Palacios et al., (2003) evaluó la conservación de las semillas en diferentes poblaciones de *Agave victoria-reginae* Moore, algunas de ellas registraron un 92% de germinación, mientras que en otras disminuyó de 94 a 70%. Debido a lo anterior las semillas de la falsa yuca en condiciones de almacenamiento podría reducir el porcentaje de germinación dependiendo el tiempo en el que se desea almacenar motivo por el cual se recomienda para la producción de plántulas en viveros semillas recién colectadas.

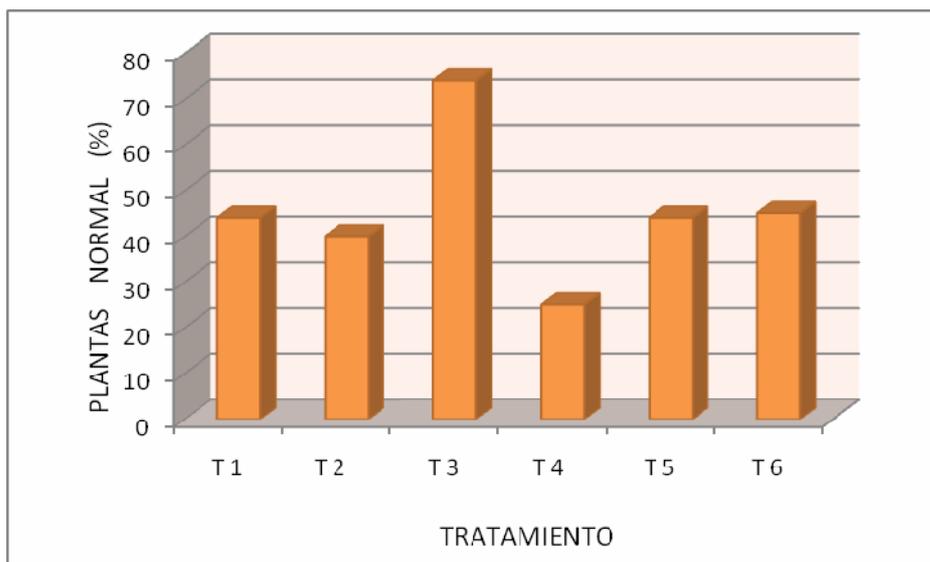


T1= testigo, T2= escarificación con lija T3= remojo en H<sub>2</sub>O por 48 horas T4= remojo en H<sub>2</sub>O a 60°C en 10 minutos  
T5= remojo en KNO<sub>3</sub> al 0.2 % por 10 minutos T6= remojo en H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> a 100 ppm por 10 minutos.

Figura 1. Comparación de medias de Germinación Estándar en semillas de Falsa Yuca (*Hesperaloe funifera* Trel.) bajo condiciones de laboratorio.

## Plántulas normales (PN %)

Figura 2. Este parámetro se refiere a que las plántulas una vez germinadas, están completas y derechas, y que por ello se consideran plántulas normales, para este caso se observó que la mejor tratamiento es el T3, semillas en remojo de H<sub>2</sub>O por 48 horas, esto es coincidente con lo obtenido en el parámetro anterior con un 74 % de Plántulas normales, seguido en menor proporción con los tratamientos T6, T1, T5, T2, T4. En el tratamiento 4 remojo en H<sub>2</sub>O a 60° C por 10 minutos el porcentaje fue de 25 % esto se debió a que la temperatura dañó el embrión de algunas semillas por tener la testa bastante delgada.

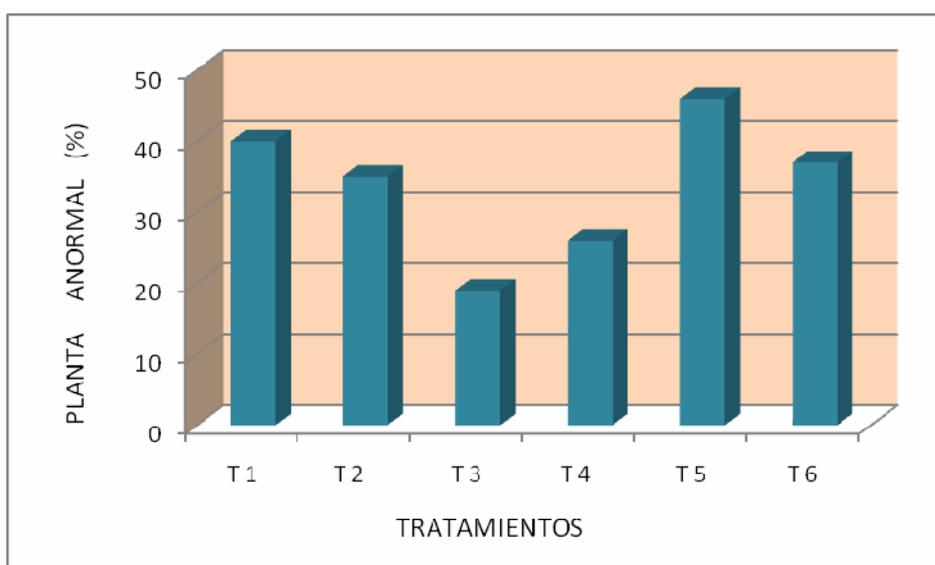


T1= testigo, T2= escarificación con lija T3= remojo en H<sub>2</sub>O por 48 horas T4= remojo en H<sub>2</sub>O a 60°C en 10 minutos  
T5= remojo en KNO<sub>3</sub> al 0.2 % por 10 minutos T6= remojo en H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> a 100 ppm por 10 minutos.

Figura 2. Comparación de medias de plantas normal de Falsa Yuca (*Hesperaloe funifera* Trel.), bajo condiciones de laboratorio.

### Plántulas anormales (PA)

En la figura 3. Se observó que en el T5, KNO<sub>3</sub> al 0.2% por 10 minutos obtuvo un porcentaje de 46% de planta anormal, seguido del T1 con un 40% de planta anormal, sucesivamente T6 37%, T2 35% T4 26% finalmente T3 19%. El indicador planta anormal nos indica que las semillas es viable pero dentro de ella se encuentra algún problema fisiológico el cual interviene en el proceso de la germinación. Dando como resultado plantas deformes o mal formados, estas plantas no entran dentro del porcentaje de germinación. Lo que se pudo observar en la comparación de medias es lo siguiente; T3, H<sub>2</sub>O a 48 horas supero a los demás tratamientos teniendo el más bajo resultado de plantas anormales.

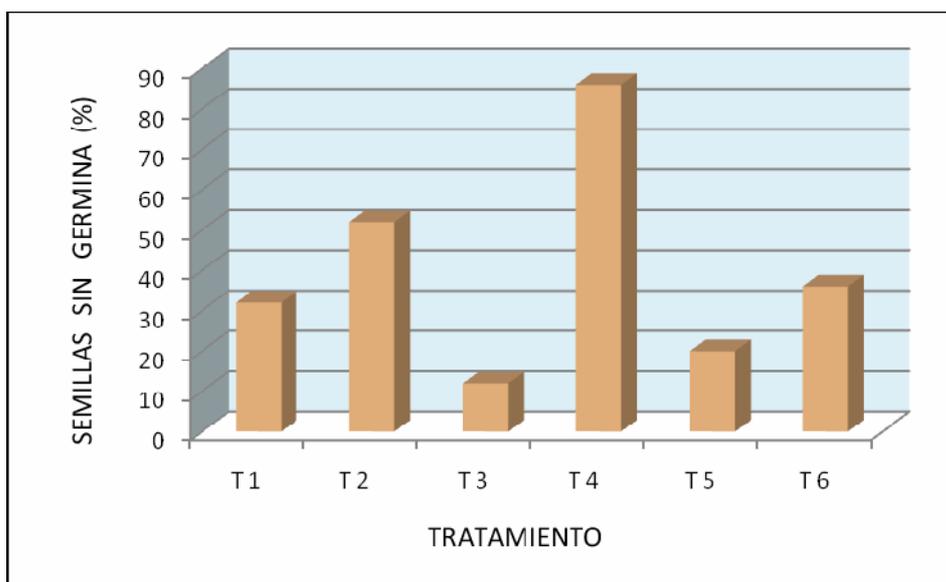


T1= testigo, T2= escarificación con lija T3= remojo en H<sub>2</sub>O por 48 horas T4= remojo en H<sub>2</sub>O a 60°C en 10 minutos  
T5= remojo en KNO<sub>3</sub> al 0.2 % por 10 minutos T6= remojo en H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> a 100 ppm por 10 minutos.

Figura 3. Comparación de medias de plantas anormales de (*Hesperaloe funifera* Trel.), bajo condiciones de laboratorio.

### Semillas Sin Germinar (SSG %)

En la figura 4. En la comparación de medias para esta variable se observo que el T4, remojo en H<sub>2</sub>O a 60°C, con un porcentaje de 43% de semillas muertas o semillas sin germinar, en comparación con los demás tratamientos fue el que presento el mayor porcentaje de semillas muertas. Keeley y Tufenkian (1984) registraron en algunos experimentos que a medida que la temperatura se acerco a 40°C el porcentaje de germinación disminuyo. Enseguida tenemos al T2 con un 26%, T6 18%, T1 16%, T5 10%, T3 6% de semillas muertas. En esta variable el T3, remojo en H<sub>2</sub>O por 48 horas fue el que obtuvo el menor porcentaje, dado que a menor porcentaje de semillas muertas se considera que es mejor el T3.



T1= testigo, T2= escarificación con lija T3= remojo en H<sub>2</sub>O por 48 horas T4= remojo en H<sub>2</sub>O a 60°C en 10 minutos  
T5= remojo en KNO<sub>3</sub> al 0.2 % por 10 minutos T6= remojo en H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> a 100 ppm por 10 minutos.

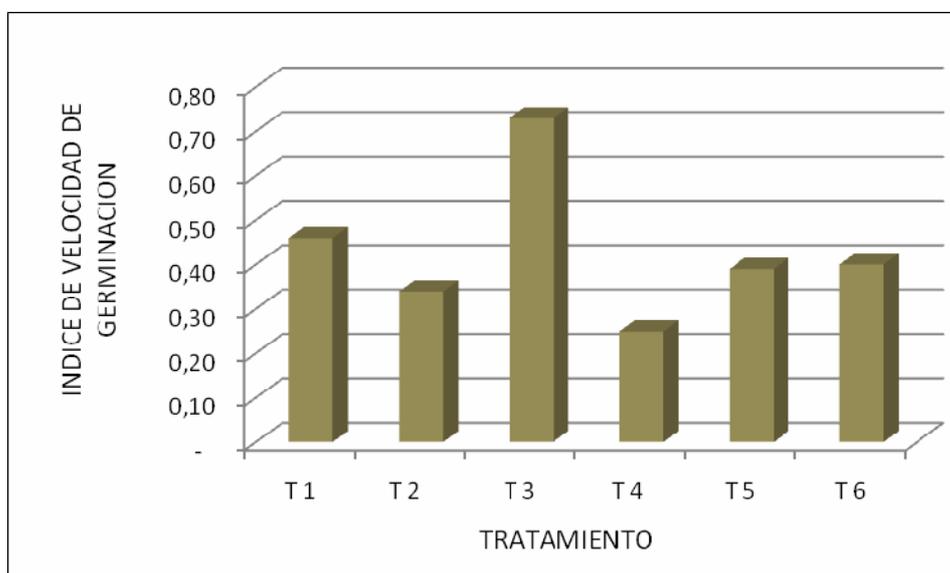
Figura 4. Comparación de medias de semillas sin germinar de (*Hesperaloe funifera Trel.*), bajo condiciones de laboratorio.

## VIGOR

Es importante mencionar que dentro de la variable vigor se evaluaron el Índice de Velocidad de Germinación (IVG), Longitud Media de Plúmula (LMP cm) y Longitud Media de Radícula (LMR), y la información se presenta a continuación:

### Índice de Velocidad de Germinación (IVG)

Figura 5. Para esta variable se observó que el mejor tratamiento fue T3, remojo en H<sub>2</sub>O por 48 horas, con un porcentaje de 0.73% seguido de T1 0.46%, T6 0.40%, T5 0.39% T2 0.34%, T4 0.25%. Dado que para esta variable a mayor porcentaje de IVG se considera el mejor tratamiento en este caso se observa claramente que el T3 es el mejor con un porcentaje mayor a todos los tratamientos y el T4 con 0.25% se considera el menor a todos los tratamientos.

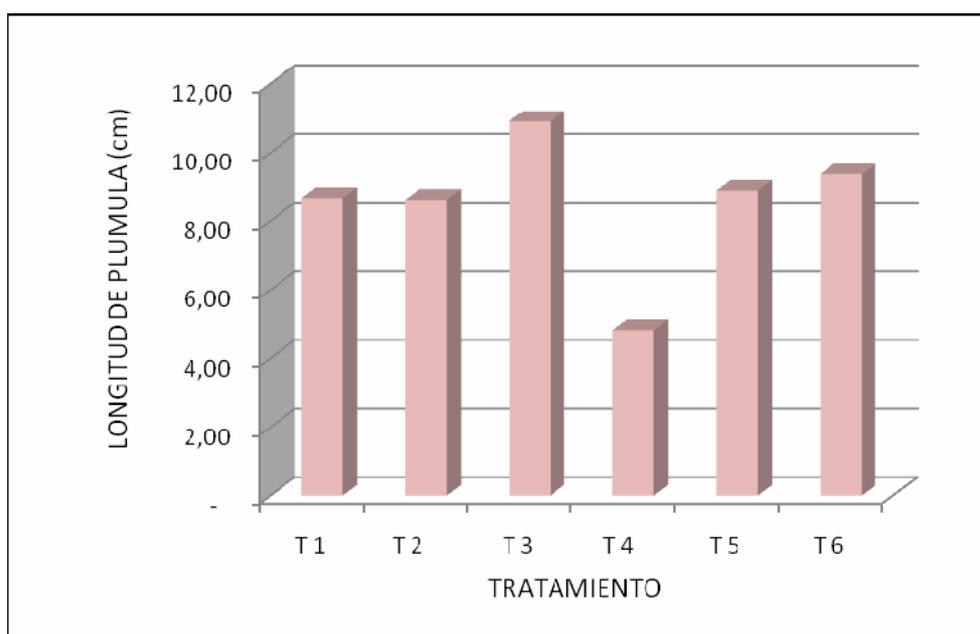


T1= testigo, T2= escarificación con lija T3= remojo en H<sub>2</sub>O por 48 horas T4= remojo en H<sub>2</sub>O a 60°C en 10 minutos  
T5= remojo en KNO<sub>3</sub> al 0.2 % por 10 minutos T6= remojo en H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> a 100 ppm por 10 minutos.

Figura 5. Comparación de medias de índice de velocidad de germinación de (*Hesperaloe funifera Trel.*), bajo condiciones de laboratorio.

### Longitud Media de Plúmula (LMP cm)

Figura 6. Para esta variable se observo que el T3 remojo en H<sub>2</sub>O por 48 horas se obtuvo el 10.9 cm de longitud media de plúmula, esto fue posible porque en el Primer Cuento se observo que hubo más plantas normales comparado a todos los tratamientos, seguido de T6, remojo en H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> a 100 ppm por 10 minutos con un 9.37 cm de longitud media de plúmula, T5 8.9 cm, T1 8.68 cm, T2 8.63 cm, T4 4.83 cm. Cabe mencionar que a mayor longitud de plúmula se considera que el tratamientos es más eficiente, por lo tanto el T3, remojo en H<sub>2</sub>O por 48 horas fue el que mayor longitud de plúmula presento en comparación a todos los tratamientos y el T4 fue el que presento el 4.83 cm de LMP siendo este el menor en comparación a todos los tratamientos.

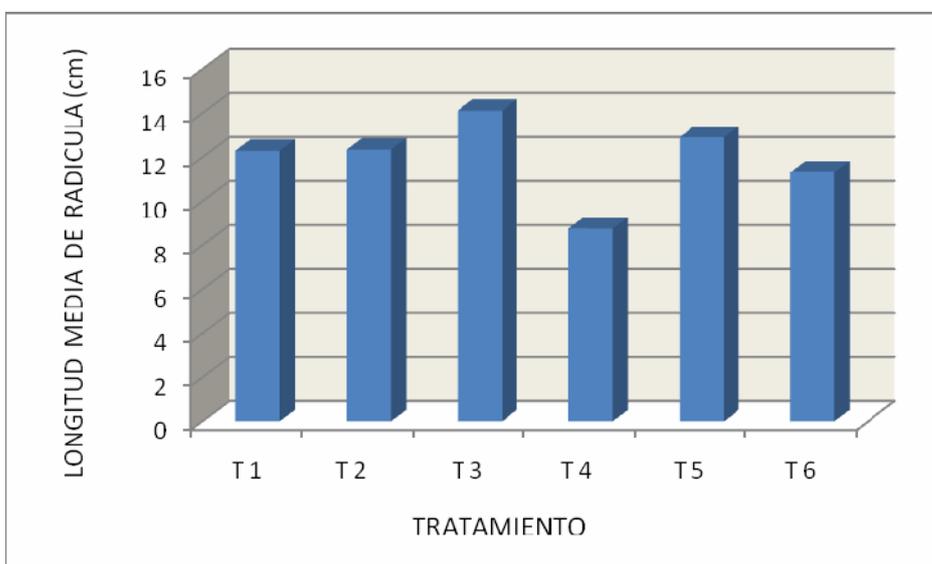


T1= testigo, T2= escarificación con lija T3= remojo en H<sub>2</sub>O por 48 horas T4= remojo en H<sub>2</sub>O a 60°C en 10 minutos  
T5= remojo en KNO<sub>3</sub> al 0.2 % por 10 minutos T6= remojo en H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> a 100 ppm por 10 minutos.

Figura 6. Comparación de medias de longitud media de plúmula de semillas de (*Hesperaloe funifera Trel.*), bajo condiciones de laboratorio.

## Longitud Media de Radícula (LMR)

Figura 7. En esta ultima variable se observo que el T3 remojo en H2O por 48 horas presento el 14.11 cm de LMR siendo este el mejor tratamiento en comparación a todos en seguida de T5 12.89 cm, T2 12.34 cm, T1 12.29 cm, T6 11.31 cm, T4 8.75 cm, el T4 fue el que presento 8.75 cm de LMR siendo este el menor en comparación a todos los tratamientos.



T1= testigo, T2= escarificación con lija T3= remojo en H2O por 48 horas T4= remojo en H2O a 60°C en 10 minutos  
T5= remojo en KNO3 al 0.2 % por 10 minutos T6= remojo en H2SO4 a 100 ppm por 10 minutos.

Figura 7. Comparación de medias de la longitud media de radícula de semillas de (*Hesperaloe funifera Trell.*), bajo condiciones de laboratorio.

## CONCLUSIONES

Con base a los resultados obtenidos, se concluye lo siguiente:

Al aplicar los tratamientos físicos, químicos y mecánicos las mejores respuestas obtenidas en las variables PN, PA, SSG, IVG, PC, LMP, LMR, se observó que el tratamiento 3 remojo en H<sub>2</sub>O por 48 horas fue el que superó en todas las variables. Para el caso del T4 H<sub>2</sub>O a 60°C por 10 minutos, este tuvo efecto negativo bajo laboratorio ya que presentó el más bajo porcentaje de germinación y para las demás variables de igual manera, dado que se recomienda bajar el grado de temperatura y el tiempo de imbibición de la semilla, ya que la semilla posee una testa delgada y someterlo a temperatura alta dañamos el embrión, motivo por el cual se presentó un bajo porcentaje de germinación.

El inhibidor de la germinación de las semillas de *Hesperaloe funifera Trel.* se encuentra en la testa, capa superficial impermeable al agua por su endurecimiento motivo por el cual esta especie tarda cerca de un mes para realizar el proceso de su germinación.

Una vez observado que el T3 como un buen tratamiento para acelerar el tiempo de la germinación de las semillas de *Hesperalo funifera Trel.* se recomienda utilizar este tratamiento para la producción de plantas en vivero y en un futuro realizar plantaciones comerciales.

## BIBLIOGRAFÍA

- ❖ BOSWELL, V. R. 1986. Que son las semillas y que hacen. Introducción. In: Semillas. Departamento de Agricultura de Estados Unidos. CECOSA. Mexico, D. F. pp 19-36.
- ❖ Bradbeer, J. W. 1988. Seed Dormancy and Germination. Published in the USA by Chapman and Hall New York.
- ❖ Bravo Marentes, C., 1999. Inventario nacional de especies vegetales y animales de uso artesanal. Asociación Mexicana de Arte y Cultura Popular AC. Informe final SNIB-CONABIO proyecto No. J002. México D. F.
- ❖ <http://www.conabio.gob.mx/institucion/proyectos/resultados/InfJ002.pdf>
- ❖ Camacho, M. F. 1994. Dormición de Semillas. Causas y Tratamientos. Primera edición. Editorial Trillas, S. A. de C. V. México, D. F. 117p.
- ❖ Ciotti, E. M.; S. Altuve y F. Reyes. 2006. Calidad de Semillas en *Stylosanthes guianensis* cv Graham. Universidad Nacional de Nordeste. Comunicaciones Científicas y Tecnológicas. Resumen: A-017. Catedra Forrajicultura-facultad de Ciencias Agrarias. Sargento Cabral 2131 3400 Corrientes.
- ❖ DEVLIN, R. M. 1976. Fisiología vegetal. 3ª ed. Barcelona. Ediciones Omega. 517 p.

- ❖ DEPARTMENT OF AGRICULTURE, U. S. A. 1965. Semillas: manual para el análisis de su calidad. Ed. Herrero. México, D. F. 514 p.
  
- ❖ Delouche, J. 1971 Determinants of seed quality. Seed technology laboratory. Missisipi. State University. USA .pp. 53-68.
  
- ❖ Engelmann, G. 1871. In S. Watson (ed.), U.S. Geological Exploration of the 40th Parallel. Report of the 40th Parallel, Vol. 5:525 pp.
  
- ❖ Flores, E. 2004. Introducción a la Tecnología de las Semillas. Ed. UACH. Primera edición. México, D. F. pp. 65-67.
  
- ❖ Flores, Zulay V. (1997). La Tecnología de semillas forrajeras en Venezuela. I. Selección de especies y latencia.  
  
[http://sian.inia.gob.ve/repositorio/revistas\\_tec/FonaiapDivulga/fd58/lainve.html](http://sian.inia.gob.ve/repositorio/revistas_tec/FonaiapDivulga/fd58/lainve.html)  
 25/09/2012.
  
- ❖ Freman, C.E. (1975. Germination responses of a New Mexico populations of Parry Agave (*Agave parryi* Engelm, var *paryi*) to constan temperature, water stress, and pH. The Sothwestern Naturalist 20;69-79.
  
- ❖ Galiussi, E. 2006. La siembra Boletín de Divulgación Técnica N 4. Área Dendrología. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. Universidad Nacional de La Plata (UNLP). 5 p.

- ❖ Gianfelici, R. 2003. Calidad de Semillas: Advertencias sobre el maíz campaña 2003/04. Instituto Nacional de Tecnología de Agropecuaria. Estacion Experimental Agropecuaria (INTAEEA) de Oliveros. En línea:  
<http://www.elsitioagricola.com/gacetillas/oliveros/ol20030723/maiz.asp> Consulta: octubre de 2012.
  
- ❖ Guillot Ortíz, D., and Van der Meer, P. (2006). "El género *Hesperaloe* Engelm. En la Península Ibérica e Islas Baleares," *Botanica Complutensis* 30, 137-145.
  
- ❖ HARTMANN, H. T. y. D. E. KESTER. 1989. Propagación de plantas: principios y prácticas. CECSA. México, D. F. 760 p.
  
- ❖ JACQUEMIN, D. (2000-2001) Les Succulentes Ornementales. Agavacees pour les climats mediterraneens. Vols. I-II. Editions Champflour. Marly-le Roi.
  
- ❖ Jordan, P.W. y Nobel P.S. (1976). Infrequent establishment of seedlings of *Agave deserti* (Agavaceae) in the Northwestern Sonoran desert. *American Journal of Botany*. 66:1079-1084.
  
- ❖ Keeley E.J. y Tufenkian D.A. (1984). Garden comparison of germination and seedling growth of *Yucca whipplei* subspecies (Agavaceae). *Madroño* 31: 24-29.
  
- ❖ Koch, K. 1862. Exposition quinquennale de plantes et de fleurs Belgique Horticole 12:107-133.
  
- ❖ LARQUÉ S., A. 1998. Fisiología vegetal Experimental: El agua en las plantas. México. Colegio de Postgraduados. 171 p.

- ❖ Medina, E y Quezada. (1995). Panorama de las artesanías otomíes del Valle del Mezquital. Instituto de investigaciones Antropológicas, UNAM.
  
- ❖ McLaughlin, Steven P. Journal of Arid Environments; Sep2003, Vol. 55 Issue 1, p143, 7p
  
- ❖ Moreno, G. M., D. E. 1996. Análisis Físico y Biológico de Semillas Agrícolas. Universidad Nacional Autónoma de México. Tercera Edición. México, D.F. pp 113
  
- ❖ Niembro , R. A. 1998. Semillas de Árboles y Arbustos. Ontogenia y Estructura. Ed. Limusa, S. A. de C. V. Primera edición. México, D. F. pp.271.
  
- ❖ Payeras, A. 2008. Estratificación y escarificación de semillas de árboles. En Línea: <http://www.bonsaimenorca.com/index.php/2008022751/Estratificacion-de-Semilas.html> Consulta: Enero de 2009.
  
- ❖ Peralvo, D.2008. Factores que Afectan la Calidad de la Semilla. Agrytec.com- Agronegocios y Tecnologia en la Red. En línea: [http://www.agrytec.com/index2.php?option=com\\_conten&do\\_pdf=1&id=314](http://www.agrytec.com/index2.php?option=com_conten&do_pdf=1&id=314) Consulta: agosto de 2012.
  
- ❖ Poulsen, M. K. 1993. Calidad de la Semilla. Concepto, medición y métodos para incrementar la calidad. En línea: <http://orton.catie.ac.cr/repdoc/A0025S/A0025S03.pdf> Consulta: octubre de 2012.
  
- ❖ Productora de Semillas (PROSEMILLAS). 2002. Memorias. “7°. Curso-Taller de Semillas de Pastos”. Germipasto , S. A. La Ceiba, Honduras 10 al 13 de Abril.

- ❖ Raven, P. H., F. E. Ray y E. E. Susan. 1991 a. biología de las plantas. Tomo I. Ed. Reverte, S. A. Primera edición. México, D. F. pp. 361- 369.
- ❖ Rincón, S. F., Ruíz, T. N. A Y Serrato. C. V. M. 1999. Semillas Transgénicas. X Curso de Actualización en Tecnología de Semillas. CCDTS-UAAAN.
- ❖ ROJAS G., M. y H. R. RAMÍREZ. 1987. Control hormonal del desarrollo de las plantas. Limusa. México, D. F. 239 p.
- ❖ Ruvalcaba, M. J., (1983). El maguey manso: historia y presente de Epazoyucan, Hidalgo. UACH. México.
- ❖ Sánchez, M. y J. E. Ferguson. 1986. Medición de Calidad en Semillas de *Andropogon gayanus*. Revista Brasileira de Sementes, vol. 8, no 1 pp 9-28.
- ❖ Sierra, P. J. O. 2005. Fundamentos Para el establecimiento de Pasturas y Cultivos Forrajeros. Segunda edición. Editorial Universidad de Antioquía. Pp: 132-133.
- ❖ SINNOTT, E. W. y K. S. WILSON. 1965. Botánica: Principios y problemas. Ed. Continental. México, D. F. 584 p.
- ❖ The University of Arizona, Office of Arid Lands Studies, 1955 E. 6th Street, Tucson AZ 85719, USA.
- ❖ Trelease, W. 1902. The Yuccae. Report of the Missouri Botanical Garden 13:27-31.
- ❖ Wallace, R. A., J. L. King y G. P. J. Sanders. 2003. Plantas y Animales. La ciencia de la vida. Primera reimpresión. Ed. Trillas, S. A. de C. V. pp. 65-73.

❖ WEINBERGER, J. H. 1986. Temperaturas, frutos y semillas. In: Semillas.

❖ Red en línea. Consulta, octubre de 2012.

<http://www.ag.arizona.edu/~spmcl/Research/newcrops.htm>