

**UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA
“ANTONIO NARRO”**

DIVISION DE AGRONOMIA



**ROMPIMIENTO DE LATENCIA EN SEMILLAS DE SOTOL
(*Dasyliroon cedrosanum* Trel.) UTILIZANDO ALGUNOS METODOS
FISICOS Y QUIMICOS.**

POR.

MARIA EUGENIA DZIB CHI

TESIS

**Presentada como Requisito Parcial para Obtener el Título de:
Ingeniero en Agrobiología**

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México

Diciembre del 2003

**UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA
“ANTONIO NARRO”
DIVISIÓN DE AGRONOMÍA**

**ROMPIMIENTO DE LATENCIA EN SEMILLAS DE SOTOL (*Dasyllirion
cedrosanum* Trel.) UTILIZANDO ALGUNOS METODOS FISICOS Y QUIMICOS.**

Por:

MARIA EUGENIA DZIB CHI

TESIS

**Que se somete a consideración del H. Jurado examinador como
requisito parcial para obtener el titulo de:**

Ingeniero en Agrobiología

**M. C. Leopoldo Arce González
Presidente del Jurado**

Sinodales

Dr. Jesús Valdez Reyna

Dr. Rubén López Cervantes

M. C. Martha Vázquez Rodríguez

Coordinador de la División de Agronomía

M. C. Arnoldo Oyervidez Garcia

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. Diciembre del 2003

DEDICATORIA

A Dios

Dedico el presente trabajo de investigación a “Dios” con toda fe, por darme la oportunidad de vivir, por permitir terminar mis estudios con paciencia y capacidad y orientarme en el camino de la sabiduría y el conocimiento, para lograr mis objetivos que me propuse en la vida.

A mis padres

Eufemia Chi Noh y Adriano Dzib Dzib con todo cariño y amor y respeto que los quiero con todo mi corazón por darme la oportunidad de nacer, por ser personas nobles, comprensivos, trabajadores, que siempre tuvieron me tuvieron confianza, por darme consejos quienes con tanto esfuerzo me dieron su apoyo y bendiciones en los momentos mas difíciles de mi vida, que me enseñaron a ser honesta, sencilla y respetando a los demás. Que Dios los guarde por siempre.

A mis abuelos

Por que gracias a ellos tengo la vida.

A mis abuelos materno Victoria y Domingo por el cariño, apoyo moral y espiritual que me brindaron.

A mis abuelos paterno Clotilde y Adriano, que en paz descansen que me enseñaron a respetar a los demás.

A mis hermanos

Edgar Jesús el apoyo moral, espiritual que me brindo en esta etapa de mi vida, por ser una persona que siempre ha logrado salir adelante en todo lo que se propone.

Geny de Jesús por ser la mas pequeña de la familia, por el cariño, apoyo moral que me brindo, que siempre estuvo a mi lado cuando la necesitaba, por ser una persona optimista en la vida.

A mis familiares

A todos mis tíos y primos por los consejos que me dieron y el apoyo que me brindaron durante el transcurso de mi vida.

A mi esposo

Víctor Hugo por el amor, paciencia que me brindo durante la realización de mi trabajo de investigación que siempre estuvo apoyándome en las buenas y malas a quien con tanto amor dedico la presente y a quien quiero mucho.

A mis amigos de la segunda generación de agrobiología

Con quien compartí momentos de felicidad y por la amistad, incondicional que me brindaron: Rosa Elena Arrellano Solís, Arturo del Ángel Hernández, hogo Moncada Contreras, Fidel Maximiano Peña Ramos , Julio Alberto Hernández Hernández, Fernando May Ezquivel.

AGRADECIMIENTO

Aprovecho este espacio para agradecer a todos los que contribuyeron en la formación y estimulación en el trayecto de mi carrera y en la vida.

A mi Alma Terra Mater

Con todo respeto, cariño y orgullo, por que en ella encontré las bases, el conocimiento necesario para lograr enfrentar los obstáculos y retos a hacia la vida por que fue como mi segundo hogar.

AL M . C. Leopoldo Arce Gonzáles

por el gran apoyo y tiempo dedicado a la presente investigación, por sus conocimientos compartidos y su apoyo como amigo incondicional.

A mis sinodales:

Dr. Jesús Valdez Reyna.

Dr. Rubén Cervantes López.

M. C. Martha Vázquez Rodríguez.

Por su valiosa cooperación para hacer posible este trabajo de investigación y cumplir una meta mas en la vida.

A mis maestros:

Por los conocimientos adquiridos durante toda mi formación profesional y por los consejos que me dieron para salir adelante.

A la T. L. Q. Francisca Calvillo Ramírez

Por el apoyo que me brindo durante la realización de esta trabajo de investigación y por su amistad incondicional

RESUMEN

En México, las zonas áridas y semiáridas ocupan más del 60% del área total; siendo aproximadamente 1,450.000 km² donde las condiciones climáticas y ecológicas naturales permiten únicamente el desarrollo de ciertas especies vegetales. El presente trabajo de investigación se realizó en el Laboratorio de Ecofisiología Vegetal del Departamento de Botánica, de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. El objetivo principal es determinar el método para romper la latencia en semillas de sotol (*Dasyllirion cedrosanum* Trel.) tanto físico como químico. El trabajo experimental se condujo en dos vías: a) semillas no escarificadas; que no se le quito nada de la cubierta a la semilla; fueron sumergidas a un minuto con las soluciones GA3 a diferentes concentraciones y Nitrato de Potasio al 0.2%, dando un total de siete tratamientos con tres repeticiones cada uno.

Las pruebas de germinación que se esperaba con esta técnica de semillas no escarificadas no funciono, en los días considerados para la evaluación debido a la presencia de cubierta de la semilla; que impedía la penetración del agua por lo que no presentó ningún resultado, a los 15 días de la siembra y se contaminaron

de hongos y bacterias todas las semillas; b) por lo que se optó en escarificar las semillas, fueron siete tratamientos con tres repeticiones que consistió en poner 100 semillas que se remojaron en las soluciones de GA3 a diferentes concentraciones(50, 100, 150, 250 y 500 ppm) y Nitrato de Potasio al 0.2% a un minuto, luego fueron sembradas en caja petri sobre papel filtro cada unidad experimental. En total se utilizaron 2,100 semillas para este experimento.

Las cajas petri fueron colocadas dentro de una cámara germinadora a una temperatura de 28°C por 39 días que duró el periodo de germinación. Las semillas fueron colectadas en el mes de agosto del 2002. El diseño experimental utilizado fue un completamente al azar; el tratamiento con mejor resultado el T7, con GA3 a 500 ppm un min de inmersión obteniendo un promedio de germinación del 93.66 %. Pero presentó intoxicación en la radícula debido al alto contenido de GA3 en las semillas. Esto es debido que su aplicación rompe la latencia al inducir su síntesis, en la sensibilidad de los tejidos permitiendo el crecimiento y desarrollo del embrión. Se tomaron datos durante 39 días, con los datos obtenidos se elaboraron gráficas para el porcentaje de germinación e índice de velocidad de emergencia, donde se obtuvo una diferencia altamente significativa entre tratamientos con la prueba de Tukey al 0.1 %.

INDICE DE CONTENIDO

Capitulo:	pag
DEDICATORIA.....	i
AGRADECIMIENTOS.....	iii
RESUMEN.....	iv
INDICE DE CUADROS.....	viii
INDICE DE FIGURAS.....	ix
I. INTRODUCCIÓN.....	1
Objetivos.....	3
Hipótesis.....	3
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	4
2.1. Historia del sotol.....	4
2.2. Clasificación botánica del sotol.....	5
2.3. Descripción botánica.....	5
2.4. Zonas productoras.....	8
2.5. Importancia económica del sotol.....	10
2.6. La semilla y su Estructura.....	15
2.7. Calidad de las Semillas.....	17

2.8. Deterioro de la Semilla.....	19
2.9. Tipos de Latencia en la Semillas.....	21
2.10. Germinación.....	27
2-11. Hongos presentes en las Semillas.....	31
2.12. Daños causados por Hongos en las Semillas.....	32
2.13. Daños causados por las Semillas por Bacterias.....	33
2.14. Tratamientos para romper latencia.....	33
III. MATERIALES Y METODOS.....	42
3.1. Ubicación del experimento.....	42
3.2. Material en estudio.....	42
3.3. Materiales.....	43
3.4. Variables Evaluadas.....	46
3.5. Por ciento de Germinación.....	47
3.6. Índice de velocidad de emergencia.....	47
3.7. Análisis Estadístico.....	48
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	50
4.1. Por ciento de Germinación.....	50
4.2 Índice de Velocidad de Emergencia.....	54
V. CONCLUSIONES.....	57
LITERATURA CITADA.....	59

INDICE DE CUADROS

CUADRO 1. Análisis de Varianza para la variable índice de velocidad de emergencia en semillas d sotol bajo condiciones de laboratorio..... 52

CUADRO 2. Comparación de medias por el método de Tukey al 0.01% para la variable índice d velocidad de emergencia en semillas de soto..... 52

CUADRO 3. Análisis de Varianza para la variable porciento de germinación en semillas d sotol bajo condiciones de laboratorio..... 55

CUADRO 4. Comparación de medias por el método de Tukey al 0.01%, para la variable porciento de germinación en semillas de sotol..... 55

INDICE DE FIGURAS Y FOTOS

GRAFICA 1. Por ciento de germinación en semillas de sotol para los tratamientos, bajo condiciones de laboratorio.....	53
FOTO 1. distribución en zonas áridas y semiáridas de <i>Dasyliroium cedrosanum</i> Trel.....	9
FOTO 2. Proceso de escarificación en semillas de sotol.....	44
FOTO 3. Proceso de siembra de semillas de sotol con diferentes tratamientos.....	45
FOTO 4. Camara germinadora con termómetro regulador.....	45
FOTO 5. Los tratamientos en la camara germinadora para el proceso de germinación.....	46
FOTO 6. Observación de la germinación de semillas de sotol utilizando ácido giberélico a 500 ppm.....	53
GRAFICA 2. Índice de velocidad de emergencia en semillas de sotol para los tratamientos, bajo condiciones de laboratorio.....	56
Foto 7. Plántulas en vigor para la emergencia.....	56

I. INTRODUCCIÓN

Sotol o sereque son los nombres comunes que se aplican a varias especies de plantas del género *Dasyliirion*, de la familia de las Nolinaceas, con cuyo tronco o cabeza (generalmente corto), asado o fermentado, se obtiene en los estados del norte del país la bebida alcohólica denominada sotol, semejante al tequila o al mezcal. Las especies de este género prosperan en lugares áridos o semiáridos; la zona de producción natural del *Dasyliirion* esta ubicada en la provincia fisiográfica denominada Meseta Central, la cual se encuentra en un promedio de 1,000 a 2,200 msnm, entre la Sierra Madre Oriental y la Sierra Madre Occidental, la misma que es compartida por los estados de Chihuahua, Coahuila y Durango, con características comunes fitogeográficas. Se caracterizan por sus hojas arrochetadas con espinas pequeñas y encorvadas en los bordes y una púa terminal, lo que las asemeja a los magueyes; pero estas son delgadas, angostas, rígidas, con forma de espada, aproximadamente de un metro de largo por dos a tres cm de ancho, adelgazadas hacia el ápice y ensanchadas en la base.

Las flores son pequeñas, blanquecinas, hermafroditas; están dispuestas en vistosas inflorescencias paniculadas hasta de tres a cuatro cm de altura, cuyo eje central, llamado garrocha, es largo y rígido; sobre las ramas de este eje se encuentran las flores en grupos protegidos por sendas brácteas; el perianto está constituido por seis segmentos denticulados; el androceo consta de seis estambres; y el ovario es súpero, unilocular, con dos o tres óvulos. El fruto es pequeño, capsular, alado, con dos o tres semillas.

En los últimos ocho años, se ha observado una gran disminución de las áreas naturales de sotol. Pero existen factores que contribuyen a ello; el primero se debe a la extracción de plantas de sotol para su industrialización, ya que en muchas regiones, la extracción de plantas de sotol por parte de las personas son dedicadas a la elaboración de la bebida alcohólica denominada “Sotol” que, rebasa la tasa de reproducción de la misma.

El segundo es referente a la capacidad de germinación de las semillas de sotol bajo condiciones naturales. Al igual que la mayoría de las semillas con la cubierta dura, las semillas de sotol presenta dificultad para su germinación, el cual se ha estimado en un 8% su poder germinativo. Cuando la semilla logra emerger, y está en fase de plántula frecuentemente es consumida por animales domésticos como, cabras, caballos, vacas y animales silvestres como conejo, liebres y roedores de tal manera que la propagación y establecimiento presenta serias dificultades. (SEMARNAT, 2001)

Existen varios métodos que han sido desarrollados para propagar plantas con problemas de cubierta dura. Concentración de inhibidores, letargo fisiológico y aborto de embrión, entre otros etc. Por lo que el sotol presenta el problema de testa dura y baja germinación. (Palma, 2000)

OBJETIVO

Determinar los métodos físicos y químicos mas adecuados para romper la latencia en semillas de sotol (*Dasyllirion cedrosanum* Trel.)

HIPÓTESIS

Los métodos combinados físicos y químicos rompen la latencia de semillas de sotol.

II. REVISION DE LITERATURA

2.1. Historia

El género *Dasyllirion* es originario del estado Arizona, Estados Unidos. Su uso por el hombre data desde los tiempos precolombinos. los nativos de Arizona, usaban los corazones de las plantas obteniendo un alimento similar al que se obtiene del maguey y además una bebida conocida como sotol. Los habitantes de las cuevas de los ríos Bravos Pecos y en el área de la cultura Lipan, cocinaban en pozos con piedras calientes, a manera de tatemala, del centro ya cocido hacían una harina para preparar panecillos o tortas. ([SEMARNAT, 2001](#))

Los mezcaleros y los chiricahuas utilizaban el Sotol en la misma forma que la planta del maguey comiendo las partes mas tierna. Los apaches comían los tallos tiernos de las flores. En el Río Bravo y el Río Pecos usaban las hojas los nativos para hacer sandalias y canastas, al igual que los tarahumaras. ([SEMARNAT, 2001](#)) utilizándose ampliamente para la alimentación del ganado, debido a su alto porcentaje de carbohidratos, proteínas y fibras. (Castellano y Vergara,1983)

2.2. Clasificación Botánica del Sotol

Reino	Plantae
Phyllum	Magnoliopsida
Clase	Liliopsida
Subclase	Liliidae
Orden	Liliales
Familia	Nolinaceae
Género	Dasyllirion
Especie	cedrosanum Trel.

Esta familia comprende cerca de 200 géneros y 2 500 especies ampliamente distribuidas (Cronquist, 1981) y generalmente incluye plantas herbáceas, plurianuales y rara vez arbustivas o arbóreas (Ruiz, *et al*, 1983).

2.3. Descripción Botánica

De acuerdo con Cronquist, (1988) pertenece a la familia liliáceas; sin embargo, de acuerdo con Dahlgren, *et al* . (1985) y Bogler, (1994), el género *Dasyllirion* se ubica dentro de la familia Nolinaceae. Comprende cerca de 200 géneros y 2500 especies ampliamente distribuidas, e incluye plantas, plurianuales y rara vez arbustivas o arbóreas. (Ruiz, *et al*, 1983)

El género *Dasyilirion* se caracteriza por tener una raíz fibrosa poco profunda ramificada y extendida, las cuales surgen del tronco o cabeza, que es gruesa, carnosas y de tamaño regular (Velásquez, 1983). Plantas caulescentes; tronco de 1 a 1.5 m de alto; hojas de 20 mm de ancho, ascendentes, de hasta 1 m de largo, ligeramente laciniadas, glaucas, ligeramente quillado rugosas, opacas; espinas generalmente separadas de 10 a 15 mm, de 2 a 5 mm de largo, amarillas, haciéndose rojas hacia arriba; inflorescencia de 5 m de alto; fruto muy estrechamente elíptico, de 4-5 por 7-9 mm, el estilo apenas de la mitad de largo de la profunda muesca; semillas 2 por 3.5 mm (SEMARNAT, 2001). En la flor el pericarpio es de 2 a 25 mm de largo: sépalos y pétalos finos, blanquecinos, los estambres mas largos que el pericarpio, de filamentos delgados: fruto alados; la semilla encerrada en la parte central. (García, 1952). Las hojas son arrosetadas con espinas pequeñas y encorvadas en los bordes y una púa terminal, que los asemeja a los magueyes (Agaves); pero a diferencia de estos, son delgadas, angostas y rígidas, con forma de espada, aproximadamente de un metro de largo por 2 a 3 cm de ancho, adelgazadas hacia el ápice y ensanchadas en la base.

Sus flores dependen del tipo de planta, ya que existen plantas masculinas y femeninas (estaminadas y pistiladas). Cuando la inflorescencia es estaminada, la flor llega ser amarilla brillante, debido a la dehiscencia del polen, lo cual permite verlas a una gran distancia. En las inflorescencias pistiladas, cuando esta la flor completa, es muy estrecha, con las brácteas de los fascículos sostenidos al tallo. La inflorescencia tiene un dominante color verde

o púrpura. Las flores pistiladas parecen tener el periodo de floración mas corto y parecen ser mas rápidamente polinizadas. Las flores estaminadas continúan floreciendo por un período mas largo. Estas últimas tiene un receptáculo corto con seis pétalos separados en dos verticilos, ahí se encuentran seis estambres con filamentos grabosos. Las flores pistiladas tienen un pedicelo claramente unido.

El ovario tiene tres lóbulos y un lóculo simple. Ahí hay usualmente seis pequeños óvulos, producidos en los lóculos, pero únicamente uno, o raramente dos, desarrollan en semillas maduras. La vistosa inflorescencia paniculada, parecida a una espiga con un muy elongado pedúnculo. Las flores nacen en fascículos contractados de racimos parecidos a dedos formados en series a lo largo del eje de la inflorescencia. El tamaño de la inflorescencia varia desde 1m en planta jóvenes, hasta 5 a 6 m. en la mayoría de las plantas adultas. El tamaño de la inflorescencia esta relacionado con el tamaño de la corona. Ejemplares mas viejos aparentemente tiene algún problema de transporte de agua y por lo tanto no pueden desarrollar el tamaño de la corona, que ellos tuvieron cuando jóvenes. La inflorescencia aparece en el centro de la corona, como un brote parecido a una lanza, con brácteas densamente sobrepuestas. Las brácteas son algunas veces de color morado – verdoso, en este estado. La floración no ha sido claramente definido. Probablemente esta ocurre como consecuencia a una asociación una temporada lluviosa, o con el acumulamiento de humedad de las estaciones de lluvias recibidas en los años anteriores.

La cantidad de plantas que floree en un año varia enormemente de un año a otro. En algunos años casi todas las plantas de sotol florecen , mientras que en otro años, unas cuantas lo hacen. Se estima que el ciclo de floración es de seis años (USDA, 1965). Las semillas de sotol son trigonas, con tres lados, de color café- oro, con una superficie mas o menos plana y rugosa. El fruto es pequeño, capsular, alado, con una semilla y rara vez con mas semillas.

2.4. Zonas productoras

Las regiones donde el sotol crece naturalmente se encuentra entre los 1,000 a 2,200 msnm. De acuerdo a (Velásquez, 1983), en México se ha indentificado alrededor de 16 especies, repartidas principalmente en terrenos pedregosos, cerriles, calizos y rocosos, con precipitaciones mínimas de 250 mm anuales y la máxima de 700mm con inviernos secos y veranos suaves tales como:

- Durango: Sierra de Ramírez y San Juan de Guadalupe.
- Tamaulipas: toda la franja de la Sierra Madre comprendida entre: Tula, Palmilla y Jaumave.
- Chihuahua: en los limites de Coahuila, municipio de Jiménez, Sierra del Diablo, los Remedios, Sierra de Coyame, Sierra de Matasaguas, Nicolás Bravo municipio de Ojinaga, Madera, Ignacio Zaragoza, Casas Grandes, Janos entre otros.
- San Luis Potosí: Norte de Guadalcazar, Sur del Rusio y Sierra de Bozal.

Para el Estadot de Coahuila Villarreal (2001), reporta cuatro especies de *Dasyrion*:

- *D. cedrosanum* Trel. Para los municipios de Castaño, Cuatro Ciénegas, Monclova, Ocampo, Parras, Ramos Arizpe y Saltillo.
- *D. heteracanthum*. I. M. Johnston. Para Ocampo.
- *D. leiophyllum*. Engelm. Oeste de Coahuila
- *D. texanum*- Scheele, para Monclova y Ocampo.

Algunas especies de este género prosperan en los estados de: Querétaro, Zacatecas, Nuevo León, Hidalgo, Veracruz, Puebla y Oaxaca (Marroquín *et al.* 1981). Otras especies se localizan en Texas, Nuevo México y Arizona en los Estados Unidos (García ,1979).

Foto 1.- Distribución en zonas áridas y semiáridas de *Dasyrion cedrosanum* Trel.



2.5. Importancia Económica del Sotol

Alimentació

La parte central y mas tierna del bulbo lo usaron los nativos de Arizona como alimento, fue usado por los habitantes de las cuevas de los Ríos Bravo y Pecos quienes hacían harina o lo cocinaban (Acosta, 1959).

Producción de Fibra

Las hojas de varias especies del género *Dasyilirion*, debido a las características que presentan sus fibras se emplean para hacer petates, sombreros, canastas, escobas, sopladeros de fuego y muchos otros objetos. Se ha encontrado también que la fibra de algunas especies de sotol presentan características para elaboración de papel (Molina, 1983).

Forrajera

Las cabezas de varias especies de *Dasyilirion*, que incluyen las porciones centrales de las plantas, junto con las bases de las hojas, sirven de un buen alimento para el ganado en la época de sequía, aunque no muy rico en proteínas, su contenido en azúcares es suficiente para mantener al ganado vacuno (inclusive lechero) en buenas condiciones en periodos prolongados (SEMARNAT, 2001).

Composición Química

García, (1952) realizó un análisis químico de los bulbos verdes y secos del sotol, obteniendo un total de 26.20% y 57.2% de carbohidratos respectivamente. De acuerdo con estos resultados, se considera esta planta rica en carbohidratos, siendo esta la razón principal de su empleo en la fabricación de alcoholes y licores.

La prueba de digestión para el sotol dió los siguientes resultados: proteína 39.5 %, fibra 35.5 %, hidratos de carbono 81.0 % y grasas 2.81 % (Velásquez, 1983).

Ornamentales

Las porciones basales de las hojas de diversas especies de sotol, que por su forma peculiar reciben el nombre de “cucharitas”, se emplea para decorar interiores y exteriores en ranchos y pueblos, particularmente con motivo de fiestas religiosas. En algunos estados del norte de México, se emplean plantas completas para decorar jardines de plazas, parques, casas, supermercados etc. (SEMARNAT, 2001).

Aprovechamiento del sotol

Ortega y Villavicencio, (s / f) mencionan que se extrae un promedio de 20 “piñas” o cabezas diarias de sotol, lo que significa una producción mensual de 600 “ piñas” que es generalmente la capacidad de una “viñata” normal. Para producir un litro de vino se requiere dos piñas que, en promedio, cada una pesa

aproximadamente 15 Kg. requiriéndose de 12 a 15 días para la elaboración de la bebida alcohólica; generalmente se cuecen 300 cabezas aproximadamente, lográndose una producción de 150 litros por “quemada”, misma que se lleva a cabo cada 15 días, con lo cual se tiene una producción mensual de mas o menos 3000 litros de sotol.

Distribución para el Estado de Coahuila.

En el estado de Coahuila se presenta por el rancho de la Luz y la Angostura del Municipio de Saltillo, a 20 kilómetros al sur de Ocampo, en el Aguaje del Pajarito en el extremo Occidental de la Sierra de la Fragua: al norte del Puerto Colorado, Monclova; y en el Cañón de San Lorenzo (García, 1952)

El sotol tiene una amplia distribución en las zonas áridas del norte de México, se desarrolla en lugares desérticos y semidesérticos, en suelos donde predominan los litosoles, regosoles, xerosoles y rendzinas de textura media; el clima es del tipo seco desértico con temperatura media anual de 20 a 22 °C y una precipitación anual de 300 a 400 mm. El rango altitudinal donde se localiza el sotol, se ubica entre los 1400 y 1900 msnm, el tipo de vegetación es el de matorral desértico rosetófilo (Rivera, 1987).

Comercialización

La mayoría de los usos son de autoconsumo, el mas importante de esta planta consiste en su empleo como materia prima para la elaboración de la bebida alcohólica conocida como “sotol” que aunque en su menor medida que

el mezcal, también es objeto de comercialización. El procedimiento de elaboración del sotol es similar al del mezcal y constituye una fuente de ingresos mas o menos permanente para los trabajadores encargados de surtir la materia y para los que laboran en la producción de la bebida, la mayor parte de la cual se consume en las regiones cercanas a los centros de producción . (SEMARNAT, 2001).

Destilación del Sotol

El primer paso de todo el proceso, es cocer las piñas, en un “cocedor” construido en el suelo; que consiste en una zanja circular de 1.20 m. de profundidad por 1.40 m. de ancho, variando de diámetro de acuerdo con la capacidad de la “viñata”. En el fondo y el centro del “cocedor”, se coloca la leña, se prende fuego, y se cubre con piedras de tipo “tezontle”, se calientan para llevar a cabo la cocción; posteriormente, se colocan las piñas sobre las piedras se cubren con hojas de palmas y sobre las palmas una capa de tierra para evitar la perdida de calor, se deja así durante tres días. Un día antes de sacar las piñas, es necesario dar un riego ligero sobre la tierra que cubre al “cocedor”, la que al ponerse en contacto con las piedras calientes produzca vapor y evita que las piñas se ablanden demasiado. Posteriormente sacan las “piñas” del “cocedor”, se procede a picarla en trozos de aproximadamente dos o tres cm, desechando el centro de la “piña”; y se deposita el producto picado en las pilas de fermentación, que son fosas a raz de suelo, con paredes de cemento recubiertas de tablas de madera, de dimensiones variables de acuerdo con la capacidad de las “viñatas”. En estas pilas se deja el producto por un lapso de tres días mientras se “aviana”, al día siguiente se adiciona

agua hasta que cubre todo el material, dejándose en reposo entre 3 y 4 días para que se fermente, siendo esta operación muy variable ya que, dependiendo de la temperatura y de la época del año, puede alcanzar hasta 12 días desde que se deposita el producto en las pilas.

Una vez que ocurre la fermentación, tanto el líquido como el material picado se deposita en un cazo de cobre que está instalado en un horno cavado en el suelo, el cazo está cubierto hasta el nivel de su orilla con una rampa de cemento; la tapa del cazo es un cono hueco truncado el cual tiene un orificio donde se le conecta; el tubo de cobre en forma de espiral que pasa por una pileta de agua; el vapor. Al pasar por la zona de la pileta, se condensa y así se obtiene el “agua vino: que se recoge en recipientes limpios.

Cuando ya no sale “agua vino”; se retira la tapa del cazo y se quita el bagazo, se repite el procedimiento anterior poniendo el “aguas vino” en el cazo hasta que la destilación ya no contenga alcohol y salga pura agua (Ortega y Villavicencio s /f).

Tipos de Reproducción

La forma de reproducción del género *Dasyllirion* puede ser sexual o asexual (vegetativa). El método natural o sexual de reproducción es por semilla, al hacer explosión las cápsulas y esparcir las semillas alrededor de la planta, se logra un porcentaje muy bajo de germinación, ya que se establecen un promedio de 10 plantas pequeñas por cada planta madre, y requiere de un promedio de 12 a 15 años para tener el tamaño ideal para ser aprovechadas.

La reproducción asexual se lleva a cabo mediante la estimulación de las yemas axilares, cuando se ha dañado por algún motivo el meristemo apical, una de ellas toma el liderazgo. (Ortega y Villavicencio, s / f).

2.6. La Semilla y su Estructura

La semilla está cubierta por la testa, que procede de los tegumentos de los rudimentos seminales. Cada tegumento consta de dos capas de células que aumentan en la región micropilar. El tegumento interno deja una pequeña abertura que es el micrópilo, el extremo es más corto, no llega al micrópilo y sus células contienen abundantes taninos responsables de la dureza de la testa y de su color más o menos oscuro. La testa varía en color, resistencia y ornamentación, sus colores más comunes son; castaño, anaranjado, café y negro en diversas tonalidades. La testa puede ser lisa, pero casi siempre está provista de ornamentaciones, que dependen de la forma y accidentes de las membranas de la célula de la capa externa, tales como engrosamiento, encogimiento, ablandamientos o hundimientos que dan origen a estructuras reticuladas, corrugadas, faveoladas o tuberculadas (Bravo, 1978)

La semilla es el óvulo fecundado, transformado y maduro de las plantas fanerógamas, así mismo, es la parte de estos vegetales que tiene como función reproducir y perpetuar la especie (Ruiz, *et al.* 1979).

La semilla es una estructura en reposo. Por lo regular está sumamente deshidratada, compuesta principalmente de tejido de reserva y rodeada por

una cubierta esencialmente impermeable, los procesos metabólicos están suspendidos o tiene lugar muy lentamente, la semilla están en una condición de vida interrumpida debido principalmente a su carencia de agua y oxígeno. (Bidwell, 1979).

En términos económicos y comerciales, se conoce como semilla a toda clase de granos, frutos y estructuras mas complejas (unidad semilla) que se emplean en las siembras agrícolas, y desde el punto de vista botánico, una semilla verdadera es un embrión en estado latente, acompañado o no del tejido nutricional protegido por el epispermo (Moreno,1996).

Potts (1977) menciona tres funciones fundamentales de la semilla, la primera que es portadora de las características genéticas inherentes de generación a generación esencialmente sin cambio alguno; la segunda, la semilla funciona como un sistema eficaz de almacenaje para una planta viva y tercera, que cierra el ciclo de la reproducción de especies.

La semilla es el óvulo maduro y fertilizado, el cual lo conforman las siguientes partes. Una cubierta o testa que protege las partes internas, el endospermo o tejido de reserva del alimento, que en muchas semillas rodea a los cotiledones y al embrión. En algunas semillas como en las leguminosas el endospermo esta mal representado y la reserva de energía en forma de alimento es almacenada en los cotiledones y que funciona como lugar de almacenamiento de reserva alimenticia. También conocida como hojas

cotiledonarias o embrionarias; y el embrión o planta en estado rudimentario, que se origina del desarrollo del óvulo fecundado (Villarreal, 1993)

2.7. Calidad de la Semilla

La calidad de la semilla es uno de los factores mas importantes que afectan el comportamiento y la productividad de la mayoría de los cultivos (Krieg y Bartee 1975). Por su parte (Douglas, 1982) indica que la calidad de la semilla es muy importante al ser la semilla esencial para la supervivencia de la humanidad, por cuanto almacena el mas alto potencial genético que la ciencia pudiera llegar a desarrollar y además se considera como un elemento vital para el desarrollo de la agricultura moderna.

Thomson (1979) menciona que los principales parámetros que determinan la calidad de las semillas son la pureza física, la calidad genética, el poder germinativo y vigor, la latencia, la homogeneidad del lote, el estado fitosanitario y el contenido de humedad.

Para Humphreys (1980) la calidad de las semillas de una muestra se define por las proporciones de semillas capaces de germinar y formar plantas, además de semillas de otras especies, material muerto, semillas rotas, tierra, piedra, insectos y residuos vegetales incluidos como impurezas.

Copeland y McDonald (1985) señalan que la capacidad de germinación es el criterio mas usado para conocer la condición fisiológica o calidad de la semilla, y es universalmente aceptado que germinación y viabilidad son términos sinónimos al referirse a la habilidad de la semilla para producir plántulas normales bajo condiciones favorables.

Molina, *et al.* (1990) mencionan que la calidad de una semilla para la siembra debe reunir cuando menos las características como; pureza, viabilidad, libre de semillas de malezas, libre de patógenos transmisibles por semilla, tener un mínimo de germinación y que varia de acuerdo a la especie.

Para CIAT (1991) indica que la calidad de las semillas es el conjunto de cualidades genéticas, fisiológicas, sanitarias y físicas, que dan su capacidad para dar origen a plantas productivas.

Garay, *et. al.* (1992) afirman que la calidad de la semilla involucra cualidades básicas diferentes que están incluidas en cuatro componentes que son: físicos, fisiológicos, genéticos y sanitarios; por lo que concluye que el potencial productivo de la semilla estará en un máximo nivel cuando en ella estén incluidos todos y cada uno de estos componentes.

Andrews, *et. al.* (1997) mencionan que la semillas pueden alcanzar una calificación de calidad determinada de acuerdo a su pureza, germinación, apariencia, uniformidad, contaminación de semillas de maleza, insectos,

materia inerte, asociación con enfermedades, daños mecánicos, grado de deterioro, estado de madurez.

2.8. Deterioro de la Semilla

Delouche, (1973) propone una secuencia de los cambios que suceden durante el deterioro de la semilla y es la siguiente;

- Degradación de las membranas celulares.
- Daños en los caminos de producción y síntesis de energía.
- Alteraciones en los procesos respiratorios y de biosíntesis.
- Disminución en la tasa de germinación.
- Disminución de la tasa de crecimiento y desarrollo de la plántula.
- Disminución de la uniformidad.
- Disminución de la resistencia a condiciones adversas.
- Disminución en el rendimiento.
- Reducción de la energía.
- Incremento en el porcentaje de plántulas anormales.
- Pérdida de la capacidad de germinación.

El deterioro en semillas es considerado como un proceso inexorable, inevitable e irreversible que involucra cambios determinables que causan la reducción en la calidad de semilla, luego que esta ha alcanzado su nivel máximo y que culmina con la pérdida completa de su viabilidad. El deterioro

es mínimo en la etapa de madurez fisiológica y la tasa de deterioro es variable entre especies, variedades, híbridos, lotes de semilla de una misma especie e inclusive varía dentro de semillas individuales de un mismo lote (Delouche, 1973; Soplin, 1980 y Mendoza, 1985).

Philpott (1981) indica que durante la vida de la semilla se presentan muchos factores que afectan su calidad. Sin embargo, actualmente se han investigado de una forma minuciosa todos los aspectos que determinan el deterioro de una semilla cuando esta enfrenta ciertas condiciones adversas. Las condiciones y el equipo usados durante el manejo físico de la semilla antes de ser almacenado son factores que determinan e influyen en su deterioro.

Algunas de las manifestaciones del deterioro de semilla son: cambios en el color, disminución de la tolerancia a condiciones desfavorables de almacenamiento, reducido crecimiento de plántulas, disminución de la capacidad germinativa e incremento de plántulas anormales. Aun bajo condiciones de almacenamiento en donde las semillas estén libres del ataque de otros organismos, la viabilidad declina a la larga y finalmente todas las semillas mueren (Duffus y Slaughter, 1985).

2.9. Tipos de Latencia en las Semillas

Crocker (1916) describe siete tipos de latencia en semillas que son: inmadurez del embrión, impermeabilidad de la cubierta al agua, restricción mecánica al crecimiento del embrión. Impermeabilidad de la cubierta al oxígeno, latencia endógena del embrión, combinación de tipos de latencia y latencia secundaria.

Doorenbos (1953), define la latencia como la condición cuando un tejido predispuesto a elongar no lo hace y clasifica a esta en 3 tipos ; latencia impuesta y eco latencia, que es el estado de inactividad impuesto por el medio ambiente, el cual se reanuda al ser favorables estas condiciones; latencia de verano o ecto-latencia que esta determinada por los factores internos de la planta, la cual causa que el crecimiento sea reducida; latencia invernal o endo-latencia que es causada por los factores dentro del tejido latente.

Una vez que las semillas llegan a su madurez, se observa que de la mayoría de las células vivas del embrión entran en vida latente, lo cual quiere decir que algunas de sus funciones, como la respiración y nutrición se atenúan notablemente, y otras, como la división celular se suspenden por completo. La maduración de las semillas va acompañada casi siempre por una intensa deshidratación de sus tejidos, fenómenos que permite a las células resistir en vida latente. La longevidad de las semillas, o sea, el tiempo que duran en vida latente y con poder germinativo, es muy variable y depende de diversas

circunstancias, como la especie de la planta, los tipos de reserva que posean las mismas y del sitio en que se encuentren al salir del fruto. En muchas semillas sucede que, aunque hayan quedado libres del fruto, no están aptas para la germinación, debido a que su embrión no ha completado su desarrollo y maduración, si estas semillas se siembran inmediatamente, no germinan, ello se debe probablemente a que es necesario que se efectúen ciertos cambios metabólicos previos a la germinación (Ruiz, 1979).

La latencia se debe en parte, a sustancias inhibidoras que se desarrollan durante la maduración en el campo y la cantidad de inhibidor producido parece estar influido por las condiciones ambientales. En tiempo seco y cálido, se produce relativamente poca cantidad de sustancias inhibidoras y con su desaparición alcanza pronto la postmaduración (Thomson, 1979).

Otra clasificación de latencia, es mencionada por Copeland y McDonald, (1985), como latencia primaria y secundaria. Para dichos autores, la primera es la más generalizada y esta asociada a la dureza de la cubierta, la impermeabilidad a gases y agua y a la presencia de inhibidores, también consideran, que la latencia primaria puede ser exógena, si se debe a las propiedades de la cubierta o endógena si se presenta a causa del embrión.

Low (1985) menciona que la latencia es un mecanismo natural que las plantas utilizan para diseminarse en el tiempo y espacio, este mecanismo contribuye a la sobrevivencia natural de las especies, sin embargo, en la agricultura moderna representa un problema.

La latencia y la germinación se encuentran entre las muchas respuestas de crecimiento que quizás son controladas por el balance entre promotores e inhibidores del crecimiento. Tal balance parece inclinarse a favor de las sustancias inhibidoras durante la maduración de las semillas, lo cual da como resultado condiciones de reposo (Weaver, 1990).

Otros autores como Hartmann y Kester, (1988); Willian, (1991) detallan los tipos de latencia de la siguiente manera:

a) Latencia por la cubierta de las semillas o exógena

- Latencia física. Característica de un gran número de especies de plantas, en las cuales la testa o secciones endurecidas de otras cubiertas de la semilla son impermeables. El embrión está quiescente, pero se encuentra encerrado dentro de una cubierta impermeable que puede preservar las semillas con bajo contenido de humedad durante varios años, aun con temperaturas elevadas.

- Latencia mecánica. En esta categoría las cubiertas de las semillas son demasiado duras para permitir que el embrión se expanda durante la germinación. Probablemente este factor no es la única causa de la latencia, ya en la mayoría de los casos se combina con otros tipos para retardar la germinación.
- Latencia química. Corresponde a la producción y acumulación de sustancias químicas que inhiben la germinación, ya sea en el fruto o en las cubiertas de las semillas.

b) Latencia morfológica o endógena

- Se presenta en aquellas familias de plantas, cuyas semillas, de manera característica en el embrión, no se han desarrollado por completo en la época de maduración. Como regla general, el crecimiento del embrión es favorecido por temperaturas cálidas, pero la respuesta puede ser complicada por la presencia de otros mecanismos de letargo. Dentro de esta categoría hay dos grupos:
 1. Embriones rudimentarios. Se presenta en semillas cuyo embrión es apenas algo más que un pro-embrión embebido en un endospermo, al momento de la maduración del fruto. También en el endospermo existen inhibidores químicos de la germinación, que se vuelven en particular activos con altas temperaturas.

2. Embriones no desarrollados. Algunas semillas, en la madurez del fruto tienen embriones poco desarrollados, con forma de torpedos, que pueden alcanzar un tamaño de hasta la mitad de la cavidad de la semilla. El crecimiento posterior del embrión se efectúa antes de la germinación.

c) Latencia interna

En muchas especies la latencia es controlada en el interior de los tejidos. En el control interno de la germinación están implicados dos fenómenos separados. El primero es el control ejercido por la semipermeabilidad de las cubiertas de las semillas, y el segundo es un letargo presente en el embrión que se supera con exposición a enfriamiento en húmedo:

- Fisiológica. Corresponde a aquellas en que la germinación es impedida por un mecanismo fisiológico inhibitor.
- Interno intermedio. Esta latencia es inducida principalmente por las cubiertas de las semillas y los tejidos de almacenamiento circundante. Este es característico de las coníferas.
- Del embrión. Se caracteriza principalmente porque para llegar a la germinación se requiere un periodo de enfriamiento en húmedo y por la incapacidad del embrión separado de germinar con normalidad.

d) Latencia combinada morfofisiologica

Consiste en la combinación de subdesarrollo del embrión con mecanismos fisiológicos inhibidores fuerte.

e) Latencia combinada exógena – endógena

Se denomina así a las diversas combinaciones de latencia de la cubierta o el pericarpio con latencia fisiológica endógena.

Por su parte Camacho (1994) comenta que el concepto de latencia no es claro aunque comúnmente se define como un estado en el cual una semilla viable disminuye su germinación bajo condiciones favorable de humedad, temperatura y oxígeno.

Valdez (1998) indica que es importante mencionar que no todas las especies de semilla germinan fácilmente ya que algunas presentan ciertos mecanismos que les impiden hacerlo, estas semillas se conocen como latentes o durmientes, y para germinar requieren de un manejo especial. Son diversos los mecanismos biológicos internos de control de la germinación en la semilla que producen latencia: para esto, se han desarrollado varias clasificaciones que tratan de explicar los mecanismos responsables de este problema.

2.10. Germinación

Autores tales como Miller (1938); Merino, *et al.* (1969); Rojas y Ramírez, (1987) señalan que diversos factores, químicos y físicos son los responsables de la variación en la germinación de las semillas. Los tegumentos o envolturas impermeables y duras constituyen factores físicos que impiden la entrada de oxígeno, temperatura y luz para el crecimiento del embrión, mientras que sustancias químicas inorgánicas localizadas en las envolturas externas que rodean el embrión, bloquean el crecimiento de la plántula.

Miller (1938); Van Overbeck (1970); Copeland y McDonald (1985) y Sevilla, (1987), mencionan que la germinación se inicia con la imbibición de agua por la semilla, aumentando la respiración del embrión y las necesidades de oxígeno, lo cual activa las enzimas hidrolíticas que descomponen los alimentos insolubles en compuestos sencillos como azúcares, aminoácidos y ácidos grasos.

Algunas de las enzimas se encuentran en las células secas almacenadoras del embrión y son activas, como las enzimas respiratorias, durante la fase de captación rápida del agua por imbibición. Sin embargo, otras enzimas determinan en la movilización de las sustancias de reserva son sintetizadas durante los procesos de germinación (Street, 1969).

Por su parte Ede (1970) confirma que la germinación depende del estado de la semilla al momento de la cosecha ya que puede tener la presencia o ausencia de latencia, sin embargo, el manejo posterior, como las condiciones del secado y almacenamiento tiene gran importancia.

Según Febles (1975) indica que la germinación en las plantas superiores, es el conjunto de eventos que llevan a la semilla, con bajo contenido de agua y poca actividad, a mostrar un aumento marcado de la actividad metabólica en general y a iniciar la formación de la plántula a partir del embrión.

Thomson (1979) comenta que para el tecnólogo en semillas la capacidad germinativa es el mayor indicador del funcionamiento de la semilla en campo; es por esto que es el objetivo de las pruebas de germinación es obtener información referente a la capacidad de la semilla para dar origen a plántulas normales, indicando así la ausencia de latencia.

Humphreys (1980) menciona que la germinación de las semillas se mide en porcentaje y se refiere a la proporción de semillas puras que germinan, en un lapso de tiempo determinado bajo condiciones estándar de laboratorio, y desde el punto de vista de calidad de las semilla, esta se define por la proporción de semillas en una muestra, capaces de germinar y formar nuevas planta.

Rojas (1982) menciona que al describir la germinación de la semilla lo hace de la siguiente manera; las semillas de algunas plantas, aunque parecen estar maduras y haya pasado cierto tiempo de su formación, no son capaces de germinar aunque se pongan en condiciones adecuadas, si no que deben pasar un lapso a veces muy largo de reposo; este fenómeno se llama letargo. El letargo puede ser causado por una cubierta o testa de la semilla muy dura, en cuyo caso hay que debilitarla por medio mecánicos o químicos (escarificación), otra causa es la presencia de inhibidores del desarrollo en la testa o bien la carencia de estimulantes u hormonas.

Por lo que la germinación se define como la iniciación del crecimiento activo del embrión que da como resultado la ruptura de las cubiertas de la semilla y la emergencia de una nueva planta de semillero, capaz de mantener una existencia independiente (Halfacre y Barden, 1984)

Las pruebas de germinación tienen el objetivo de obtener información con respecto a la capacidad de las semillas para producir plántulas normales. Además, estas permiten hacer comparaciones del poder germinativo entre diferentes lotes de semillas de la misma especie. (Moreno, 1984).

Según la International Seed Testing Association (ISTA, 1985), el ensayo de germinación incluye la determinación de plántulas normales, anormales y semillas latentes. Las plántulas normales deberán presentar un sistema

radicular bien desarrollado, plúmula intacta con una hoja verde bien desarrollada dentro o emergiendo del coleoptilo.

Cronquist (1986) menciona que la germinación es el proceso que ocurre desde el momento en que el embrión reinicia su crecimiento hasta que la plántula se establezca.

Una semilla se considera de buena calidad cuando tiene la capacidad de germinar bajo condiciones convenientes. las semillas pierden esta facultad con la edad y mas rápidamente cuando su conservación no es adecuada. Es pertinente asegurarse que las semillas sean de la ultima cosecha, o al menos que no estén a punto de perder su facultad de germinar como consecuencia de su edad (Cuisance, 1988).

Hartmann y Kester (1995) consideran que para que se inicie la germinación se necesita que:

- la semilla sea viable: es decir que tenga un embrión vivo capaz de germinar.
- No deben existir barreras fisiológicas, físicas y químicas que induzcan al letargo e inhiben la germinación.
- Debe estar expuestas a condiciones ambientales adecuadas que favorezcan la germinación.

2. 11. Hongos presentes en las Semillas

Los hongos son los patógenos mas importantes de las plantas, y también los transportados en las semillas. Las bacterias, nemátodos, virus y viroides, son acarreados en las semillas pero no los microplasmas ni en las rickettsias. Son organismos heterótrofos, que no pueden sintetizar sus alimentos como lo hacen las plantas, y tiene que vivir como saprofitos en materia orgánica muerta, o bien como parásitos de otros organismos, entre ellos las plantas de lo que derivan sus nutrimentos. El éxito de los hongos como fitopatogenos radica en que producen gran cantidad de esporas lo que significa gran cantidad de inculo que es fácilmente transportado por el viento, algunas veces, por el agua de río, otras por la gotas de agua que salpican de planta a planta, otras mas por los implementos agrícolas y por el hombre a través de las transacciones comerciales con semillas. Otras características de los hongos que los hacen ser los principales causantes de enfermedades de las plantas, a diferencia de los virus y bacterias, que son capaces de penetrar en diversas maneras, a través de las aberturas naturales, como los hidatodos, los estomas, lentécelas, los micrópilos así como heridas de diferente origen. Igualmente, pueden penetrar directamente a través de la cutícula y de la epidermis ya sea mediante fuerza física o de la secreción de enzimas. (Moreno, 1996).

2. 12. Daños causados por los Hongos en las Semillas

Los hongos que se alojan en las semillas causan diferentes daños; si la infección es muy severa, el daño puede ocasionar la muerte del embrión, como es el caso de las especies de *Fusarium* que causa pudriciones de mazorca de maíz; *Colletotrichum lindemuthianum*, Hensse, en frijol, con infecciones leves, las semillas no pierden su poder germinativo; sin embargo, si puede verse afectado su vigor. por lo tanto si llegan a germinar son portadoras de los patógenos. lo cual tendrá un efecto determinante en el desarrollo de las enfermedades que son capaces de causar, en condiciones propicias para el patógeno. Otro efecto importante de la invasión de estos hongos sobre las semillas es la reducción de su vigor, y por lo tanto el aumento en su predisposición para ser afectadas por otros patógenos que se encuentran entre las semillas y en el suelo. los hongos que invaden las semillas en el campo reinician su actividad en cuando estas van a germinar, debido a la humedad presente en el suelo. Algunos de estos causan pudrición, en las semillas y la marchites de las plántulas; tal es el caso de *Diplodia maydis* (Berk) Sacc y *Drechslera maydis* (Nisiki) Subram, en maíz, lo mismo puede suceder con los hongos que están en el suelo, y que son atraídos por exudados de semillas, como *Pythiumn baranum* de Hensse. y otros hongos involucrados en lo que se conoce como alojamiento de las plántulas (Moreno. 1996).

2.13. Daños causados a la Semilla por Bacterias.

Neegaard (1979) menciona que el efecto patogénico de las bacterias puede ser referido a uno de los siguientes tipos de daños.

- Aborto de la semilla
- Pudrición de la semilla
- Decoloración de la semilla
- Adelgazamiento: de acuerdo al patógeno y a las diferentes condiciones durante la maduración, uno u otro de los siguientes factores pueden presentarse en la semilla o pueden ocurrir combinaciones.

Agarwal y Sinclair (1987), mencionan que la prueba de papel secante es un método sencillo y económico para la detección de patógenos y otros organismos asociados con la semilla.

2.14. Tratamientos para Romper Latencia

Según Patiño, *et. al.* (1983); Hartmann y Kester (1988) los tratamientos para romper la latencia son:

Estratificación.- consiste en colocar las semillas embebidas de agua, en capas o estratos húmedos, usando como sustrato arena. El periodo de

estratificación varia según la especie. Se utiliza para superar latencias provenientes del embrión.

- Cálida.- si la estratificación se realiza a temperaturas altas (22 a 30°C)
- Fría.- si la estratificación se realiza a temperaturas bajas (0 a 10°C).

Escarificación.- es cualquier proceso de romper, rayar, alterar mecánicamente o ablandar las cubiertas de las semillas para hacerlas permeables al agua y a los gases:

- Mecánica.- consiste en raspar la cubierta de las semilla con lijas, limas o quebrarlas con un martillo. Si es a gran escala se utiliza maquinas especiales como tambores giratorios recubiertos en su interior con papel lija, o combinados con arena gruesa o grava. Se utilizan en semillas duras o impermeables, con el objeto de alterar la integridad física del pericarpio o cubierta. Esto permite la absorción de agua y oxígeno, eliminando a si mismo la restricción mecánica. El tiempo de escarificación es variable para cada especie ya que depende del grosor y resistencia de la cubierta, sin embargo, el exceso puede dañar la semilla reduciendo el poder germinativo.
- Con agua caliente.- se colocan las semillas en un recipiente en una proporción de 4 a 5 veces su volumen de agua caliente a temperatura entre 77 y 100°C. De inmediato se retira la fuente de calor y las semillas

se dejan remojar durante 12 a 14 horas en el agua que se va enfriando gradualmente. Las semillas se deben sembrar inmediatamente después del tratamiento.

- Con ácido.- (escarificación química) se usa para tratamientos de semillas duras: para provocar la permeabilidad de la cubierta y favorecer la entrada de agua y oxígeno al embrión, generalmente se usa ácido sulfúrico. Las semillas secas se colocan en recipientes no metálicos y se cubren con ácido sulfúrico concentrados en proporción de una parte de semilla por dos de ácido. Durante el periodo de tratamiento las semillas deben agitarse regularmente con el fin de obtener resultados uniformes. El tiempo de tratamiento varía según la especie. Al final del periodo de tratamiento se escurre el ácido y las semillas se lavan con abundante agua para quitarles el restante

Lixiviación.- El propósito es remover los inhibidores remojando las semillas en agua corriente o cambiándoles el agua con frecuencia. El tiempo de lixiviados es de 12 a 24 horas.

- **Combinación de tratamientos.-** se utiliza en semillas de especies que tiene más de un tipo de letargo.

- Hormonas y otros estimulantes químicos.- compuestos que sirven para estimular la germinación, entre los mas usados están: Nitratos de Potasio, Tiourea, Etileno, Ácido giberelico, Citokininas.

Khan (1977) menciona que con la escarificación mecánica puede haber otros cambios en la semilla, como por ejemplo, el incremento de la sensibilidad a la luz y temperatura, asimismo, la permeabilidad a gases, los cuales pueden favorecer el metabolismo y por consecuencia la germinación

Mott y Mckean (1979) trataron semilla de leguminosas tropicales (*Stylosanthes humilis*, *S. viscosa*, *S. scabra* y *S. hamata*) con agua caliente a diferente temperatura y encontraron que la mejor respuesta se obtuvo con el agua a 85 °C por 1 a 2 horas seguido de enfriamiento a temperatura ambiente.

Rodríguez, *et. al.* (1983) al trabajar con *Leucaena leucocephala* encontraron que la mejor respuesta al tratamiento con agua caliente se obtuvo cuando la semilla permaneció inmersa por 5 minutos en agua a 60 °C.

Según el Instituto Nacional de Investigación Forestal, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP, 1989) la utilización de estimulantes contribuye a mejorar la calidad de las semillas ya que beneficia la velocidad, uniformidad de germinación y emergencia, asegurando una mayor densidad de plantas de mejor vigor, permitiendo la tolerancia a condiciones ambientales adversas e influyendo además el crecimiento de la planta adulta.

Nitrato de Potasio

Clarke y Stevenson (1943), probaron el uso de soluciones acuosas de nitrato de potasio, e indicaron que su uso no fue efectivo para producir incremento significativo en el porcentaje o velocidad de germinación, tanto en suelo como en cajas de petri a temperaturas de 20 a 30 °C en semillas de papa.

Koller, *et. al.* (1961), mencionan que los nitratos han sido conocidos por mucho tiempo como potentes agentes de la germinación, particularmente durante la postmaduración y en semillas sensitivas a la luz, pero plantean la incógnita de si estos actúan en el embrión o modifican la testa, y si son o no metabolizados juntos con la semilla. Por su parte Bidwell (1979), menciona que ciertos tratamientos como nitrato de potasio y / o giberelina eliminan la exigencia de luz en algunas semillas, y que este requerimiento puede localizarse en lugares diferentes al embrión, pues en algunas especies los embriones *in vitro* germinan en la oscuridad.

Los nitratos en particular han sido usados extensamente para estimular la germinación de semillas requerientes de luz, ampliando su rango de temperatura para germinación. Estos materiales también pueden promover la germinación de semillas recién cosechadas que requieren de luz, en la oscuridad (Vegis, 1964).

Otro regulador de crecimiento utilizado comúnmente es el nitrato de potasio, respecto a este compuesto Strickland, *et. al.* (1976) encontraron que la escarificación con nitrato de potasio a semillas de especies de zacate *Digitaria* puede triplicar la germinación, sin embargo mencionan que este ácido puede ser dañino para algunas de estas especies.

James (1967), establece que el papel que desempeña el potasio en las células de las plantas influye sobre la eficiencia de muchas reacciones de síntesis, posiblemente ejerciendo efecto sobre la síntesis y actividad de las enzimas que intervienen en estos procesos, además juega un papel importante como regulador osmótico y a concentración normales tiende a hacer mas permeables las membranas.

El nitrato de potasio puede remplazar el requerimiento o reforzar el efecto de otros agentes promotores de germinación tales como la luz y particularmente los regímenes de temperatura en un gran numero de especies (Roberts, 1972).

Las semillas pequeñas generalmente se prueban colocándolas en papel filtro humedecido y algunas mas grandes en papel o arena húmeda. Estos substratos se humedecen con agua de buena calidad o agua deionizada. para superar la latencia se usa una solución de 0.2 % de nitrato de potasio en la humectación inicial. por razones que no se comprenden, los nitratos

generalmente rompen la latencia asociada con post- maduración o tienden a reemplazar el requerimiento de luz (Bleasdale, 1984)

Gutormson y Wiesner, (1987), indican que una solución de 0.2 % de KNO_3 es el mejor agente humectante a usar para probar la viabilidad del zacate *Elymus ttricoides*. Steinbauer, (1957), indica que las concentraciones optimas de nitrato de potasio van de 0.1 a 0.5 %, y que el tratamiento es mas efectivo en laboratorio o en invernadero cuando los medios de germinación son tales como arena o vermiculita.

Giberelinas

Ludwing (1971) aplico ácido giberelico a semillas del zacate *Panicum maximun* recién cosechada, y encontró que este tratamiento rompió la latencia, sin afectar el desarrollo del embrión.

Según Le Page (1990) las giberelinas son indispensables para la germinación, puesto que su aplicación rompe la latencia de semillas al inducir su síntesis, o un cambio en su comportamiento, o en la insensibilidad de los tejidos permitiendo el crecimiento y desarrollo del embrión.

Bidwell (1996) reporta que existen mas de 40 giberelinas conocidas, todas ellas tiene la misma estructura anillada básica y parecen sintetizarse en muchas partes de las plantas, pero mas especialmente en las áreas activas del

crecimiento como son los embriones o los tejidos meristemáticos o en desarrollo. Las giberelinas tienen como acción básica el modificar el mensaje genético que lleva el Ácido Ribonucleico. Cuando falta, se presenta el síntoma típico de falta de amilasa en la planta, enzima que deshace al almidón, lo cual permite utilizarlo para obtener energía. Otros síntomas típicos es el de promover el crecimiento en las variedades enanas. También es típico que con aplicación de giberelinas las plantas pueden florecer en condiciones inadecuadas de horas de luz o de frío.

Según Tester, (1998), las semillas inmaduras son una excelente fuente para el estudio de las giberelinas porque se presentan en altas concentraciones, presentándose también en la maduración de estas, aunque en concentraciones menores, sin embargo para las semillas en germinación se localizan principalmente en el eje embrionario, en cotiledones y testa. Mientras que Karssen, *et. al.* (1989) reportan que la aplicación de giberelinas en las semillas tiene una acción estimulante en la latencia, acelera la germinación y a menudo puede compensar la falta de estímulos de luz y bajas temperaturas. Los efectos principales son la estimulación de la hidrólisis en la reserva de alimentos y la reducción de los mecanismos de resistencia de la radícula; así como la estimulación del crecimiento del embrión. Se ha visto que las giberelinas son hormonas muy importantes para el desarrollo de las plantas y debe ser necesario el conocimiento de su actuación y aprovechamiento como regulador de crecimiento. Las funciones que llevan a cabo en la planta, se puede resumir en los siguientes puntos:

- Incrementar el crecimiento en los tallo.
- Interrumpen el periodo de latencia de las semillas, haciéndolas germinar y Movilizan las reservas en azucares.
- Inducen la brotación de yemas.
- Promueven el desarrollo de los frutos.
- Estimulan la síntesis del Ácido Ribonucleico mensajero.

III. MATERIALES Y METODOS

3.1. Ubicación del experimento

Este trabajo de investigación se realizó en el Laboratorio de Ecofisiología Vegetal del Departamento de Botánica ubicado en las Instalaciones de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro en Buenavista, Saltillo Coahuila, México, durante el semestre Enero – Junio del 2003.

La Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro se localiza entre las coordenadas geográficas a 25° 22" latitud norte y 101°, 00", longitud Oeste de su altitud es de 1742 msnm, ubicado a siete kilómetros de la Ciudad de Saltillo.

3.2. Material en Estudio

Para el presente trabajo se utilizaron semillas de sotol (*Dasyliirion cedrosanum* Trel) conocida como "soto". El material se recolectó en el Cañón de San Lorenzo, Municipio de Saltillo en el mes de Agosto del 2002

3.3. Materiales

- Semillas de sotol (*Dasyilirion cedrosanum* Trel.)
- Cajas petri
- Papel filtro
- Cámara germinadora a 28 °C
- Pinzas
- Agua destilada

Reactivo

- Nitrato de potasio (KNO_3 al 0.2 %)
- Ácido giberelico (50, 100, 150, 250 y 500 ppm)

Por lo que en esta fase del trabajo experimental se contempló la escarificación de la misma que consistió en quitar todas las impurezas que impedían el rompimiento de la testa. Se hicieron pruebas de germinación para determinar la calidad inicial de las semillas en condiciones de luz, humedad y temperatura.

El material del que se partió fueron semillas colectadas en el mes de Agosto del 2002. Se realizó la siembra el 15 de Enero del 2003, las semillas se sumergieron a un minuto en las concentraciones de Ga_3 y KNO_3 al 0.2 % dando un total de siete tratamientos, con tres repeticiones posteriormente se procedió a sembrar 100 semillas de sotol dentro de las cajas petri con papel filtro humedecido, y se le puso una identificación con cinta; el riego se

realizó con pizeta cada segundo día dependiendo las necesidades de humedad que requerían los tratamientos. Se utilizo un diseño experimental completamente al azar, las cajas petri fueron colocadas dentro de una cámara germinadora a una temperatura de 28 °C trabajo que fue realizado en el Laboratorio de Ecofisiología Vegetal. Los tratamientos fueron.

Tratamiento	Concentraciones de las Soluciones
1	Testigo
2	Nitrato de potasio (KNO_3 al 0.2 %)
3	Ácido Giberelico 50 ppm (GA_3)
4	Ácido Giberelico 100 ppm (GA_3)
5	Ácido Giberelico 150 ppm (GA_3)
6	Ácido Giberelico 250 ppm (GA_3)
7	Ácido Giberelico 500 ppm (GA_3)

Foto 2.- Proceso de escarificación en semillas de sotol

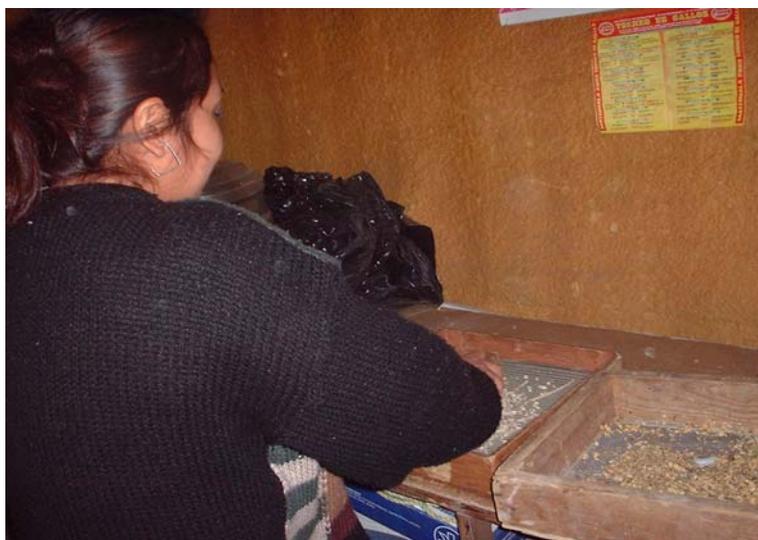


Foto 3.- proceso de siembra de semillas de sotol con diferentes tratamientos.



Foto 4.- Cámara germinadora con termómetro regulador



Foto 5.- los tratamientos en la cámara germinadora para el proceso de germinación



3.4. Variables evaluadas

En esta fase del trabajo experimental se evaluaron únicamente las variables Porcentaje de Germinación e Índice de velocidad de emergencia, y las semillas se escarificaron en forma mecánica y posteriormente fueron sembradas en cajas petri con papel filtro humedecido y llevados a la cámara germinadora.

3.5. Porcentaje de Germinación.

Se hicieron pruebas de germinación para determinar la calidad inicial de la semilla, que tuvieron la capacidad de producir una planta normal bajo condiciones de luz, humedad y temperatura controlada que se sembró a 28 °C. Con tres repeticiones con 100 semillas cada una, de que se obtuvieron en total siete tratamientos, fue establecido por 39 días y se evaluó en un solo conteo, el número de plántulas normales, anormales y semillas muertas y determinar el porcentaje de germinación de las semillas de sotol.

3.6. Índice de Velocidad de Emergencia

Para la determinación de este parámetro se tomaron tres repeticiones de 100 semillas cada una las cuales fueron sembradas en caja petri en condiciones de laboratorio a una temperatura de 28°C. Se tomaron datos cada dos días del número de plantas emergidas para cada tratamiento y repetición durante 39 día que duraron las observaciones. Esta prueba nos indica la capacidad que tienen las semillas para emerger en un determinado periodo de tiempo y los resultados se observan en los datos obtenidos, correspondiendo los índices de mayor valor a aquellos tratamientos cuyo mayor número de semillas logro germinar en un menor período de tiempo. Y se realizaron los cálculos utilizando la siguiente fórmula de acuerdo con Maquire (1962).

$$\text{IVE} = \frac{\text{NP}}{\text{D}} + \frac{\text{NP}}{\text{D}} + \frac{\text{NP}}{\text{D}} + \frac{\text{NP}}{\text{D}}$$

Donde:

IVE = Índice de velocidad de emergencia

NP = Numero de plantas emergidas

D = Días después de la siembra. Maquire (1962)

3.7. Análisis Estadístico

Para analizar los resultados obtenidos del presente trabajo de investigación, fueron analizados mediante el paquete estadístico de la Universidad de Nuevo León Facultad de Agronomía (Olivares, 1994), se utilizó un diseño experimental completamente al azar con siete tratamientos y tres repeticiones cada una bajo el siguiente modelo estadístico.

Modelo Lineal:

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

Donde:

Y_{ij} = Variable observada

μ = Media general

α_i = Efecto de Tratamiento

E_{ij} = Error experimental

i = 1,27 Tratamientos

j = 1,2.....3 repeticiones

IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES

Los resultados obtenidos en este trabajo se presentan a continuación para cada una de las dos variables evaluadas: Porcentaje de germinación e Índice de velocidad de emergencia, así como cuadro, graficas y discusión para cada una de ellas.

4.1. Porcentaje de Germinación

Se sembraron el 15 de enero y la germinación empezó al cuarto día después de la siembra de haber colocado en la cámara germinadora, Nokes (1986) menciona que el sotol presenta problemas de germinación en forma natural que requiere de entre tres a cuatro semanas, debido a la dureza de su testa. Las cajas petri que contenían las semillas tratadas, a 28°C. Con los resultados obtenidos a los 39 días que duro el periodo de germinación; se calculo su porcentaje de germinación. Se realizó el Análisis de Varianza para esta variable, resulto ser altamente significativo como se observa en él (Cuadro 1). En la comparación de medias se utilizo la prueba de Tukey al (0.01%) ya que en una es una prueba muy estricta que se obtuvieron cuatro grupos (Cuadro2), de los cuales el T7 (500ppm con Ácido Giberelico) es el mas sobresaliente ya que mostró el mayor porcentaje de germinación con un 93.66 %. Pero presento intoxicación en la radícula debido a que tenía alta concentración de Ácido giberelico. Le siguió el T1

(Testigo) con un 90.33 %, un tercer grupo el T2 (KNO_3 al 0.2 %) con 87 %, el cuarto grupo el T6 (250ppm Ácido Giberelico) con 85.33 %, seguido por el quinto grupo el T3 (50ppm Ácido Giberelico) con 66.66 %, seguido por el sexto grupo el T5 (150ppm Ácido Giberelico) con 64%, y como ultimo grupo el T4 (100ppm Ácido Giberelico) con 58.66 %. Siendo esto también apreciable en la grafica1. Donde se puede constatar el efecto del producto químico de Ácido giberelico, así como las condiciones de temperaturas controladas en el aceleramiento de los procesos fisiológicos necesarios para la germinación de la planta.

Perry (1981) señalaba que el porcentaje y uniformidad de germinación y emergencia son característicos del vigor, el cual, se ve influenciado por el estado de madurez a la cosecha, ambiente de desarrollo de la planta madre, deterioro y envejecimiento entre otros factores.

Hartman y Dale (1982) mencionan que durante la germinación el metabolismo se incrementa, el embrión reanuda su crecimiento activo, las cubiertas de la semilla se rompen y emerge la plantula. En consecuencia las enzimas específicas y las proteínas estructurales disponibles en un periodo determinado, constituyen la base para el crecimiento diferencial y el desarrollo.

Lo que refuerza los resultados obtenidos en nuestro en nuestro experimento

Cuadro 1.- Análisis de varianza para la variable Porcentaje de germinación en semillas de sotol bajo condiciones de laboratorio.

FV	GL	SC	CM	Fc	Ft 0.05%	Ft 0.01%
Tratamiento	6	3664.000000	610.666687	10.9048**	2.85	4.46
Error	14	784.000000	56.000000			
Total	20	4448.000000				

**altamente significativa

C.V. = 9.59 %

Cuadro 2.- Comparación de medias para la variable porcentaje de germinación de las semillas de sotol bajo condiciones de laboratorio, mediante la Prueba de Tukey al 0.01 %.

No.	TRATAMIENTOS	MEDIA	GRUPO
7	500ppm Ácido Giberelico min inmersión	93.6600	A
1	Testigo agua destilada min "	90.3300	AB
2	KNO ₃ al 0.2 % min "	87.0000	AB
6	250ppm Ácido Giberelico min "	85.3300	AB
3	50ppm Ácido Giberelico min "	66.6600	BC
4	100ppm Ácido Giberelico min "	58.6600	C
5	150ppm Ácido Giberelico min "	54.3300	C

Nivel de significancia = 0.01 % ; Tukey = 26.2686

Grafica 1.- Porcentaje de Germinación en semillas de Sotol para los tratamientos, bajo condiciones de laboratorio.

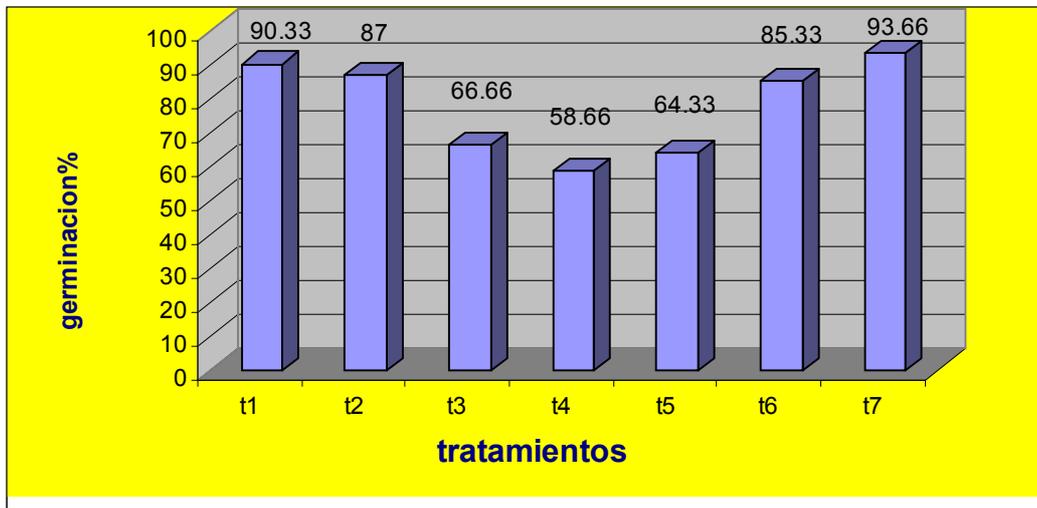
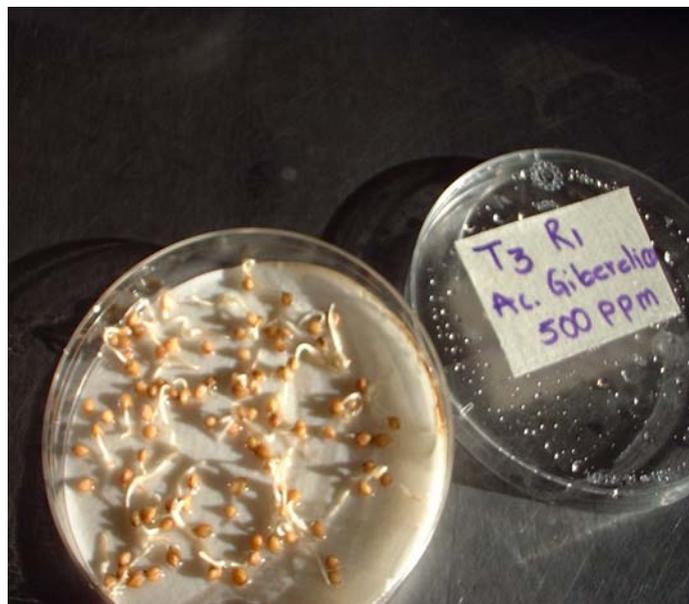


Foto 6.- Observación de la germinación de semillas de sotol utilizando ácido giberelico a 500 ppm.



4.2 Índice de Velocidad de Emergencia

En lo correspondiente a este parámetro, se calculó índice de velocidad de emergencia. Se realizó el Análisis de Varianza para esta variable, resulto ser altamente significativo, como se noto en nuestro trabajo (Cuadro3). En la comparación de medias se utilizo la prueba de Tukey al (0.01%) se obtuvieron cuatro grupos (Cuadro 4),y se observa que el tratamiento que funciono fue el T7 siendo este Ácido giberelico a 500ppm que fue sumergido a un minuto en la solución con 4.68, un segundo grupo lo ocuparon los tratamientos T1 (testigo con agua destilada),T2(KNO₃) y T6 (Ácido giberelico a 250ppm) ambos sumergidos a un minuto en las soluciones, y un tercer grupo lo ocuparon los T3 (Ácido giberelico a 50 ppm) y T5 (Ácido giberelico a 150 ppm) ambos sumergidos a un minuto y un cuarto grupo lo ocupó el T4 (Ácido giberelico a 100 ppm), respectivamente siendo este apreciable en la Gráfica 2.

El vigor de la semilla es la suma total de los atributos de la semilla que favorecen un establecimiento rápido y uniforme. El contenido de humedad juega un papel importante en la conservación de la semilla, ya que un alto porcentaje afecta la condición fisiológica. Barrie y Drenan, (1971).

Cuadro 3.- Análisis de Varianza para la variable índice de velocidad de emergencia en semillas de sotol de bajo condiciones de laboratorio.

FV	GL	SC	CM	Fc	Ft 0.05%	Ft 0.01%
Tratamiento	6	9.159973	1.526662	10.904**	2.85	4.46
Error	14	1.960022	0.140002			
Total	20	11.119995				

**altamente significativa

C.V. = 9.59 %

Cuadro 4.- Comparación de medias para la variable I.V.E. en semillas de sotol bajo condiciones de laboratorio, mediante la Prueba de Tukey al 0.01 %.

No.	TRATAMIENTOS	MEDIA	GRUPO
7	500ppm Ácido Giberelico min inmersión	4.6830	A
1	Testigo min "	4.5160	AB
2	KNO ₃ al 0.2 % min "	4.3500	AB
6	250ppm Ácido Giberelico min "	4.2660	AB
3	50ppm Ácido Giberelico min "	3.3330	BC
5	150ppm Ácido Giberelico min "	3.2160	BC
4	100ppm Ácido Giberelico min "	2.9330	C

Nivel de significancia = 0.01 % ; Tukey = 1.3134

Grafica 2.- índice de velocidad de emergencia en semillas de Sotol para los tratamientos, bajo condiciones de laboratorio.

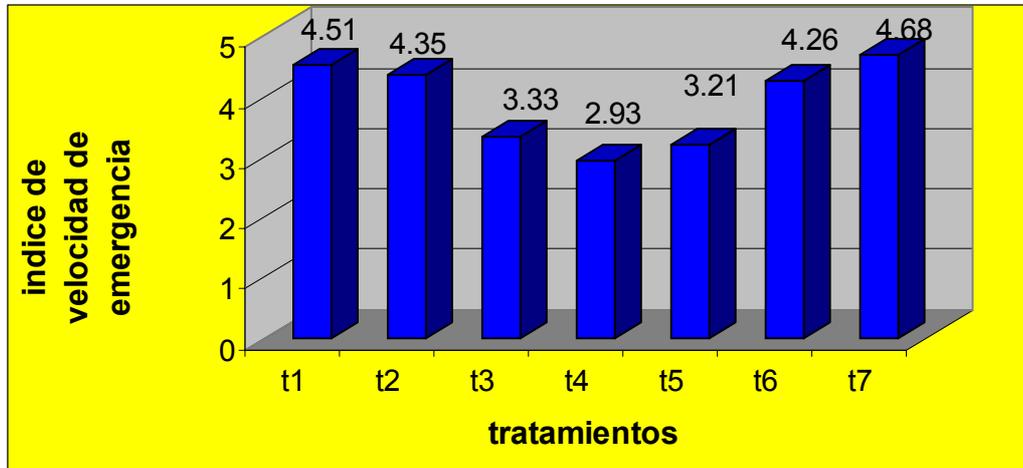


Foto 7.- plántula en emergencia



V. CONCLUSIONES

Se puede concluir en base a los resultados obtenidos y a las condiciones en las cuales se realizó esta investigación, lo siguiente:

Para la especie estudiada de *Dasyllirion cedrosanum* Trel, se observa que la germinación mostrada en el T7 en el cual se utilizó solución de Ácido Giberélico a 500 ppm fue el que obtuvo los mejores resultados. Debido que su aplicación rompe la latencia al inducir su síntesis, en la sensibilidad de los tejidos permitiendo el crecimiento y desarrollo del embrión. La germinación es 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.

Para el índice de velocidad de emergencia (I. V. E.), lo que indica que el T7 con Ácido giberélico a 500 ppm fue el que tuvo mejor resultado. Las giberelinas rompen la latencia en semillas de sotol, ya que tiene como acción básica el modificar el mensaje genético que lleva el Ácido Ribonucleico.

Por otra parte es necesario seguir trabajando con diferentes concentraciones de Ga_3 y KNO_3 ya que dieron muy sobresalientes resultados.

Por otra parte debido a que existe poca información al respecto será necesario seguir trabajando en la línea de investigación

VI. LITERATURA CITADA

- Acosta Solís, M. 1959. Propagación vegetativa de leñosas y forestales. La Hacienda.
- Andrews, T.S., C. R. Jones and R. D. Whalley. 1997. Factors affecting the germination of Giant parra matta grass Australian J. of Experimental Agriculture 37:4, 439 – 446..
- Agarwal, V.K. and J. B. Sinclair 1987 I. Principles of seed pathology Vol. I C. R .C; U.S.A. 168 p.
- Barrie, A. M. M y D. S. H. Drenan. 1971. Effect of hydration on seed germination. New Pathologist. 70: 135 – 140.
- Bidwell, R.G.S. 1979. Fisiología Vegetal. AGT, Editor, S.A. México. D. F. México.
- Bidwell. R. G S. 1996. Reguladores de crecimiento de las plantas en la Agricultura Octava reimpresión. Ed. Trillas. México. pp. 461- 463.
- Bleasdale, J. K. A. 1984. Plant Physiology in relation to Horticulture. 2d Editon. Macmillan press. London. Pp. 6,7.
- Bogler, D.J. 1994. Taxonomy and phylogeny of Dasylirion (Nolinaceae) Ph. D. Dissertation University of Texas at Austin, Texas, USA. 583 pp

- Bravo, H. 1978. Las Cactáceas de México. Vol. I y II UNAM. México, D. F. 743 pp.
- Camacho, M. F. 1994. Dormición de Semilla. Ed. Trillas. México. pp. 13 - 20.
- Castellano M, E. y G, J. J Vergara. 1983. El Sotol Agricultura de Zonas Áridas. Chapingo México.
- Centro Internacional de Agriculture Tropical (CIAT). 1991. Elementos esenciales para el éxito de un programa de Semillas. Cali. Colombia. P. 7 -9.
- Copeland, L.O. and M.B. McDonald 1985 Principles of seed science and technology. 2da. Edition Mcmillan Publishing Company EUA. 321 p.
- Cuisance, P. 1988. La Multiplicación de las plantas y el vivero Ed. Mundi Prensa. Madrid España, Pp. 25.
- Clarke, A.E. and F. J. Stevenson. 1943. Factors Influencing the germination of seed of the potato. Am. Potato J. 20: 247 – 258.
- Crocker, W. 1916. Mechanics of dormancy in seeds. Ann J. Bot. . P. 99 – 120. EUA.
- Cronquist. A. 1981. An Integrated system of classification of flowering plant. USA. The New York Botanical Garden. EUA
- Cronquist. A. 1986. Introducción a la Botánica 2da Edición. pp 610 - 612.

- Cronquist. A. 1988 The evolution and classification of flowering plants. EUA. 2da. Edition.
- Dahlgren, R.M; H.T. Clifford, and P.F Yeo. 1985. The families of monocotyledons. Springer Verlag Berlin. 520 pp.
- Delouche, J.C. 1973 Some thoughts on storage. Proc. short course for Seedmen Mississippi State University. Mississippi. States. Mississippi EUA
- Doorenbos, J. 1953. Review of the literature on Dormancy in buds of woody plants. Meded Land Hugeseh Wageningen. 53:1 – 24.
- Douglas. J. E. 1982. Programa de semillas. guía de planeación y manejo. Centro Internacional de Agricultura tropical (CIAT) Cali, Colombia. . Pp. 123 – 163.
- Duffus, C: y C. Slaughther. 1985. Las semillas y sus usos. Editorial AGT. México.
- Ede, R. 1970. Producción de semillas pratenses. Manual de Técnica Agropecuaria. Editorial Acribia. Zaragoza España p. 159.
- Febles, G. 1975. Factores que afectan la germinación. I. Factores ocurrentes. antes de la siembra. Revista Cubana de Ciencia Agrícola. 9 (1): 77 – 99. Cuba.
- García S. A. 1952. Comparación del sotol y la alfalfa en la alimentación de vacas lecheras. Tesis profesional. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.

- García, G. J. 1979. El sotol. Seminario Preparado en el curso de Zonas áridas Chapingo, México.
- Garay, A. E., S. Preton., P. Rosales y J. Landivar 1992. Desarrollo de sistema de semilla, el novedoso enfoque en Bolivia, edit Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) Bolivia P. 5 – 10.
- Gutorsom, T.J. and L.E. Wiesner. 1987. Methods for the germination of beardless wildrye (*Elymus triticoides* Buckl). Journal of Seed Technology 11(1): 1-6.
- Hartmann, H. T y D:e. Dale. 1982. Propagación de plantas, principios y prácticas. México, D. F. Ed. C. E. C. S. A: pp 162.
- Hartmann, H. Y D. Kester, 1988. Propagación de Plantas. México D. F. Compañía Editorial Continental, S.A. de C. V. 760 p.
- Hartmann, H.T y D. E. Kester. 1995. Propagación de Plantas. Ed. Continental. Mexico Pp. 51 – 58.
- Halfacre, G. J. y A. Barden 1984. Horticultura, AGT Editor S. A., Primera Ed. al Español. México.
- Humphreys, L.R. 1980^a. A Guide to better pastures for the Tropics Ana Subtropics. Wright Stepenson and Co. New South Wales, Australia Pp. 95.
- International Seed Testing Association (ISTA) 1985. International Rules for Seed Testing Seed Sci And Tech.

Instituto Nacional de Investigación Forestales Agrícolas y Pecuarias
(INIFAP).1989. Establecimiento, Manejo y Producción de Cuatro
Especies de Gramíneas, Forrajeras para Coahuila. Folleto Para
Productores No. 5 México Pp. 27.

James, W.O. 1967. Introducción a la Fisiología Vegetal. Omega S.A.
España P. 233 – 240.

Karssen, C. m. S. Zagorski, J. Kepezynski, and S. P. C. Groot. 1989. key
role for.

Koller, D. A. M. Y A. Polijakoff – Mayber and S. Klein. 1961. Seed
germination. Annual Review of Plant Physiology. 13: 437 – 464.

Khan, A. A. 1977. The Physiology And Biochemistry Of Seed Dormancy
and Germination. The Sevier / North Holland Biomedical Press.
Pp. 30 – 50. USA.

Krieg, D. R. and S.N. Bartee. 1975. Cotton seed density. Associated
germination and seedling emergence properties. Agrom. Jour. 67
(3). 343 – 347 . USA.

Le Page, D. M. 1990. Role des Gibberelines et de L'S Acide Absissique
dans la Germination et la Dormanes des Semences pour une
Approche Dynamique Seed Science and Technology. Vol. 18:
345 – 356. The Netherlands.

Low, H. 1985 Análisis de Semilla, Departamento de Industrias Primarias
de Queensland, Meirs Road, Indooroopilly, Brisbane, Qld.,
Australia. 4068.

- Ludwing, H. 1971. La Dormanes de Semences des Graminées et les Problemes Qui en Resultent Por les Essais de Semences Surtout en ce Qui Concerme l'aplicatiu de Acide Gibberellin. Proc. Int. Seed Test. Assoc. Vol 32 (2): 303. The Netherlands.
- Maquire, J. D. 1962. Speed of germination ; ard in Selection and evaluation for seedling emergence and vigor. Crop science. Vol 2:176-177. EUA.
- Marroquín S, J., L.G. Borja, C. R. Velásquez y C. J. A. de la Cruz. 1981 Estudios Ecológicos Dasonómico de las Zonas Áridas del Norte de Chapingo, México.
- Mendoza O. A. 1985. Causas y Consecuencias de la Deterioración de las Semillas. Curso Sobre Calidad de Semillas y Control de Enfermedades Transmitidas por Semillas. Centro Internacional de Agricultura Tropical, Calis, Colombia.
- Merino. A. R., G. Pantila y G. G. Manual 1969. Semillas Tercera Reimpresión Ed. Continental. S.A. México, D. F. Pp. 190 – 209.
- Miller, C. E. 1938. Plant Physiology. 2ª. Ed. McGrawHill – Book Company. N. Y . USA.
- Molina G, J. D. 1983. Recursos Agrícolas de Zonas Áridas y Semiáridas de México Ed. Colegio de Postgraduados, Chapingo. México.
- Molina, M. J., Estrada J. A. Livera M., y González U. A. 1990. Análisis de la Enseñanza, Producción e Investigación de Semillas de México Sociedad Mexicana de Fitogenetica. Chapingo, México. Pp. 53 – 64.

- Moreno M. E. 1984 El Análisis Físico y Biológico de las Semillas Agrícolas. Instituto de Biología. UNAM. México D. F. Pp. 103.
- Moreno M. E. 1996. El Análisis Físico y Biológico de la Semillas Agrícolas. Instituto de Biología. UNAM. México D.F. Pp. 106.
- Mott, J.J. and G.M. Mckean, 1979. Effect Of Heat Treatment In Breaking Hardseedendness In Four Species Of *Stylosanthes*. Seed CIA Tech. Vol 7. Pp. 12- 25. The Netherland.
- Neergaard, p. 1979, Seed Pathology. Vol. 1 ed. Mc Millan Press Ltd. London.
- Nokes, J. 1986. Natwe plants How to grow of texas and the Southwest. Texas. Monthly press- pp. 172 – 73.
- Ortega. R. y Villavicencio (s/ f). Aspectos Socioeconómicos y de Comercialización del Sotol, Derivados de su Explotación en la Comarca Lagunera. Boletín Informativo. CIRNOC – INIFAP. Coahuila, México.
- Olivares, S. E. 1994. Paquete de diseños experimentales. FAUANL. Versión 2.5; facultad de agrimonia UANL – Marín, N. L.
- Patiño F. P. de la Garza. Villagomes y Talavera. I. y Camacho. F. 1983. Guía para la Recolección y Manejo de Semillas de Especies Forestales. México D. F. Instituto Nacional de Investigación. Forestales. Subsecretaria Forestal. Boletín Divulgativo No. 63. p 181
- Palma E. J, I. 2000. Bases para la propagación d sotol (*Dasyilirion spp*) Vias *in Vitro* y por semilla. Tesis profesional Facultad de Ciencias

Agrícolas y Forestal, Universidad Autónoma de Chihuahua. Cd. Delicias, Chih, México.

Perry, D. A. 1981. Handbook of Vigor test methods. The International Seed Testing Association. Zurich, Switzerland. Pp 82.

Phill. S. E. 1987. Germination and Tetrazolium Testing. Seed Science and Technology. Vol. 15: 691 – 698. The Netherlands.

Potts, H. E. 1977. Semillas, Desarrollo, Estructuras y Función. Curso Sobre Producción de Semillas. Centro Internacional de Agriculture Tropical. Cali, Colombia.

Philpott, R. 1981. Seed Pathology Laboratory. Mississippi State. United State vol. 13 of Apr. 81. p 91 – 94.

Rivera, Q, J. R. (1987). Aprovechamiento de Candelilla, orégano y sotol en la Comarca Lagunera. Tesis Profesional. Universidad Autónoma Chapingo.

Roberts, E. H. 1972. Viability of Seeds. Syracuse University Press.

Rojas, G. M. 1982. Manual Teórico- Practico de Herbicidas y Fitorreguladores edit. Limusa, México.

Rojas, G. M. y H .R. Ramírez. 1987. Control Hormonal del Desarrollo de las Plantas. Ed Limusa. México, D. F. Pp. 849 – 852.

Rodríguez, C., J. A. González y F. Hernández. 1983. Evaluación de Diferentes Métodos Prácticos de Escarificación en Semillas de Leucaena, en Condiciones de Trópico Semi – seco de la

Asociación Mexicana de Producción Animal (Ampa). Ags., México Pp. 10.

Ruiz O, M., R. D. Nieto y I. Larios R. 1979. Tratado Elemental de Botánica, Editorial E. C. L. A. L. S. A. Porrúa. México, D. F.

Ruiz O. M., R. D. Nieto y I. Larios R. 1983. Tratado Elemental de Botánica. Ed. E. C. L. A. L. S. A. Porrúa. México, D. F.

Semarnat. gob. mx / pfnm3/ fichas / dasylirion cedrosanum. Htm. 2001

Soplin, V.H. 1980. El Deterioro en Semillas. Publicación Miscelánea. Universidad Nacional Agraria Lima. Peru. P. 14.

Strickland, R.W., C. Siro and C. Brisbane. 1976. Seed Production and Testing Problems in Tropical and Subtropical Pasture Species,. Proc int. Seed test Ass. Vol. 36(1):189 – 199. The Netherlands.

Street, H .E. 1969. Metabolismo de las Plantas. Ed. Alambra, S.A. España. Pp. 1-19.

Testar, B.M. 1988. Physiological Basis of crop Growth and Development American Society of Agronomy Crop Science of American United States of America pp. 51 – 53 – 90.

Thomson, J. R. 1979. Introducción a la Tecnología de Semillas Ed. ACRIBA Zaragoza, España Pp. 301.

- United States Department of agriculture (USDA9. 1965. Semillas, Manual para el Análisis de su Calidad. Editorial Herrera, S. A. México.
- Valdez O .A. 1998. La Latencia en Semillas Forrajeras. Memoria para el Curso de Producción de Semillas Forrajeras UAAAN, México.
- Van Overbeck, J. 1970. The control Of plant Growth. Plant agriculture, freeman, San Francisco, Cal. USA.
- Velásquez, C. R. 1983. El sotol. Agricultura de Zonas Áridas. Chapingo, México.
- Vegis. A. 1964. Dormancy In higher Plants. Ann. Review of Plant Physiology 15:185 - 224.
- Villarreal, Q. J. A. 1993. Introducción a la Botánica Forestal. 2da. Edición. Pp 48 – 49.
- Villarreal, Q. J. A. 2001. Listado Florísticos de México. XXIII. Flora de Coahuila. Instituto de biología. UNAM. México, D. F.
- Weaver. J. R. 1990. Reguladores de Crecimiento de las Plantas en la Agricultura. Ed., Trillas México D.F. 622 p.
- Willian, R.L. 1991. Guía para la Manipulación de Semillas Forestales, Estudio con Especial Referencia a los Trópicos. FAO Montes 20 / 2. 502 p.

