

**ELIMINACIÓN DE LATENCIA EN SEMILLA DE CORTADILLO
(*Nolina cespitifera* Trel.), BAJO CONDICIONES DE LABORATORIO
E INVERNADERO, UTILIZANDO TRATAMIENTOS FÍSICOS,
QUÍMICOS Y MECÁNICOS.**

ARTEMIO JUÁREZ DELGADO

T E S I S

**Presentada como Requisito Parcial para
Obtener el Grado de:**

**MAESTRO EN TECNOLOGÍA
DE GRANOS Y SEMILLAS**



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA

“ANTONIO NARRO”

SUBDIRECCIÓN DE POSTGRADO

Saltillo, Coahuila, México. Junio de 2014.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
SUBDIRECCIÓN DE POSTGRADO

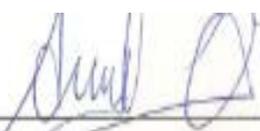
ELIMINACIÓN DE LATENCIA EN SEMILLA DE CORTADILLO (*Nolina cespitífera* Trel.), BAJO CONDICIONES DE LABORATORIO E INVERNADERO, UTILIZANDO TRATAMIENTOS FÍSICOS, QUÍMICOS Y MECÁNICOS.

ARTEMIO JUÁREZ DELGADO

Tesis elaborada bajo la supervisión del Comité Particular de Asesoría y aprobada como requisito parcial, para optar al grado de:

MAESTRO EN TECNOLOGÍA DE GRANOS Y SEMILLAS
COMITÉ PARTICULAR

Asesor principal



M.C. Antonio Valdez Oyervides

Asesor



M.C. Federico Facio Parra

Asesor



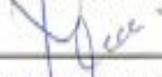
D.R. Ramón F. García Castillo

Asesor

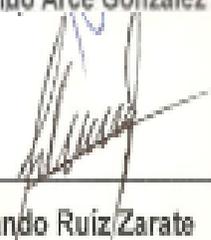


M.C. Mariano Narcia Velasco

Asesor



M.C. Leopoldo Arce González



Dr. Fernando Ruiz Zarate
Subdirector de Postgrado

Saltillo, Coahuila, México. Junio de 2014.

AGRADECIMIENTOS

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), por haberme brindado la oportunidad de realizar mis estudios al otorgarme la beca.

A la Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro” por darme la oportunidad para realizar mis estudios de postgrado. Y especialmente al Centro de Capacitación y Desarrollo de Tecnología de Semillas, departamento de Fitomejoramiento.

Al M.C. Antonio Valdez Olyervides por darme la oportunidad de realizar esta tesis, por su apoyo en la estructuración y revisión del estudio de investigación, además del tiempo brindado durante sus asesorías en clases y consejos.

Al M.C. Federico Facio Parra, por el gran apoyo incondicional y aportación de sus ideas y conocimientos; así como por su confianza depositada para la realización del presente trabajo.

Al M.C. Mariano Narcia Velasco, por su gran apoyo incondicional que aportó en la parte de estadística a sí como el análisis de los datos de la presente investigación, también agradezco su valiosa amistad y confianza que depositó en mí, siempre mostrando una actitud positiva para la realización del examen de grado (tesis).

Al M.C. Leopoldo Arce González por su ayuda y asesoría en la realización de la investigación, de igual forma su amistad confianza que depositó en mí.

Al Dr. Dr. Ramón García Catillo por su colaboración y asesoría en la realización de esta tesis

Al Ing: Ramírez Díaz Antonio y M.C. David Castillo Q. Por sus sabios consejos y por su amistad brindado gracias.

Al Ing: Derly Guillermo Rodríguez Cantú por su aportación como traductor de español a inglés en el resumen de la presente investigación y por su apoyo amistad incondicional gracias.

A la L.C.Q. Magdalena Olvera Esquivel por su apreciable amistad y colaboración en el establecimiento de los tratamientos en el laboratorio de la presente investigación.

A todos los maestros y personal del Centro de Capacitación y Desarrollo de Tecnología de Semillas (CCDTS) por todos los conocimientos brindados en mi formación.

DEDICATORIA

A Dios: por darme la vida y darme fuerzas para salir adelante en todos los momentos críticos en el transcurso de mi carrera profesional, fortaleciéndome mental y físicamente para salir siempre adelante.

A mis padres: Matías Juárez Pablo y Laurencia Delgado Mendoza, con gran respeto, admiración y amor, ya que gracias a ellos y a su apoyo incondicional hoy veo la culminación y avance de un escalón más en mi formación profesional. Que me han enseñado que con responsabilidad, honradez y dedicación se puede salir adelante.....gracias.

A mis Hermanos y Cuñados (as): José, Agustín, Tere y Beatriz y a sus respectivos esposos, (Nazario y Miguel) por todo su apoyo incondicional y por formar parte de algo que es muy importante en una Familia.....LA UNION FAMILIAR. De una manera especial quiero agradecer a mi cuñado M.C. Ignacio Ceballos Ríos (+), aunque ya no esté entre nosotros le doy gracias por el apoyo que me brindo y por los ánimos que me dio para entrar a esta universidad.

A mis sobrinos: Osvaldo, Lupita, Déniz, Marco Antonio, Ebert y Tintín. Esperando que sea para ellos un buen Ejemplo a seguir los quiero mucho.

A mi Esposa Ing: Lizy González Mata: Te dedico esta tesis a ti mi amor, porque eres una parte esencial de mi vida, eres una persona muy especial en mi corazón y muchísimas gracias porque siempre me apoyas y me das ánimos de salir adelante, por que en los momentos más difíciles siempre estas con migo, muchas gracias por tu ayuda para la elaboración de esta tesis, gracias por todos tus consejos y por tu cariño que me has brindado siempre. Te amo.

Al Lic. Ernesto González García: Por todos sus sabios consejos y apoyo moral, que me ha brindado a lo largo de mi carrera, muchas gracias por la confianza que ha depositado en mí. Gracias porque en los momentos difíciles siempre está para apoyarme en todos los aspectos.

A la Lic. Cecilia Mata Vázquez: Por su gran amor de madre que comparte con migo y por confiar en mí, gracias por sus consejos y apoyos que me ha brindado, son cosas que nunca en la vida se olvidan y siempre estará dentro de mi corazón.

A Ximena y a Axcel González Mata: Por su amistad de hermano que me brindan todos los días, y por toda la ayuda que me brindan siempre por eso y muchas cosas más los quiero mucho espero que ustedes también.

Compañeros de la Maestría (TGS): Hipólito Hernandez, Derly G Rodriguez C, Hector y Gregorio. Gracias por su Amistad.

Amigos: Antonio Santana, Antonio Meza, Rudy Perez, Diana Gaytan, Derly Rodriguez, Elmer Moralez, Alonso Velasco, Alex, Eduardo, Victor, Osvaldo, Andrez, etc. A todos ellos Gracias por su Amistad.

COMPENDIO

ELIMINACIÓN DE LATENCIA EN SEMILLA DE CORTADILLO (*Nolina cespitifera* Trel.), BAJO CONDICIONES DE LABORATORIO E INVERNADERO, UTILIZANDO TRATAMIENTOS FÍSICOS, QUÍMICOS Y MECÁNICOS.

ARTEMIO JUÁREZ DELGADO

MAESTRIA EN TECNOLOGIA DE GRANOS Y SEMILLAS
UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA “ANTONIO NARRO”

MC. ANTONIO VALDEZ OYERVIDES -ASESOR-

Palabras clave: Germinación, latencia, ambientes, tratamientos, longitud, plúmula, radícula.

El cortadillo, *Nolina cespitifera* Trel. Es un recurso forestal no maderable de las zonas áridas y semiáridas del sur y centro del estado de Coahuila, sur de Nuevo León y norte de Zacatecas; la recolección de este recurso constituye una opción productiva para los pobladores de la región y, en muchos casos, es la fuente principal de ingresos económico, y de él se obtiene una fibra dura de alta resistencia que se utiliza como materia prima en la fabricación de escobas, cepillos, muebles rústicos y cartuchos de explosivos.

Las semillas del género (*Nolina cespitifera* Trel) presentan, un marcado estado de latencia, lo cual es una desventaja, para su uso inmediato. Este trabajo permitió conocer el efecto de seis tratamientos para eliminar este fenómeno para lo cual se utilizaron tratamientos físicos, químicos y mecánicos, se usaron semillas de la especie de (*Nolina cespitifera* Trel), recién colectadas en la parte sur del estado de

Coahuila y se llevó a cabo en el Laboratorio e Invernadero en la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN).

Los tratamientos evaluados para ambas condiciones fueron; T1 Testigo; T2 Escarificación con lija número 120; T3 Remojo en agua potable 48 horas; T4 remojo en agua potable a Temperatura 60 °C por 5 minutos; T5 inmersión en Nitrato de potasio (KNO_3) al 0.2% por 10 minutos; T6 inmersión en Acido Sulfúrico (H_2SO_4) a 100 ppm.

Se utilizó un diseño completamente al azar, con cuatro repeticiones: se utilizaron papel anchor, cámara de germinación, charolas de unigel de 77 cavidades etc. Las variables evaluadas fueron: Capacidad de germinación, Primer Conteo, Índice de velocidad de emergencia. Longitud de plúmula y Longitud de radícula.

Los resultados indican que hubo diferencia en capacidad de germinación e índice de velocidad de emergencia en la especie estudiada, con los tratamientos T3; remojo en H_2O por 48 horas y T2; escarificación con lija número 120, por su parte el T4; remojo en H_2O a Temperatura 60 °C por 5 minutos tuvo efecto en la germinación e índice de velocidad de germinación, en los dos ambientes estudiados; el resto de los tratamientos fueron estadísticamente iguales al testigo.

Como conclusión se puede decir que el T3; remojo en H_2O por 48 horas, así como el T2; escarificación manual con lija numero 120, fueron superiores estadísticamente en la capacidad de germinación en las dos condiciones evaluadas laboratorio e invernadero, así como en el resto de las variables.

ABSTRACT

ELIMINATION OF SEED DORMANCY ON CORTADILLO (*Nolina cespitifera* Trel.), UNDER GREENHOUSE AND LABORATORY CONDITIONS, UTILIZING PHYSICAL, QUEMICAL AND MECHANICAL TREATMENTS.

ARTEMIO JUÁREZ DELGADO

**MASTER'S IN GRAIN AND SEED TECHNOLOGY
UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA "ANTONIO NARRO"**

MC. ANTONIO VALDEZ OYERVIDES –ADVISOR-

Keywords: Germination, dormancy, environments, treatments, length, plumule and radicle.

Cortadillo, *Nolina cespitifera* Trel., is a non-timber, forest resource, of the arid and semiarid areas from center and south state of Coahuila, south of Nuevo Leon and north of Zacatecas; recollection of this resource constitutes a productive option for the people of this region and in many cases, is the main source of monetary income; and from this matter, a strong fiber of high resistance is obtained, which is utilized as raw material for the making of brooms, brushes, rustic furniture and explosive cartridges.

The seeds of *Nolina cespitifera* Trel., have a distinct state of dormancy, which represents a disadvantage for its instant use. Many different methods exist to eliminate it; this work was able to analyze the effect of six treatments to eliminate this phenomenon; for which physical, chemical, and mechanical treatments were applied. The seeds of this specie (*Nolina cespitifera* Trel.) were recently collected

from the south region of the state of Coahuila. The study was conducted at a laboratory and greenhouse of the Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN).

The treatments evaluated for both environments were: 1) control; 2) scarification with 120 sandpaper; 3) soaked in H₂O for 48 hours; 4) soaked in hot H₂O at 60 °C temperature for 5 minutes; 5) Immersion in KNO₃ at 0.2%, for 10 minutes; 6) Immersion in H₂SO₄ at 100 ppm.

A completely randomized experimental designed was done, with four replications; anchor paper, a germination chamber, and Styrofoam trays of 77 cavities were used; the variables evaluated were: germination capacity, first count, emergence speed index, plumule and radicle length.

The results indicate that there was significance in germination capacity and in emergence speed index on the studied specie with the treatments: T3; soaked in H₂O for 48 hours and T2; scarification with 120 sandpaper and T4; soaked in hot H₂O at 60 °C temperature for 5 minutes made effect on germination and emergence speed index in the two environments studied; the rest of the treatments were statistically the same compared to the control.

As a conclusion, it can be said that the treatment T3; soaked in H₂O for 48 hours, as well as the treatment T2; scarification with 120 sandpaper, were superior compared to the germination capacity, as well as to the rest of the variables.

INDICE DE CONTENIDO

INDICE DE CUADROS.....	xii
INDICE DE FIGURAS	xiii
INTRODUCCIÓN	1
Objetivo general.....	4
Hipótesis.....	4
REVISIÓN DE LITERATURA	5
Descripción de la planta del género <i>Nolina</i>	5
Distribución del género <i>Nolina</i> en México	6
Método de aprovechamiento.....	8
Producción y comercialización.....	10
Aspectos socioeconómicos	11
Usos.....	11
Descripción de la Semilla del genero <i>Nolina</i>	12
Las semillas de <i>Nolina</i>	13
Concepto de Semilla.....	14
Composición de una Semilla.....	16
Tipos de semillas	17
Madurez fisiológica de las semillas	19
Factores que Impiden la Germinación	19
Factores Ambientales o Externos.....	19
Factores Internos	21
Calidad Fisiológica	24
Vigor de las semillas	25
Concepto de Germinación	28

Requerimientos de la Germinación.....	30
Latencia en semillas	31
Causas y clasificación de los tipos de dormición.....	36
Tipos de Latencia.....	38
Latencia por la Cubierta de las Semillas	38
Latencia Combinada Morfofisiológica	40
Tratamientos para eliminar Latencia	40
Estratificación.....	41
Escarificación.....	41
Mecánica.....	41
Con Agua Caliente	42
Con Ácido.....	42
Lixiviación	43
Combinación de Tratamientos.....	43
Hormonas y Otros Estimulantes Químicos	44
Cubiertas florales duras e Impermeables al Agua y al Oxígeno.....	44
La inmadurez del embrión.....	45
Presencia de Inhibidores de la Germinación	45
Control Hormonal	45
Ruptura de Latencia en Forrajes	46
Acido Sulfúrico Concentrado (H ₂ SO ₄)	46
Nitrato de Potasio (KNO ₃)	47
Acido Giberélico (GA ₃).....	48
Oxígeno (O ₂)	49
Temperaturas Alternas.....	49
Almacenamiento	51

MATERIALES Y MÉTODOS	53
Localización de la investigación	53
El material genético utilizado	53
Tratamientos evaluados	54
Variables Evaluadas en el Laboratorio e Invernadero.....	55
Variables de vigor para ambos ambientes	55
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	58
Capacidad de Germinación Laboratorio y Emergencia en Invernadero.....	59
Plántulas normales (PN %).....	59
Plántulas anormales (PA).....	61
Semillas Sin Germinar (SSG %).....	63
Germinación Estándar (GS).....	64
Variables de Vigor en Laboratorio e Invernadero.....	67
Primer conteo laboratorio e invernadero (P.C %).....	68
Longitud media de radícula de laboratorio e invernadero (LMR).....	70
Índice de velocidad de germinación (IVG) e índice de velocidad de emergencia (IVE).....	71
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	73
LITERATURA CITADA.....	75

INDICE DE CUADROS

Cuadro	Página
Cuadro 4. 1 Concentración de medias de los parámetros evaluados de capacidad de germinación para ambos ambientes, laboratorio e invernadero.....	58
Cuadro 4. 2 Concentración de medias de los parámetros evaluados de vigor en plántulas de cortadillo (<i>Nolina cespitifera</i> Trel), en ambas condiciones Laboratorio e Invernadero	67

INDICE DE FIGURAS

Figura	Página
Figura 4. 1 Comparación de medias de plántulas Normales de <i>Nolina cespitifera</i> Trel, bajo condiciones de laboratorio e Invernadero.	60
Figura 4. 2 Comparación de medias de plántulas Anormales de <i>Nolina cespitifera</i> Trel, bajo condiciones de laboratorio e Invernadero	62
Figura 4. 3 Comparación de medias de Semillas sin Germinar de <i>Nolina cespitifera</i> Trel, bajo condiciones de laboratorio e Invernadero.	63
Figura 4. 4 Comparación de medias de Semillas sin Germinar de <i>Nolina cespitifera</i> Trel, bajo condiciones de laboratorio e Invernadero.	65
Figura 4. 5 Comparación de medias de Primer conteo en semillas de Cortadillo (<i>Nolina cespitifera</i> Trel.) bajo condiciones de laboratorio e invernadero.	69
Figura 4. 6 Comparación de medias de Longitud Media de Plúmula en semillas de Cortadillo (<i>Nolina cespitifera</i> Trel.) bajo condiciones de Laboratorio e Invernadero.	70
Figura 4. 7 Comparación de medias de Longitud Media de Radícula en semillas de Cortadillo (<i>Nolina cespitifera</i> Trel.) bajo condiciones de Laboratorio e Invernadero.	71
Figura 4. 8 Comparación de medias de Índice de Velocidad de Germinación y Emergencia en semillas de Cortadillo (<i>Nolina cespitifera</i> Trel.) bajo condiciones de Laboratorio e Invernadero.	72

INTRODUCCIÓN

Las zonas áridas y semiáridas juegan un papel importante dentro del tema de los recursos naturales maderables y no maderables a nivel nacional, pues además de su gran número de endemismos, que llega al 60% de las especies, y su importante biodiversidad, que incluye más de 6,000 especies de plantas diferentes (Orozco *et al.*, 2002), ocupan gran parte del territorio nacional. Según Rzedowski (1978), 55, 810,305 ha conforman la vegetación de zonas áridas y semiáridas (formación primaria y vegetación secundaria), cerca del 46% del territorio nacional. Sin embargo, hablando de uso del suelo, sólo el 29.8% del total de la superficie nacional es vegetación natural de zonas áridas. Esto significa que una parte importante de las mismas es utilizada para agricultura y ganadería, lo cual implica un fuerte impacto ecológico en estos ecosistemas. Si a esto sumamos la industria, la construcción de carreteras, caminos y la contaminación en general, las zonas áridas se encuentran fuertemente amenazadas por la actividad del hombre.

Las condiciones climáticas y edáficas imperantes en las zonas semidesérticas del estado de Coahuila hacen que los cultivos sean de subsistencia y de bajo rendimiento, por lo que el aprovechamiento de los recursos forestales no maderables constituyen una alternativa para aumentar

los ingresos económicos de los habitantes que se dedican a la recolección de diversas especies vegetales, entre ellas el cortadillo (*Nolina cespitifera*. Trel).

El cortadillo, *Nolina cespitifera* Trel, es un recurso forestal no maderable de las zonas áridas y semiáridas del sur y centro del estado de Coahuila, sur de Nuevo León y norte de Zacatecas (García y Galván, 1995; Castillo y Sáenz, 1993). La recolección de este recurso constituye una opción productiva para los pobladores de la región y, en muchos casos, es la fuente principal de ingresos económicos. Del cortadillo se obtiene una fibra dura de alta resistencia que se utiliza como materia prima en la fabricación de escobas, cepillos, muebles rústicos y cartuchos de explosivos (Sáenz y Castillo, 1993).

En Coahuila, el cortadillo crece en la región centro y sureste; sin embargo, en esta última tiene gran importancia debido a su amplia distribución ya que representa una fuente de captación de recursos económicos para alrededor de 3,000 familias campesinas de 37 predios, ubicados en los municipios de Saltillo, General Cepeda y Parras de la Fuente (Castillo, 1995; Castillo y Sáenz, 1993; SEMARNAT, 2003).

Es importante considerar que la semilla de esta especie, posee problemas para emerger, es decir posee latencia debido a que presenta bajos porcentajes de germinación, por este fenómeno se encuentran poblaciones muy bajas, y por ende las plantaciones inducidas, con plantas previamente producidas bajo condiciones controladas

(Vivero y/o invernadero) para, esto juega un papel ponderante llevar a cabo estudios, para tratar de eliminar este problema fisiológico; para ello se han realizado investigaciones utilizando tratamientos pre-germinativos tales como mecánicos, físicos y químicos, que se aplican a una semilla con el objetivo de hacerlas germinar más rápida y en mayor cantidad.

Por las razones anteriormente mencionadas, se llevó a cabo el presente trabajo de investigación, cuyos objetivos y metas se presentan a continuación

Objetivo general

Evaluar diferentes tratamientos físicos, químicos y mecánicos para eliminar la latencia e incrementar la germinación de la semilla de cortadillo (*Nolina cespitifera* Trel).

Hipótesis

Al menos uno de los tratamientos físicos, químicos y mecánicos, será capaz de eliminar la latencia en semillas de cortadillo (*Nolina cespitifera* Trel).

REVISIÓN DE LITERATURA

Descripción de la planta del género *Nolina*.

El cortadillo es el nombre con el que comúnmente se conoce a la especie de *Nolina cespitifera* Trel. Pertenece a la familia *Agavácea* y se describe como una especie arbustiva perenne con hojas lineares flexibles, aglomeradas hacia el extremo de las ramas o troncos. Flores pequeñas blancas, dispuestas en panículas amplias con seis sépalos ovales redondeados, hojas de 6 a 10 milímetros de ancho y una altura de planta de aproximadamente 1.20 metros; su época de floración es de mayo a junio (García, 1999).

La inflorescencia es en panícula racimosa compuesta, al final de un escapo rodeado de brácteas deltoides atenuadas, que varía su longitud entre 60 a 90 centímetros y está conformado por un gran número de racimos, donde las flores se arreglan en grupos de dos a tres. Presenta un crecimiento determinado por la producción de una inflorescencia terminal (López, 1986).

Generalmente esta especie inicia su floración en los meses de marzo y abril, formando sus semillas en los meses de agosto y septiembre una vez que

alcance su madures fisiológica con un color amarillito a marrón se recomienda que se encuentra listo para colectarlo,

El fruto maduro es una cápsula subglobosa y seca, con tres lóbulos bien formados entre carpelos. La cápsula tiene una dehiscencia loculicidal o parietal que consiste en una apertura a lo largo de la costilla externa de cada lóculo. Los frutos, con la semilla en su interior, presentan un síndrome de dispersión anemócora. Los carpelos inflados le dan al fruto un carácter intermedio entre frutos con alas y frutos globosos, lo que permite su dispersión por viento. Sin embargo, la semilla puede caer al suelo por gravedad, cuando el fruto presenta dehiscencia pre-dispersión (Velázquez, 1980; López, 1986).

Distribución del género *Nolina* en México

La distribución es muy amplia en nuestro país, ya que se ha reportado poblaciones de esta planta desde el paralelo 16°00' N hasta el 32°43' N El estado de Baja California Norte y entre los meridianos 95°00' a 116°00' de longitud Oeste, en los Estados de Sonora, Chihuahua, Baja California Norte, Coahuila, Tamaulipas, Nayarit, San Luis Potosí, Zacatecas, Veracruz, Puebla, Oaxaca, Nuevo León y México (Romahn, 1992).

El cortadillo (*Nolina cespitifera* Trel) se desarrolla principalmente sobre los suelos superficiales, de textura migajón arcilloso y arcillo arenosa, principalmente en unidades de suelos Litosol y Rendzina y en menores

proporciones Castañozem, Feozem, Xerosoles y Luvisoles. Las poblaciones naturales de cortadillo están ubicadas dentro de los climas secos: Bw muy secos o desértico y Bs seco o estepario cuyas fórmulas climáticas son BwKw'' (e), BsoKw'' (e), BS1 Kw'' (e). La temperatura media anual donde se distribuye Esta especie varia de 12 a 22 centígrados y la precipitación promedio anual varía de 200 a 500 milímetros. Se localiza en diferentes tipos de vegetación con mayor o menor dominancia en cada uno de ellos, siendo característico del matorral desértico rosetófilo, izotal, en el área de transición entre el Izotal y el pastizal natural y bosque de pino (García, 1999).

Aguirre, (1974), reportan el género *Nolina* en tres tipos de pastizal, que son el mediano abierto, el mediano arbosufrutescente y el amacollado arbosufrutescente y también en el matorral micrófilo subinermes. Es decir, se le encuentra desde los pastizales de planicies y lomeríos suaves, hasta las laderas al pie de las sierras, pasando por las asociaciones de encino-enebro, hasta las de pino-encino.

García (1999) manifiesta que en el estado de Coahuila se ha detectado la planta de cortadillo al norte del estado en pequeña escala, en el municipio de Zaragoza, en el Bolsón de Cuatro Ciénagas así como en la Sierra de la Paila, en el municipio de Ramos Arizpe; y en la zona sureste se localiza en los municipios de Arteaga, Saltillo, General Cepeda y Parras de la Fuente; esta última es la región más importante por la magnitud de su producción, dado que la mayoría de las poblaciones naturales de cortadillo se encuentran ampliamente distribuidas en esta región con una superficie potencial de 10 mil

hectáreas y con una posibilidad anual de producción de 1,550 toneladas de fibra.

Método de aprovechamiento

El tiempo necesario para el aprovechamiento de una plantación de cortadillo, es de ocho años iniciada la reproducción de la planta requiere dos años de vivero y seis de campo para obtener las condiciones de aprovechamiento. La organización para la obtención de la palmilla en el campo se realiza a través del establecimiento de campamentos en las épocas de corta, en periodos de dos a tres meses; el corte se realiza con una hoz a una altura de 8 a 10 cm de la base de la planta y con ella se van formando bultos (tercios) de aproximadamente 30 kg Garcia (1999).

La selección del área de corta se realiza en base en la abundancia de la planta o en el antecedente de un área de corta anterior con esas características en un periodo de recuperación de 18 a 24 meses. Una vez realizada la corta y conformación de los tercios se inicia el arrime de estos, hasta la orilla de alguna de las brechas que existan en la zona, en donde se conforman un verdadero patio de carga longitudinal denominado “bancal”; de estos sitios de carga se transporta en camiones a las plantas procesadoras que reciben el nombre genérico de palmilleras. En las áreas palmilleras es posible encontrar existencias reales totales / ha de hoja que van desde 6 hasta 23 toneladas/ha y

no existe un periodo definido para la corta, pudiendo realizar esta durante todo el año (Romahn, 1992).

Romahn, (1992) menciona, que los tercios y/o atados, son depositados en patios de almacenamiento, en donde se procede al desatado de los tercios y a la clasificación de la palmilla en clases: de primera o de segunda, según la consistencia de ésta, guiándose por el color, de tal manera que la verde intenso se clasifica en la primera clase y la pardusca en la clase segunda; se separan y se forman tercios más pequeños, de 8 a 10 kg para facilitar el corte.

Una vez clasificada y enterciada, la palmilla se sujeta a un despunte y a un dimensionado, siendo las medidas convencionales de 40, 45 y 50 cm; las puntas se consideran desperdicio y constituyen un 40 % de la hoja recibida. El siguiente paso es el desfibrado, que se realiza en desfibradoras eléctricas de construcción rustica; que consta de un cilindro de madera o metal con clavos descabezados y un plano superior entre los cuales se introduce la palmilla para su operación.

Las fibras obtenidas en la desfibradora son trasladadas a un patio, en el cual existen tendederas de alambre a alturas aproximadas de 50 cm, sobre las cuales es extendida horizontal y uniformemente sobre 3 o 4 hilos para su secado al aire libre; se voltea y cambia de posición periódicamente para obtener una aireación y resultados uniformes; esta fase, en días soleados y vientos moderados dura de 14 a 48 horas.

Una vez seca la fibra, se pasa a la fase de embalaje; aquí mediante prensas manuales o automáticas, se forman pacas de 75 a 80 kg, las cuales se atan sin cobertura alguna con dos hilos de fleje para pacas, se etiquetan con el peso y la clase, y quedan listas para su comercialización. En casos especiales, como el de pódidos de palmilla para escobillones de barredoras mecánicas, ésta no se dimensiona ni se desfibra, sino que únicamente se despunta, se seca y se embala.

Producción y comercialización

Romahn, (1992) explica que el 90% de la producción de fibra de palmilla, básicamente se exporta a los Estados Unidos; el 2% a la república de Panamá y solo el 8% se demanda en el mercado interno, principalmente en el Estado de Baja California Norte, Sonora y Sinaloa. Los precios de venta a los consumidores son sumamente variables, con diferencias hasta del 100%, debido a la inestabilidad del mercado exterior y que la comercialización se realiza básicamente con Estados Unidos; un que se proveen nuevas perspectivas de mercado en Japón, Francia y otros países de Europa, que sin duda reflejaría incrementos en la producción y precios más justos en la venta de la fibra.

Y además refiere que la producción de la fibra de la palmilla debido a la inestabilidad del mercado, disponibilidad de mano de obra para el trabajo en el campo y al hecho de la no incorporación de áreas de corta al aprovechamiento,

no ha seguido una tendencia homogénea, de manera que en los años 1978, 79 y 80's fue de 2 200, 3 000 y 2 282 toneladas, respectivamente.

Aspectos socioeconómicos

La palmilla, al igual que otras especies de las que se obtienen productos forestales no maderables tiene posibilidades, en su aprovechamiento e industrialización, de generar empleos y beneficios económicos al amplio estrato de la población marginada de nuestro país, y constituir una actividad económica complementaria, que permita la obtención de mejores condiciones de vida (Romahn,1992).

Usos

La palmilla se aprovecha en México desde hace más de veinte años; se utiliza básicamente en la obtención de fibras para la fabricación de escobetillas, escobas y escobillones de barredoras mecánicas, aunque es una especie que también tiene potencialidad para la obtención de celulosa en la fabricación de papel, plásticos y fibras sintéticas así como en la obtención de sapogeninas esferoidales de su semilla (Romahn, 1992).

La fibra también es usada para la fabricación de cestos, sombreros, abanicos, mecate, cordelería y artesanías (Arredondo, 1981).

Descripción de la Semilla del genero *Nolina*.

La semilla mide de 3-4 mm de longitud, tiene forma elipsoide y está cubierta por una testa papírica algo rígida y probablemente impermeable (López, 1986). El embrión tiene forma cilíndrica, de 2 mm de largo por 0.4 mm de diámetro. Después de la germinación comienza a elongarse en un haustorio junto con una vaina cotiledonárea. La elongación llega hasta unos 10 mm de longitud y es en forma de arco; en el codo del arco, cerca del ápice, emerge la primera hoja. En ocasiones el arco del haustorio se endereza y provoca que la semilla se eleve del suelo (Velázquez, 1980; López, 1986). Según Trelease (1911), el crecimiento inicial es a expensas del protoplasma granular, de aceites y de reservas de celulosa del endospermo.

La semilla se origina del óvulo fertilizado y al llegar a la madurez se distinguen en la cubierta seminal, la cual se forma a partir de uno de los dos tegumentos que rodean al óvulo; el perispermo, tejido diploide procedente de la nucela

que se presenta en diversas cantidades en las semillas de algunas especies; el endospermo, tejido generalmente triploide que resulta de la fusión de uno de los núcleos espermáticos con los núcleos polares, mismo que se presenta en diversas cantidades en las semillas de algunas especies; y el embrión, que se origina de la fertilización de la oosfera por uno de los núcleos espermáticos, desarrollando una planta después que la semilla ha germinado (Niembro, 1998).

Asimismo, la semilla es un óvulo madurado que contiene un embrión. Es una forma de supervivencia de sus especies, para que la vida embrionaria renueve su desarrollo aún años después de que sus progenitores han muerto (Boswell, 1986).

La principal característica fisiológica de esta semilla es que es ortodoxa y estas poseen una gran tolerancia a la pérdida de humedad (Bewley y Black, 1994). La fase final de la maduración está acompañada por deshidratación celular, la cual se inicia con la pérdida de agua, del suministro vascular de la planta madre a la semilla, como resultado de la separación de funículos entre 40 y 50 días después de la polinización.

Estos mismos autores comentan, que las semillas de nolina, adquieren tolerancia a la deshidratación, característica que prolonga su viabilidad y el potencial de almacenamiento.

Las semillas de *Nolina*

Castillo, (1994). Manifiestan que para tener una mejor calidad en semillas de *Nolina cespitifera* Trel, se recomienda cosecharla cuando haya alcanzado el punto de madurez óptimo de colecta para esto se toma en cuenta la coloración de la semilla color marrón y que al golpear suavemente las semillas se

desprenden y caen al suelo, dado que la calidad de semillas se podría decir que es un conjunto de cualidades deseables que debe poseer, que le permitan un buen establecimiento en campo con plantas vigorosas, sanas y representativas de la variedad en referencia. La calidad en semillas comprende algunos atributos como son la germinación, el vigor, la sanidad y la pureza física y varietal. Para una mejor comprensión, la calidad en semillas puede entenderse como la integración de cuatro componentes: genético, físico, fisiológico y el fitosanitario.

Por su parte Douglas (1982), afirma que la calidad de la semilla es importante, ya que es esencial para la supervivencia de la humanidad y en ella se resguarda el más alto potencial genético que los científicos pudieran llegar a desarrollar. La semilla no solamente es algo que los agricultores siembran, sino que es también la portadora del potencial genético que permite obtener una mayor producción.

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, 1998).

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.

Muchas de las estructuras que son llamadas semillas, son en realidad frutos. Pueden permanecer viables durante varios días, desde 1 hasta 20 años, dependiendo de la especie. Los procesos vitales continúan en tanto la semilla aguarda las condiciones favorables para germinar y producir una planta (Boswell, 1986).

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

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 epispermo.

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 (Broswell, 1986).

Tipos de semillas

Las semillas difieren en la tolerancia a la desecación luego de su diseminación. Según este parámetro, las semillas se pueden clasificar en ortodoxas, intermedias y recalcitrantes; al respecto, las semillas ortodoxas toleran una deshidratación hasta del 5% en el contenido de humedad; por su parte, las semillas que toleran la deshidratación entre 10% y 12,5% de contenido de humedad se consideran intermedias y las que toleran la deshidratación entre 15% y 50% de humedad se denominan recalcitrantes (Farrant *et al.*, 1993; Gentil, 2001).

La principal característica fisiológica de las semillas ortodoxas es su gran tolerancia a la pérdida de humedad (Bewley y Black, 1994). En éstas, la fase final de maduración está acompañada por deshidratación celular, la cual se inicia con la pérdida de agua, del suministro vascular de la planta madre a la semilla, como resultado de la separación de funículos entre 40 y 50 días después de la polinización (Bewley y Black, 1994). En este período las semillas adquieren la tolerancia para la deshidratación, característica que prolonga su viabilidad y el potencial de almacenamiento

Por su parte, las semillas recalcitrantes no experimentan deshidratación en la planta madre y, sin detener su desarrollo, pasan directamente a la germinación (Farrant, *et al.*, 1993), aun cuando ocurren algunos casos de latencia (Berjak y Pammenter, 2004).

Al contrario de las semillas ortodoxas, las recalcitrantes se diseminan en una condición húmeda y metabólicamente activa (Leprince, *et al.*, 1993; Kainer, *et al.*, 1999), perdiendo rápidamente su capacidad de germinación, al quedar expuestas a condiciones de baja humedad

Al respecto (Floriano, 2004). Mencionan que muchas semillas recalcitrantes, de origen tropical, son sensibles al frío y no pueden ser almacenadas a temperaturas inferiores a 15°C. La sensibilidad a la deshidratación y a temperaturas bajas prolongadas implica limitaciones graves para el almacenamiento comercial a largo plazo de dichos materiales (Floriano, 2004); el tiempo de almacenamiento es corto, con variaciones en su duración de días (Farnsworth, 2000) o meses.

Una tercera categoría, desde la óptica de almacenamiento de las semillas, intermedia entre las ortodoxas y recalcitrantes fue reconocida por Ellis *et al.* (1990), ésta se ha denominado “semillas intermedias”, las cuales pueden ser almacenadas, con contenidos de humedad de alrededor del 12%, cifra que varía entre especies, a temperaturas entre 12 y 21°C, con fluctuaciones

considerables entre especies, el grado de madurez, el método de extracción de la semilla y su manejo.

Madurez fisiológica de las semillas

La madurez fisiológica (MF) es el momento, del desarrollo de la semilla, en el cual, ésta, alcanza su máximo peso seco, lo que concuerda, en algunos casos, con el fin del periodo de llenado y con la obtención de germinación y vigor máximos; momento, a partir del cual comienza el deterioro de las unidades de propagación (Ellis, 1990).

En algunas especies se ha observado coincidencia entre el peso seco máximo de semilla con la viabilidad y el vigor superiores (Ellis, 1990).

Factores que Impiden la Germinación

Devlin (1982) ha hecho referencia acerca de los principales mecanismos o factores internos y externos que logran impedir la germinación en las semillas, mencionándose a continuación los siguientes:

Factores Ambientales o Externos

Luz: Las exigencias específicas, hacen que la germinación tienda a variar, ya que algunas requieren de mayor o menor cantidad para germinar, de lo contrario actuaría como inhibidora; además existe una relación con la respuesta del fotoperiodo en las alternancias de períodos de luz y oscuridad en los días largos y cortos; en este último se induce el letargo en especies leñosas; en ambos el fotoperiodo se percibe en las hojas, pero en las yemas y el ápice se inicia la respuesta de una germinación positiva o negativa. De esta manera el efecto de la imbibición, el efecto de inversión y el factor tiempo son muy considerados en las respuestas de las semillas en la luz roja.

Temperatura: En cuanto a este requerimiento específico, se ha descrito que tiene mucha importancia en la prolongación o interrupción del reposo; donde algunas requieren de un tiempo de pre-enfriamiento en ambiente húmedo antes de ser llevada a un lugar especial para que germinen. Las exigencias de frío varían con la edad de las semillas; esto sustituye a la necesidad de la luz roja especialmente en semillas de lechuga.

Humedad: Es uno de los primeros pasos y el más importante para que la semilla absorba el agua, rehidrate sus tejidos y se active para recuperar su metabolismo, dando comienzo a la germinación. El agua al entrar al interior de la semilla, genera una diferencia de potencial hídrico entre la semilla y el medio que le rodea, y cuando la radícula emerge, es porque el agua llegó al embrión a través de las paredes celulares de la cubierta seminal; pero un exceso de la

misma actuaría desfavorablemente para la germinación, ya que dificulta la llegada de oxígeno al embrión.

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, e impide el crecimiento del embrión inmaduro. En la negación del paso del 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 se deba 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,

Ovobancáceas, 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. Este fenómeno de igual forma puede deberse a la baja concentración del etileno.

García y Celestino (1999) mencionan que las cubiertas seminales en algunas semillas, imponen una dormición, en la que interfiere con la captación del agua, y las capas de tejidos que rodean al embrión limitan el intercambio gaseoso de este con el exterior; así como la presencia de alguna capa mucilaginosa, lo que dificulta la entrada del oxígeno; la presencia de inhibidores internos o externos en la cubierta como el ácido abscísico y la restricción mecánica a la expansión de la radícula; que en conjunto impiden la germinación, pero que con la escarificación en la testa, permitirá la emergencia de esta forma se rompe la mencionada dormición o latencia de las semillas.

Por ello, para incrementar la producción, es esencial contar con semilla de calidad, con todos los atributos físicos, biológicos, sanitarios y genéticos (Basra, 1995) que aseguren un rápido y uniforme establecimiento del cultivo y que permitan desarrollar el máximo potencial de rendimiento en diversas condiciones de campo (Dornbos, 1989).

Hampton (1995), aludió que a medida que declina la calidad de un lote de semillas, merma el porcentaje de plántulas normales y se incrementa el número de plántulas anormales y/o de semillas muertas.

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, desaparición de dormancia y composición química; resumiendo estas características se han agrupado en 4 componentes son el 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).

Calidad Fisiológica

Moreno (1996) considera a la calidad fisiológica como un valor comercial de la semilla, ya que es el principal atributo para evaluar calidad, que consiste en la capacidad de la semilla para germinar y producir una planta normal.

La calidad fisiológica implica la integridad de las estructuras y procesos fisiológicos que permiten a la semilla mantener altos índices de viabilidad. Los principales indicadores de la calidad fisiológica son la germinación y el vigor, que dependen del genotipo y del cuidado de su desarrollo en la producción y del manejo de poscosecha, además, la calidad de la semilla depende del clima en que se desarrollo el cultivo (Delouche, 1980).

Por otra parte, la expresión de la calidad fisiológica de las semillas de diversas especies depende fundamentalmente de su tamaño. Se ha observado que el desarrollo inicial está regido por la cantidad de reservas, tamaño del embrión, cantidad de proteína y eficiencia de los sistemas enzimáticos que le confieren mayor velocidad de crecimiento (Chan y Moreno, 1992).

Delouche (1986) menciona que además de los factores fisiológicos, patológicos y ambientales, los factores genéticos determinan la calidad fisiológica de la semilla, su capacidad para germinar, emerger rápidamente y producir plantas 12 vigorosas uniformes bajo condiciones de campo durante el desarrollo del cultivo.

Vigor de las semillas

La International Seed Testing Association,(ISTA 1999) menciona que vigor de la semilla es la suma de las propiedades que determinan el nivel de actividad y capacidad de la semilla durante la germinación y emergencia de la plántula.

Abascal, (1984) estipula que las semillas de buen comportamiento se denominan de alto vigor y las de pobre comportamiento de bajo vigor. La definición lleva implícitos aspectos particulares del comportamiento que han sido considerados variaciones evidentes asociadas con el vigor, como son los procesos bioquímicos y reacciones en el transcurso de la germinación, tales como la actividad respiratoria y reacciones enzimáticas, la velocidad y uniformidad de la germinación de la semilla y crecimiento de la plántula, la velocidad y uniformidad de la emergencia de la plántula y crecimiento en el campo, y la capacidad de emergencia de las semillas bajo condiciones desfavorables.

Este mismo autor apunta, que no obstante, pueden ocurrir variaciones en el vigor por factores como: la constitución genética, las condiciones ambientales y nutrición de la planta madre, el estado de madurez en la cosecha, el tamaño, peso y densidad de la semilla, así como su condición física e integridad mecánica, el grado de deterioro o envejecimiento y la presencia de patógenos.

Por su parte Heydecker (1972), informa que el vigor de semilla puede expresarse de cuatro maneras: (a) sobrevivencia intacta cuando culmina una condición de quiescencia: la semilla vigorosa mantiene esta característica; (b) sobrevivencia cuando es sembrada en campo: la semilla vigorosa resiste o supera las condiciones adversas imperantes; (c) capacidad para establecer plantas: la semilla vigorosa posee cantidad suficiente de reservas adecuadas y las utiliza durante las fases de crecimiento heterótrofo y de transición, y capacidad de crecimiento: la semilla vigorosa origina una planta que crece vigorosamente durante la fase de crecimiento autótrofo.

El deterioro se refiere al complejo de cambios que ocurren con el transcurrir del tiempo, que causan perjuicios a los sistemas y funciones vitales y disminuyen la capacidad de desempeño de la semilla. El deterioro de semillas incluye cualquier transformación degenerativa irreversible, después de que la semilla ha alcanzado su máximo nivel de calidad (máximo contenido de materia seca).

Delouche (1976) manifiesta que el deterioro de las semillas es inexorable, irreversible y mínimo en la madurez; su progreso es variable entre las especies, entre lotes de semilla de una misma especie y entre semillas del mismo lote, así mismo las transformaciones degenerativas en la semilla son de origen bioquímico, fisiológico y físico, y ocurren en la siguiente secuencia:

- Degeneración de las membranas celulares y posterior pérdida del control de la permeabilidad celular.

- Daños en los mecanismos de producción energética y de biosíntesis.

- Reducción de la actividad respiratoria y de biosíntesis.

- Germinación más lenta.

- Reducción del potencial de almacenamiento.

- un lento crecimiento y desarrollo de la planta.

- Menor uniformidad en el crecimiento y desarrollo de las plantas.

- Mayor susceptibilidad a factores ambientales adversos.

- Reducción del potencial para el establecimiento de una población de plantas.

- Mayor porcentaje de plántulas anormales.

- Pérdida del poder germinativo (Popinigis, 1977).

Perry (1981) menciona que la prueba de germinación estándar, permite evaluar la calidad fisiológica de la semilla. La prueba de germinación es el procedimiento más ampliamente usado y aceptado como indicador de la calidad de un lote de semillas. Sin embargo, debido a que esta prueba se realiza bajo condiciones óptimas para cada especie, en la práctica, la prueba de

germinación ha mostrado sobreestimar el comportamiento de las semillas y, además, resulta deficiente para discriminar lotes de semilla en relación con la rapidez y uniformidad de germinación (Copeland y McDonald, 2001).

Concepto de Germinación

Valdez, (2005) menciona que la germinación es el proceso mediante el cual una semilla se desarrolla hasta convertirse en una nueva planta. Se lleva a cabo cuando el embrión se hincha y la cubierta de la semilla se rompe. Para lograr esto, toda nueva planta requiere de elementos básicos para su desarrollo: temperatura, agua, oxígeno y sales minerales. En un sentido más general, la germinación puede implicar todo lo que se expande en un ser más grande a partir de una existencia pequeña o germen. La germinación es un mecanismo de la reproducción sexual de las plantas.

El mismo autor refiere que la germinación es el proceso por el que se reanuda el crecimiento embrionario después de la fase de descanso. Este fenómeno no se desencadena hasta que la semilla no ha sido transportada hasta un medio favorable por alguno de los agentes de dispersión. Las condiciones determinantes del medio son: aporte suficiente de agua, oxígeno, y temperatura apropiada. Cada especie prefiere para germinar una temperatura determinada; en general, las condiciones extremas de frío o calor no favorecen la germinación. Algunas semillas necesitan pasar por un período de dormancia

y, luego un tiempo determinado de exposición a la luz para iniciar la germinación.

Además asegura, que durante la germinación, el agua se difunde a través de las envolturas de la semilla y llega hasta el embrión, que durante la fase de descanso se ha secado casi por completo. El agua hace que la semilla se hinche, a veces hasta el extremo de rasgar la envoltura externa. Diversas enzimas descomponen los nutrientes almacenados en el endospermo o en los cotiledones en sustancias más sencillas que son transportadas por el interior del embrión hacia los centros de crecimiento. El oxígeno absorbido permite a la semilla extraer la energía contenida en estos azúcares de reserva, y así poder iniciar el crecimiento.

La radícula es el primer elemento embrionario en brotar a través de la envoltura de la semilla, forma pelos radicales que absorben agua y sujetan el embrión al suelo. A continuación empieza a alargarse el hipocótilo, que empuja la plúmula, y en muchos casos el cotiledón o los cotiledones hacia la superficie del suelo.

Los cotiledones que salen a la luz forman la clorofila y llevan a cabo la fotosíntesis hasta que se desarrollan las hojas verdaderas a partir de la plúmula. En algunas especies, sobre todo de gramíneas, los cotiledones no alcanzan nunca la superficie del suelo, y la fotosíntesis no comienza hasta que no se desarrollan las hojas verdaderas; mientras tanto, la planta subsiste a costa de las reservas nutritivas almacenadas en la semilla, desde que comienza

la germinación hasta que la planta logra la completa independencia de los nutrientes almacenados en la semilla, la planta recibe el nombre de plántula.

Requerimientos de la Germinación

Valdez, *et al* (2005) indican que para que la germinación pueda producirse son necesarios algunos factores externos, tales como sustrato húmedo, suficiente disponibilidad de oxígeno que permita la respiración aerobia, y una temperatura adecuada para los distintos procesos metabólicos. Además, la latencia de germinación puede requerir determinados estímulos ambientales como la luz o bajas temperaturas, o que se produzca un debilitamiento de las cubiertas seminales.

Estos mismos autores, comentan que la mayoría de las semillas entran en un periodo de latencia (o inactividad metabólica) después de su completa maduración. Periodo en el cual, la semilla pierde la mayor parte de la humedad que tenía:, y precisamente esta sequedad (deshidratación) el factor principal que garantiza la viabilidad de la semilla y su capacidad para poner fin a la inactividad, crecer y convertirse en una nueva planta. Este periodo de latencia varía de especie a especie; algunas semillas mueren rápidamente si se secan demasiado, pero existen semillas de mucha antigüedad, que han germinado después de muchos cientos de años.

ISTA, (1999) afirma que el proceso germinativo incluye: hidratación de proteínas, cambios estructurales subcelulares (reparación de membranas, de

ADN), respiración, síntesis de macromoléculas y elongación celular; lo que conduce a la conversión de un embrión deshidratado, con un metabolismo casi nulo, a uno con metabolismo activo y vigoroso. Los mismos autores manifestaron que desde la óptica bioquímica, la germinación involucra la realización de la serie de procesos moleculares, que anteceden la ocurrencia de la primera ronda de división celular, la cual es esencial para el crecimiento y emergencia de la plántula.

Latencia en semillas

En español se han usado las palabras Normandía, dormición, latencia, letargo, reposo y vida latente para referirse a la ausencia o inhibición del crecimiento vegetal y en particular de la germinación.

Algunos autores emplean el término dormancia para referirse a la falta de germinación debida a un medio desfavorable o a mecanismos inhibidores residentes en la semilla mientras que otros autores nada más la usan para la última causa y utilizan la palabra quiescencia para referirse a la falta de germinación debida a un medio desfavorable.

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 a 30 °C.; por lo tanto quiescencia se

entiende como la inhibición por no tener las condiciones ambientales adecuadas para la germinación (Arnold, 1996).

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.

Por último se puede afirmar que existe latencia en poblaciones de semillas cuya germinación tenga una o más de las siguientes características:

a) Incompleta, ya que parte de la población permanece firme mucho tiempo o sea se embebe pero no germinar ni se pudre o bien permanece es decir ni siquiera se embebe.

b) Lenta, debido a que las semillas (individualmente o en conjunto) tardan en completar su germinación.

c) Extremadamente sensible al medio, ya que para establecerse requiere de determinadas condiciones de iluminación, temperatura o composición de la atmósfera, entre otros factores.

Para que se realice la germinación en las semillas con latencia o durmientes, 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.

1.- Con frecuencia son señales de que el lugar y el momento resultan adecuados para la germinación y el desarrollo de las plántulas durante un

periodo suficientemente largo como para que se realice el establecimiento o la reproducción.

2.- Permiten a las plantas disponer de un banco permanente de semillas viables en el suelo, dispuestas a germinar tan pronto como el ambiente sea propicio, con lo que se vuelve a poblar áreas cuya vegetación ha sido alternada.

3. La germinación de dichos bancos se lleva a cabo en varios años o estaciones de crecimiento, ya que puede no haber las condiciones que favorezcan el crecimiento.

4. Incrementan las posibilidades de dispersión de aquellas semillas alejadas de la planta que las produjo. La latencia preserva la viabilidad de las semillas porque impide que la germinación se haga en forma indiscriminada, y permite que las mismas plantas la programen. Para entender lo antes expuesto hay que considerar algunas estrategias germinativas, a saber:

a) Cuando el medio es muy desfavorable para el crecimiento, la germinación sólo se realiza si existe una alta probabilidad de que las plantas producidas lleguen a la madurez reproductiva. Como ejemplo se tiene a las semillas de algunas plantas del desierto que no germinan si la cantidad de agua aportada al suelo es insuficiente para asegurar la producción de nuevas semillas

b) En ocasiones se pospone la germinación del término de una estación de crecimiento, al principio de la siguiente, con el fin de evitar un periodo en el que se presenten condiciones meteorológicas desfavorables para el crecimiento. Un ejemplo de esto son las plantas que habitan en lugares que sufren de inviernos, fríos y cuyas semillas deben permanecer embebidas varios meses a bajas

temperaturas para germinar, por lo que las plántulas no emergen antes que haya pasado el peligro de que mueran por heladas.

c) En caso de que las condiciones del microhábitat, indiquen que las plántulas no podrán sobrevivir, se debe contar con mecanismos fisiológicos que retrasen la germinación hasta que haya mejores condiciones.

Las semillas que requieren luz manejan esta estrategia; si se encuentran enterradas, al punto de que los tallos no alcancen a salir del suelo, la germinación deberá posponerse hasta que algún suceso coloque las semillas cerca de la superficie

d) El polimorfismo germinativo, es decir, que las exigencias para eliminar los mecanismos inhibidores de las semillas de un mismo lote sean variables y permitan que sólo una parte de las semillas de la población, germine bajo condiciones ambientales particulares.

Algunas especies como *Isanthus brachiatus* produce lotes de semillas en los que una fracción de ellos requiere para germinar de un solo periodo de enfriamiento en húmedo para germinar, mientras que el resto requiere de dos y hasta tres periodos.

Estas exigencias permiten la supervivencia de la especie, pues es frecuente que en su hábitat las heladas de primavera maten a todas las plantas emergidas e) Que la germinación se realice rápida y completamente en un amplio intervalo de condiciones ambientales; éste es el patrón germinativo de las semillas quiescentes entre las que se encuentran muchas de las cultivadas en las que los cuidados del hombre sustituyen los mecanismos naturales que aseguran su supervivencia.

Hay casos en que el establecimiento de semillas durmientes en un cultivo es mejor que cuando se elimina el bloqueo a la germinación; por ejemplo, las siembras de temporal con semillas tratadas de *Stiloshantes spp* están expuestas a perderse por completo debido a que éstas germinan en su totalidad con las lluvias esporádicas que se presentan antes del establecimiento del temporal en Australia, por que las plántulas quedan expuestas a sequías bastante largas como para perderse en cambio, cuando hay semillas durmientes, la germinación se lleva a cabo en varias etapas, que permite que al menos una parte de las plántulas producidas disponga de varios meses de condiciones favorables al crecimiento

No obstante, las semillas durmientes no permiten aprovechar al máximo la capacidad germinativa de los lotes, y dificultan las labores de cultivo debido a la lenta e incompleta germinación además, frecuentemente requieren de tratamientos caros, largos, peligrosos o complejos para que germinen.

La latencia permite a las malezas acumular enormes poblaciones de semillas en los suelos agrícolas, parte de las cuales, debido a las labores de cultivo, están en condiciones de germinar, y la otra parte permanecen como durmiente. Esto, aunado al transporte de semillas efectuadas por el viento, los animales y el propio hombre, hace imposible el exterminio de estas plantas

Causas y clasificación de los tipos de dormición

El criterio con el que se clasificaron los tipos de latencia en las semillas fue que tuvieran el mismo mecanismo inhibitor y las mismas exigencias para germinar. Para esto, se requirió conocer tanto las causas y teorías de la latencia, como el efecto de condiciones ambientales y tratamientos en la germinación de semillas latentes.

- a) Impermeabilidad al agua.
- b) Baja permeabilidad a los gases.

- c) Resistencia mecánica al crecimiento del embrión.
- d) Permeabilidad selectiva a los reguladores del crecimiento.
- e) Bloqueos metabólicos.
- t) Presencia de inhibidores.
- g) Embriones rudimentarios.
- h) Adquisición de mecanismos inhibidores.

La latencia es originada generalmente por cubiertas de la semilla duras o impermeables al agua u oxígeno, inmadurez del embrión y presencia de inhibidores que controlan la germinación.

Por su parte, Patiño *et al.* (1983) y Willan (1991) mencionan que una parte importante de las especies que poseen algún tipo de impedimento para que germinen las semillas puede deberse a dos causas:

1.-El medio no es favorable para el crecimiento vegetativo a causa de una escasa disponibilidad de humedad, aireación o temperatura inadecuada. A este tipo de inhibición se le llama quiescencia.

2.-Las condiciones del medio son adecuadas, pero la semilla tiene una combinación fisiológica tal que impide su crecimiento. Este tipo de inhibición se denomina latencia, dormancia o letargo.

Hartmann y Kester (1988) y Willan (1991), mencionan que en la naturaleza, el efecto de esos controles es preservar las semillas y regular la germinación de manera que coincida con los períodos del año en que las condiciones naturales son favorables para la supervivencia de las plántulas, en consecuencia, los mecanismos de control de la germinación existen como una adaptación para la supervivencia natural de las especies.

Los mecanismos de latencia son importantes para las plantas que crecen en donde ocurren condiciones ambientales extremas, como en los desiertos o en las regiones frías, en donde las condiciones ambientales después de la diseminación de las semillas, pueden no ser favorables para la germinación inmediata.

Patiño *et al.* (1983) y Willan (1991), afirman que para terminar con la latencia, algunas semillas necesitan estar húmedas y a bajas temperaturas por un período de varios meses, esta condición se podría cumplir en lugares donde cae nieve en invierno, mientras que en zonas áridas, ciertas especies de semillas sólo germinan si se presenta una lluvia lo suficientemente abundante para asegurar el establecimiento de las plántulas.

Otras especies requieren de iluminación para germinar, evitando así que el proceso se desarrolle cuando las semillas están enterradas profundamente o son muy sombreadas por otras plantas.

La latencia de las semillas termina cuando existe algún estímulo ambiental que anuncie que las condiciones son favorables para el desarrollo de la planta.

Tipos de Latencia

Latencia por la Cubierta de las Semillas

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, aún con temperaturas elevadas.

Latencia Mecánica. En esta categoría, las cubiertas de las semillas son demasiadas duras para permitir que el embrión se expanda durante la germinación. Probablemente éste factor no es la única causa de latencia, ya que 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.

Latencia Morfológica Se presentan en aquellas familias de plantas, cuyas semillas no se ha desarrollado por completo en la época de maduración. Como regla general, el establecimiento del embrión es favorecido por temperaturas cálidas, pero la respuesta puede ser complicada por la presencia de otros mecanismos de letargo. Dentro de ésta categoría hay dos grupos:

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 que se vuelven activos con altas temperaturas.

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

Latencia Interna. En muchas especies, la latencia es controlada internamente por los tejidos del embrión y están implicados en la semipermeabilidad de las cubiertas de las semillas, y en un letargo presente en el embrión, el cual se supera con la exposición al enfriamiento en húmedo.

Fisiológica. Corresponde aquella en que la germinación es impedida por un mecanismo fisiológico inhibidor.

Interno Intermedio. Esta latencia es inducida principalmente por las cubiertas de las semillas y los tejidos de almacenamiento circundante, característico de las coníferas.

Del Embrión. Se caracteriza principalmente por la incapacidad del embrión separado y no puede germinar con normalidad, el cual necesita un período de enfriamiento en húmedo para la germinación.

Latencia Combinada Morfofisiológica

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

Latencia Combinada Exógena – Endógena

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

Tratamientos para eliminar Latencia

Patiño *et al.* (1983); Hartmann y Kester (1988), proponen que existen algunos tratamientos para eliminar la latencia, los cuales son:

Estratificación

Consiste en colocar las semillas embebidas de agua, en capas o estratos húmedos, usando como sustrato arena. El período de estratificación varía según la especie. Se utiliza para superar latencias provenientes del embrión.

Existen varias formas para llevar a cabo la estratificación, siendo estas en forma cálida y fría. La cálida se realiza a temperaturas altas (22 a 30 °C), mientras que la fría se realiza a temperaturas bajas (0 a 10 °C).

En invernadero, también se puede estratificar empleando el mismo suelo o algún otro sustrato húmedo. La estratificación fría se realiza en invierno y la cálida en verano.

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 semillas con lijas, limas o quebrarlas; si es a gran escala se utilizan maquinas especiales como tambores giratorios recubiertos en su interior con papel lija, o combinados con arena gruesa o grava.

Con Agua Caliente. Se colocan las semillas en un recipiente en una proporción de cuatro a cinco veces su volumen de agua caliente a temperatura entre 70 y 100 °C. De inmediato se retira del fuego y las semillas se dejan remojar durante 12 a 24 horas en el agua que se va enfriando gradualmente.

Las semillas se deben sembrar inmediatamente después del tratamiento. Phipps (1973) afirma que en semillas de leguminosas forrajeras de los géneros *Leucaena*, *Clitoria* *Atriplex prosopis* entre otras, han obtenido incrementos en germinación de 30 a 60 por ciento, al sumergir estas en agua hirviendo por determinado tiempo.

Con Ácido. Las semillas secas se colocan en recipientes no metálicos y se cubren con ácido sulfúrico concentrado en proporción de una parte de semilla por dos de ácido. Durante el período del tratamiento, las semillas deben agitarse regularmente con el fin de obtener resultados uniformes. Después del tiempo de tratamiento se escurre el ácido y las semillas se lavan con abundante agua para quitarles residuos del ácido.

Lixiviación

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

Combinación de Tratamientos

Se utiliza en semillas de especies que tienen más de un tipo de latencia. Como se aprecia en el tipo de latencia que presentan las semillas de algunas especies de gramíneas forrajeras, esta, podría ser originada por una combinación de factores: un embrión inmaduro, una cubierta dura y la presencia de inhibidores químicos solubles en agua.

Al almacenar la semilla se le da oportunidad al embrión de alcanzar las condiciones fisiológicas adecuadas para iniciar el proceso de germinación, mientras que al tratar las semillas con ácido sulfúrico y con agua en ebullición se elimina la cubierta dura; la imbibición de las semillas en agua, originaría el lavado de las sustancias químicas inhibidoras de la germinación, permitiendo estos procedimientos el intercambio de agua y aire; y en consecuencia el inicio del proceso de germinación (Phirke, *et al* 1995).

Hormonas y Otros Estimulantes Químicos

Existen compuestos que sirven para estimular la germinación, entre los más usados están: el nitrato de potasio, etileno, ácido gibérelico (GA₃), citoquininas, entre otros; estas sustancias se emplean en diferentes concentraciones y tiempos de remojo, dependiendo de la especie de que se trate (Adams, 1961).

Cubiertas florales duras e Impermeables al Agua y al Oxígeno

González y Camacho (1994) mencionan que 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*, *Panicum*, *Cenchrus*

La inmadurez del embrión

(Hopkinson *et al.*, 1996) menciona que se presenta en la mayoría de las gramíneas forrajeras, al no haber completado la semilla dicha madurez al momento de la cosecha, a causa de la desuniformidad en la etapa de floración. La especie *C. ciliaris* es un ejemplo típico.

La presencia de embriones inmaduros es una de las principales causas de la baja calidad y germinación de los lotes de semillas de gramíneas tropicales.

Las semillas inmaduras aunque se incluyan en la fracción pura en el análisis de pureza, tienen un potencial de germinación más bajo, menor longevidad y menor capacidad de emergencia en el campo.

Presencia de Inhibidores de la Germinación

Cordero y Oliveros (1983) dicen que los inhibidores más comunes son compuestos orgánicos aromáticos, ácidos grasos o iones metálicos. Muy común en semillas de *Andropogon gayanus* y *Panicum maximum*.

Control Hormonal

Zulay (1996) señala que a medida que se incrementa la germinación, el contenido del ácido gibérellico, citocininas y otras sustancias que estimulan el

crecimiento se van biosintetizando a nivel de la semilla, mientras que sustancias inhibitoras letales como el ácido abscísico y derivados de fenoles disminuyen su presencia. Esta causa de latencia ha sido señalada en semillas de *B. dictyoneura* y *B. Brizantha*.

Ruptura de Latencia en Forrajes

Las semillas forrajeras pueden presentar uno o varios tipos de latencia en forma combinada, que conllevan a emplear varios tratamientos en secuencia. Por tal motivo se han desarrollado diferentes métodos: químicos (H_2SO_4 , KN_3 , hormonas), físicos (temperatura, oxígeno, imbibición) y mecánicos.

Acido Sulfúrico Concentrado (H_2SO_4)

Zulay (1996) reporta que es el método químico más utilizado en semillas de especies forrajeras tropicales, porque disuelve, agrieta y debilita las cubiertas florales, lo cual permite la entrada de agua e intercambio de gases, facilita la expansión del embrión y la salida de la radícula.

En semillas de leguminosas de los géneros: *Medicago*, *Calopogonium*, *Centrosema*, *Leucaena*, *Macroptilium*, *Neonotonía* y *Stylosanthes*, se han obtenido altos porcentajes de germinación (80 - 90 por ciento) cuando la semilla se trata durante cierto tiempo (10 - 15 min.) con ácido sulfúrico concentrado.

Así mismo, Castiblanco y Mendoza (1985) mencionan que gramíneas forrajeras como *B. decumbens*, *B. humidicola*, *B. ruziziensis* y *B. brizantha*, han sido sometidas a estos tratamientos, lográndose resultados altamente satisfactorios. En semillas de *B. humidicola* y *B. dictyoneura* se redujo acortar el período de latencia sometiendo la semilla a escarificación ácida durante 11 y 20 minutos respectivamente, incrementando su germinación en 20 por ciento.

Fariñas *et al.* (1997) trabajando con semilla de *Centrosema* encontraron altos porcentajes de germinación con escarificación química de ácido sulfúrico al 95 por ciento de concentración durante 10 minutos y a menor escala encontraron que las semillas muertas y plántulas anormales ocurrieron en muy baja proporción, indicando que a pesar de haber alto porcentaje de semillas duras y bajos porcentajes de germinación, el ácido no causa perjuicios en la semilla; por el contrario estimula la germinación, aunque en baja proporción.

Nitrato de Potasio (KNO₃)

Harty *et al.* (1983) reportan que el nitrato de potasio (KNO₃), es recomendado como estimulador de la germinación cuando se utiliza para humedecer los sustratos, a fin de formar el medio complementario a otros tratamientos tendientes a romper latencia. El KNO₃ al 0.2 por ciento, ha sido efectivo en semillas de *Panicum maximum*, cultivares *Makueni*, *Gatton*,

Trichoglume y Likini, donde permitió incrementar la germinación en 15 por ciento.

Nava y Nova (1988) mencionan que aplicando nitrato de potasio (0.2 por ciento) y ácido sulfúrico en semillas forrajeras tropicales, encontraron que el nitrato de potasio favorecía la germinación de las semillas, mientras que el ácido sulfúrico fue letal en algunos casos.

Acido Giberélico (GA₃)

También se recomiendan aplicaciones de ácido giberélico en semillas de *C.ciliaris*, previamente escarificadas con H₂SO₄ (Castiblanco y Mendoza 1985).

Don (1979) utilizó ácido giberélico en dos variedades de cebada y obtuvo resultados favorables al estimular la germinación.

Bioenzimas (1989) menciona que la utilización de estimulantes de la germinación en el tratamiento de semilla contribuye a mejorar la calidad de las mismas; ya que beneficia la velocidad y uniformidad de la germinación y emergencia, asegurando una mayor densidad de plantas de mejor vigor, permitiendo mayor tolerancia a las condiciones ambientales adversas e influyendo además en el crecimiento de la planta adulta.

Oxígeno (O₂)

Según (Fuchs, 1989) muchas semillas de especies forrajeras se caracterizan por poseer dos tegumentos muy compactos y que actúan como una barrera física para evitar la entrada del agua y el intercambio de gases, particularmente O₂ y CO₂. Semillas de *B. decumbens* y *B. dictyoneura* al ser colocadas en una atmósfera rica en oxígeno incrementaron significativamente su germinación, asociando esta respuesta a una mayor disponibilidad de O₂ por el embrión, sin embargo semillas de *B. humidicola* no respondieron favorablemente a la condición de alta cantidad de O₂.

Temperaturas Alternas

Cabello y Camelio (2002) encontraron que la temperatura tiene un efecto significativo sobre el porcentaje y la velocidad de germinación. Entre 5 y 15 °C, ambos parámetros aumentaron con el incremento de la temperatura del cultivo, luego declinaron, siendo la temperatura de 30 °C letal para la germinación.

Bierhuizen y Wagenvoort (1974) mencionan que varios controles pueden actuar en estas especies para eliminar el efecto supresor de la germinación, en la forma de pre-tratamiento como enfriamiento del sustrato húmedo, exposición de las semillas a nitratos a un período de postmaduración a temperatura ambiente o directamente como factor en forma de temperaturas alternas o

iluminación del sustrato. Cuando la humedad es la adecuada, la germinación final de una muestra de semillas está controlada por la temperatura.

Ferrari y López (2000) al analizar el comportamiento de la germinación de semilla *Briza subaristata* dentro de cada temperatura, el efecto principal "sitio de recolección" siempre fue significativo. Para las temperaturas de 15, 20, 15 - 10, 20 - 10, 20 - 15 y 25 - 20 °C, la pre-refrigeración (7 °C) tuvo un efecto significativo, pero disminuyó el porcentaje de germinación respecto de las semillas no pre-refrigeradas.

También encontraron los mayores porcentajes de germinación cuando la temperatura era constante a 15 °C, sin pre-refrigeración y humedeciendo el sustrato con solución de KNO₃ y cuando las temperaturas de germinación eran alternas de 15-10 °C con pre-refrigeración, pero sin KNO₃. Las temperaturas alternas 20 - 30 °C fueron ensayadas en el mismo experimento produciendo los porcentajes de germinación más bajos.

Zulay (1996) también afirma que en temperaturas de 10 °C, las semillas de *Brachiaria dictyoneura* no superaron el 17 por ciento de germinación y por el contrario, a medida que avanzaron los meses en estas condiciones de frío, las semillas aparentemente entraron en una latencia secundaria, inducida por las bajas temperaturas y su germinación posteriormente disminuyó hasta un 8 por ciento.

Alonso y Peretti (1995) señalaron que a 20 °C y KNO₃ bajo iluminación, fueron las mejores condiciones para la germinación de *Briza subaristata*. Las especies de pastizales presentan un comportamiento oportunista, siendo

capaces de germinar en un amplio rango de temperaturas (Bewley y Black, 1994).

Almacenamiento

Zulay (1996) menciona que las condiciones de almacenamiento de la semilla pueden influir sobre la promoción o retención del estado de latencia en especies forrajeras. Ya que se caracterizan por tener tegumentos muy compactos y una marcada latencia cuando están recién cosechada.

El mismo autor reporta también que a través del almacenamiento se logra preservar la calidad de la semilla minimizando su deterioro, pero debe tenerse especial cuidado cuando las semillas presentan estado de latencia; el deterioro es un proceso natural que se acelera o reduce bajo determinadas condiciones ambientales, en semillas de especies forrajeras con estado de latencia, el tiempo que debe transcurrir desde la cosecha hasta la germinación, varía según la especie y puede ser de unos días hasta más de un año. De igual manera se obtuvo resultados satisfactorios de germinación de semilla de *B. Dictyoneura* evaluadas en condiciones diferentes de almacenamiento, siendo después del quinto mes de cosechada los mayores porcentajes, sin aplicar tratamiento químico adicional.

Por otro lado, Zulay (1996) trabajó con la especie *Brachiaria dictyoneura*, observando que las semillas presentaron una fuerte latencia y que esta puede durar entre ocho y diez meses.

Becerra (1981) menciona que los porcentajes de germinación en el zacate buffel fueron incrementados mediante la escarificación manual y exposición a 15 °C.

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización de la investigación

El presente trabajo de investigación se llevó a cabo bajo condiciones de laboratorio e invernadero en la Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro”, ubicado en Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. Para el trabajo de Laboratorio se realizó en el Centro de Capacitación y Desarrollo de Tecnología y Semillas (CCDTS), ubicado en esta misma institución, cuyas coordenadas son, a los 25° 22 de Latitud Norte y 101° 00 de Longitud Oeste, con una altitud de 1742 msnm. Para el trabajo de invernadero se realizó en el invernadero del departamento de Forestal de esta misma institución ubicada geográficamente en las siguientes coordenadas 22° 22' 00" de latitud Norte y a 101° 00' 19" de longitud Oeste con una altitud de 1742 m.s.n.m.

El material genético utilizado

Para el presente trabajo se utilizó semilla de cortadillo (*Nolina cespitifera* Trel.), el cuál fue colectado en la región sureste del estado de Coahuila México durante los meses de agosto y septiembre de 2012.

Tratamientos evaluados

Para el presente estudio y en ambos ambientes, se evaluaron, seis tratamientos estos fueron: T1: Testigo (sin tratamiento); T2: Escarificación (manualmente con lija numero 120); T3: Agua corriente por 48 horas, T4: Remojo en agua caliente a 60 °C por 5 minutos, T5: Remojo en nitrato de potasio al 2% por 10 minutos; T6: Remojo en acido sulfúrico a 100 ppm por 10 minutos.

Una vez colectadas las semillas se acondicionaron mecánicamente utilizando la mini-clíper, se utilizaron dos cribas para dicho trabajo, como desbrozadora se utilizo una criba número 12, el cual separa de las semillas la materia inerte (material más grande que la semillas) tales como ramas, hojas, entre otros residuos que se encuentren; de igual forma se utilizó la criba número 8 como clasificadora el cual separa de las semillas el polvo, semillas muy pequeñas y tierra, de la semillas deseadas. Una vez limpia las semillas se homogenizaron separando una muestra de trabajo que va desde 300 gramos hasta 500 gramos según sea el caso. Bajo laboratorio, las semillas se sembraron en tacos de papel Anchor previamente humedecido con agua destilada. Se etiquetaron y fueron puestas en bolsas de plásticos transparentes finalmente se colocaron en la cámara de germinación con temperatura de $25^{\circ} \pm 1$ °C, por 21 días aplicando riegos cada dos días.

En invernadero, se utilizó el sustrato comercial Peat-moos BM2 (70%), previo a un humedecimiento fue puesto en charolas de unigel de 77 cavidades.

Se depositó una semilla por cavidad; las condiciones de temperatura al interior oscilaron entre 25 °C a 30 °C, con humedad relativa de 80%, el riego se aplicó cada dos días.

Variables Evaluadas en el Laboratorio e Invernadero

Para el presente estudio y en ambos ambientes, se trabajó con ocho variables, cuatro para evaluar la capacidad de germinación y capacidad de emergencia respectivamente, la cual con lleva las siguientes sub-variables: plántulas normales, plántulas anormales, semillas sin germinar y germinación estándar, las cuales a continuación se describen:

Variables de vigor para ambos ambientes

Según el ISTA (2004), el vigor de una semilla es la suma total de aquellas propiedades que determinan el nivel de actividad y desempeño de la semilla o lote de semillas durante la germinación y emergencia de plántulas. Las semillas que se desempeñen bien son catalogadas como de alto vigor y aquellas que se desempeñen en forma pobre son llamadas de bajo vigor.

Las variables evaluadas de vigor

Primer conteo (P.C %)

Esta variable se obtuvo a los 14 días para laboratorio y a los 21 días para invernadero en donde sólo se tomaron en cuenta las plantas normales.

Índice de Velocidad de Germinación (I.V.G.) e Índice de Velocidad de Emergencia (I.V.E.)

Este parámetro se obtuvo a través de conteos al décimo cuarto y veintiún días; considerando una semilla germinada al presentar 4 milímetros de longitud de plúmula o radícula, utilizándose para este cálculo la ecuación de (Maguire, 1962):

$$IVE = \frac{\text{No P/d} + \dots + \text{No P/d}}{d}$$

Dónde:

IVE = Índice de velocidad de emergencia

No P = Número de plántulas emergidas

d = días después de la siembra.

Longitud Media de Plúmula (L.M.P cm): En esta variable se midieron 10 plantas al azar por repetición por cada uno de los tratamientos a los 14 días para laboratorio y 21 días para invernadero después de la siembra.

Longitud Media de Radícula (L.M.R cm): De la misma manera se midió en las mismas plántulas normales de la variable anterior, a los 14 días para laboratorio y 21 días para invernadero después de la siembra.

Diseño Experimental

La información obtenida por cada variable estudiada se analizó mediante un diseño completamente al azar con 6 tratamientos y cuatro repeticiones, utilizando el paquete estadístico R 3.0.2, versión en español, el cual es un lenguaje computacional con acceso a una amplia variedad de técnicas para realizar cálculos, análisis estadístico y gráficas (Faraway, 2002).

El modelo lineal estadístico aditivo que se propuso fue (Steel y Torrie, 1986):

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

Donde:

Y_{ij} = respuesta de variable observada

μ = media general

T_i = efecto de tratamiento

ϵ_{ij} = distribución de los errores experimentales

i = efecto de tratamientos

j = efecto de repeticiones de tratamientos

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De acuerdo al análisis estadístico realizado para cada una de las variables de capacidad de germinación para ambos ambientes, Laboratorio e Invernadero, se presenta el siguiente cuadro 4.1 Con su diferencia estadística.

Cuadro 4. 1 Concentración de medias de los parámetros evaluados de capacidad de germinación para ambos ambientes, laboratorio e invernadero.

s	Tratamiento	Capacidad de Germinación laboratorio				Capacidad de Emergencia Invernadero			
		PN	PA	SSG	GS	PN	PA	SSG	GS
T1	1. Testigo	52ns	24**	24*	76ns	40ns	4ns	56**	44ns
T2	2.Escarificación (manualmente con la lija # 120)	68*	20*	12ns	88**	52*	8*	40*	60*
T3	3.Agua corriente por 48 horas	72**	18*	10ns	90**	64**	8*	28ns	72**
T4	4.Remojo en agua caliente a 60° C 5 minutos	68*	12ns	20*	80*	52*	8*	40*	60*
T5	5 Remojo en nitrato de potasio al .2% por 10 minutos	52ns	16ns	32**	68ns	36ns	16**	48**	52ns
T6	6. Remojo en acido sulfúrico a 100 ppm por 10 minutos	60*	18*	22*	78*	48*	4ns	48**	52ns
	Promedio	62	18	20	80	48.6	8	43.3	56.6
	N.S	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
	G.L	5	5	5	5	5	5	5	5
	C.V	11.63	8.45	10.56	3.68	17.85	9.46	12.34	4.54

N.S.= Nivel de Significancia; G.L.= Grados de Libertad; C.V.= Coeficiente de Variación; P.N.= Plántulas normales; P.A.= Plántulas Anormales; S.S.G.= Semillas Sin Germinar; GS = Germinación Estándar. **= Altamente Significativo; *= Significativo; ns = No significativo; DMS = 0.01;

Capacidad de Germinación Laboratorio y Emergencia en Invernadero.

De acuerdo al análisis de varianza (Cuadro 4.1), Una vez realizado el análisis de varianza (Cuadro 4.1), para probar si existen diferencias de los tratamientos a los cuales fue sometida la semilla de cortadillo *Nolina cespitifera* Trel. En las variables evaluadas durante la prueba de capacidad de germinación el cual lo conforman (PN) planta normal, (PA) planta anormal (SSG) semillas sin germinar y (PS) germinación Stándar. Se encontraron diferencias estadísticas entre repeticiones y tratamientos ($P \leq 0.01$), el valor del nivel de significancia nos indica, que dependiendo del lugar donde se localicen las muestras dentro de la cámara de germinación y la repetición se obtendrá diferente número de plántulas normales o anormales.

Lo que indica que una buena capacidad germinativa se ve reflejada en un buen desarrollo de plúmula y raíz y a si poder considerarla como una planta normal. A continuación se muestra gráficamente lo que sucedió en los dos diferentes ambientes estudiados.

Plántulas normales (PN %)

Dado que se considera una planta normal todas aquellas que no sufren ninguna deformación ya sea de plúmula o de raíz, considerando a estas plantas como

sanas, teniendo un 100% de confiabilidad de que en condiciones adversas son muy propensas a sobrevivir.

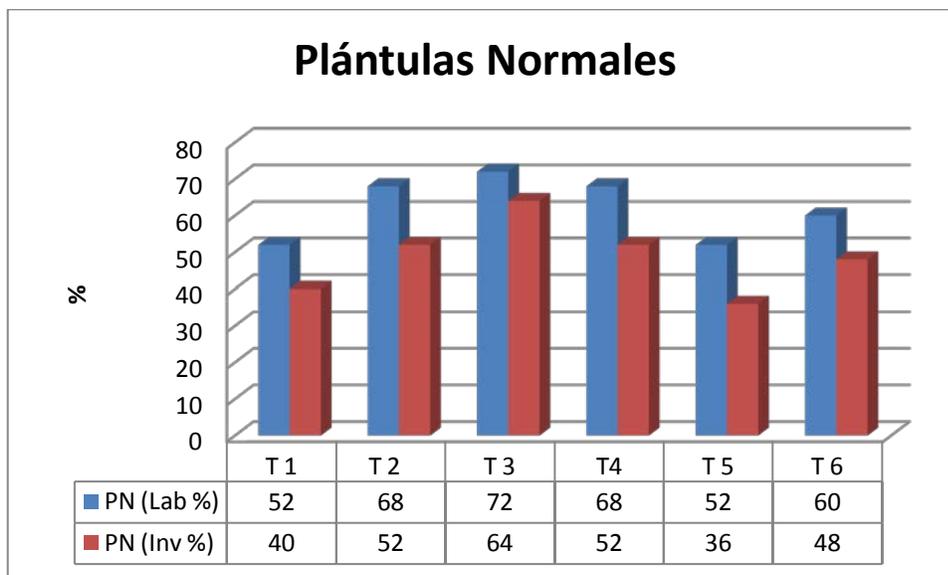


Figura 4. 1 Comparación de medias de plántulas Normales de *Nolina cespitifera* Trel, bajo condiciones de laboratorio e Invernadero.

T1= testigo, T2= escarificación con lija numero 120, T3= remojo en H₂O por 48 horas T4= remojo en H₂O a 60 °C en 5 minutos T5= remojo en KNO₃ al 0.2 % por 10 minutos T6= remojo en H₂SO₄ a 100 ppm por 10 minutos.

Como se puede apreciar en las graficas, la variable (PN) planta normal en las dos condiciones el T3 remojo en agua corriente por 48 horas supero a todos los tratamientos, en seguida de T2 escarificación con lija y T4 remojo en agua a 60 grados centígrados por 5 minutos, fueron los tratamientos que mejor respondieron ya que superaron al testigo, como se puede observar en las dos condiciones sucedió lo mismo solo que variaron los porcentajes presentando mayor porcentaje en condiciones de laboratorio, lo cual podríamos decir que cualquier tratamiento que ayude a remover y ablandar la capa externa de la semillas de *Nolina cespitifera* Trel. Es favorable ya que obtenemos mejor resultado en comparación con el testigo.

De igual forma el T6 remojo en ácido sulfúrico por 10 minutos no presento buenos resultados a pesar de que el ácido actúa como un ablandador de la capa externa, en este caso podríamos decir que le faltó aún más concentración y más tiempo de imbibición. Con estos resultados obtenidos se puede decir que las semillas de *Nolina* presentan latencia física ya que presentan testa dura el cual impide el paso del agua y de esta forma impide el proceso de que se lleve a cabo la germinación.

Esto es congruente con Camacho (1994) que al remojar la semilla con agua se elimina la impermeabilidad y se ablanda la testa el cual permite obtener mejores resultados en capacidad de germinación.

De igual forma Faria y Gonzales (1995) mencionan que los resultados pueden ser favorables si se tiene el cuidado necesario para cada uno de los tratamientos aplicados y de esta forma no alterar los resultados.

Plántulas anormales (PA)

Se considera una planta anormal cuando presenta una deformación ya sea de plúmula o de raíz, el cual estos problemas fisiológicos hace que las semillas en condiciones ambientales es de difícil repoblación natural, por su deficiencia que presenta las semillas a continuación se presenta gráficamente los resultados obtenidos en los dos ambientes.

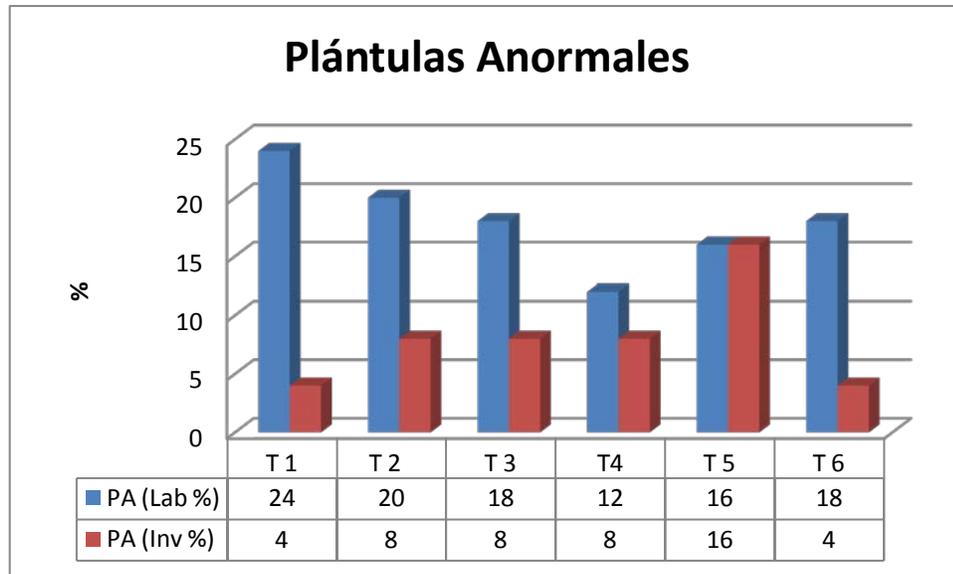


Figura 4. 2 Comparación de medias de plántulas Anormales de *Nolina cespitifera* Trel, bajo condiciones de laboratorio e Invernadero

T1= testigo, T2= escarificación con lija numero 120, T3= remojo en H₂O por 48 horas T4= remojo en H₂O a 60 °C en 5 minutos T5= remojo en KNO₃ al 0.2 % por 10 minutos T6= remojo en H₂SO₄ a 100 ppm por 10 minutos.

Lo que se puede apreciar en las graficas tanto en laboratorio como en invernadero los tratamientos que mas porcentajes de plantas anormales presentaron fueron el T1 con un 24% en condición de laboratorio y el T5 con 16% en invernadero y el resto de los tratamientos se encuentran por debajo del los tratamiento antes mencionados dado que los tratamientos que mayor porcentaje de plantas anormales presentaron se podrían considerar como malas ya que poseen un problema fisiológico en su desarrollo.

Dado que los que presentaron menor porcentaje de plántulas anormales fueron los que menor porcentaje de germinación obtuvieron y mayores semillas sin germinar. En el cual ay una correlación positiva entre los tratamientos evaluados.

Según Fariñas *et al.* (1997) menciona que si se le aplica ácido sulfúrico disminuye el porcentaje de plantas anormales, o algún tipo de hormonas de crecimiento que ayude y estimule a las reservas para una mejor germinación.

Semillas Sin Germinar (SSG %)

Se considera una semilla sin germinar cuando no se ve presencia de raíz ni de plúmula o bien también se considera semillas muertas, en muchas ocasiones la poca reserva que posee la semilla no logra romper la testa motivo por el cual se emplean tratamientos para ayudar a obtener menor porcentajes de semillas muertas, generalmente las semillas que no germinan se pudren o les salen hongo, a continuación se presenta gráficamente lo que sucedió en las dos condiciones aplicando algunos tratamientos físicos, químicos y mecánicos.

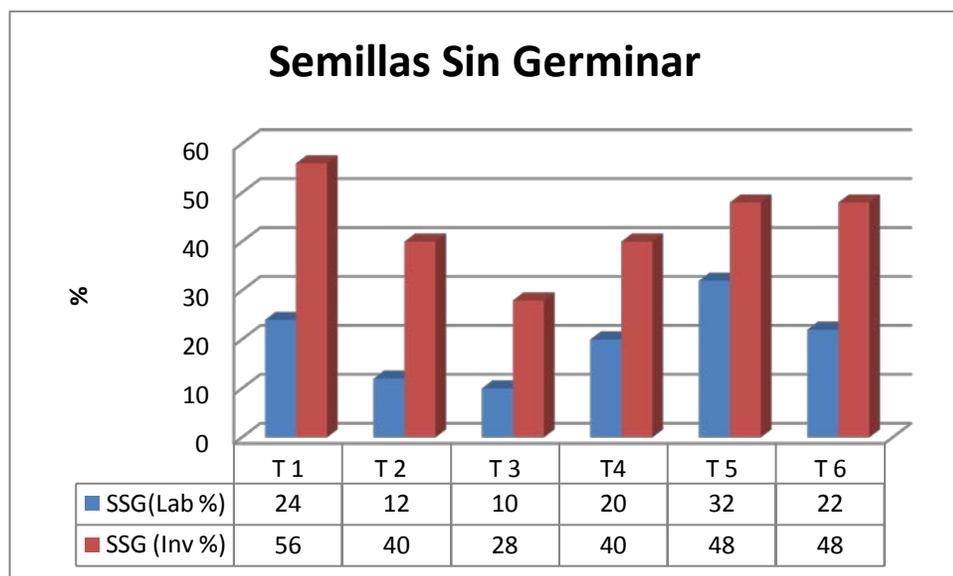


Figura 4. 3 Comparación de medias de Semillas sin Germinar de *Nolina cespitifera* Trel, bajo condiciones de laboratorio e Invernadero.

T1= testigo, T2= escarificación con lija numero 120, T3= remojo en H₂O por 48 horas T4= remojo en H₂O a 60 °C en 5 minutos T5= remojo en KNO₃ al 0.2 % por 10 minutos T6= remojo en H₂SO₄ a 100 ppm por 10 minutos.

Como se observa en las graficas los que obtuvieron los mejores resultados en la variable Semillas muertas que fue para la condición laboratorio T5 remojo en Nitrato de potasio al 0.2 % por 10 minutos obteniendo un 32% de semillas muertas, de la misma manera en la condición de invernadero el T1 testigo con un 56% de semillas muertas quedando como los últimos lugares T3, T2, T4 para las dos condiciones una vez analizados los resultados, se menciona que entre mayor sea el porcentaje de semillas muertas menos eficiente es el tratamiento por que los que se desea y se busca en disminuir el porcentaje de semillas muertas.

Se dice entonces que el T3, T2, y T4 en ambos ambientes se consideran los mejores tratamientos por presentar los menores porcentajes y en viceversa mayores plantas normales y anormales que son de mayor interés para la investigación.

Por su parte Poulcen (1993), menciona que al aplicar cualquier tratamiento ya sea físico, químico o mecánico a las semillas de testa dura aumentas la capacidad para germinar y disminuyes el porcentaje de semillas muertas teniendo así mejores resultados fisiológicos.

Germinación Estándar (GS).

Perry (1983) menciona que la prueba de germinación estándar, permite evaluar la calidad fisiológica de la semilla. La prueba de germinación es el

procedimiento más ampliamente usado y aceptado como indicador de la calidad de un lote de semillas. Sin embargo, debido a que esta prueba se realiza bajo condiciones óptimas para cada especie, en la práctica, la prueba de germinación ha mostrado sobreestimar el comportamiento de las semillas y, además, resulta deficiente para discriminar lotes de semilla en relación con la rapidez y uniformidad de germinación (McDonald, 1980; Moreno, 1996; Copeland y McDonald, 2001).

Esta variable es una de la más importante dado que engloba plantas normales y anormales, para finalmente obtener el porcentaje de germinación o germinación estándar de dicha semillas evaluadas en los dos ambientes.

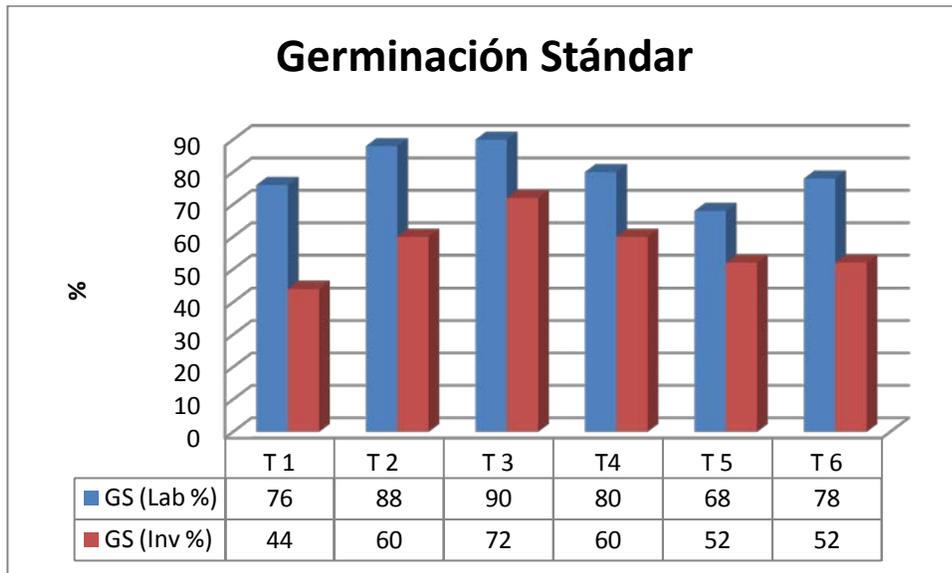


Figura 4. 4 Comparación de medias de Semillas sin Germinar de *Nolina cespitifera* Trel, bajo condiciones de laboratorio e Invernadero.

T1= testigo, T2= escarificación con lija numero 120, T3= remojo en H₂O por 48 horas T4= remojo en H₂O a 60 °C en 5 minutos T5= remojo en KNO₃ al 0.2 % por 10 minutos T6= remojo en H₂SO₄ a 100 ppm por 10 minutos.

Como se observa en las gráficas para los dos ambientes el T3 laboratorio con el 90 % e invernadero con el 72 % (remojo en agua corriente por 48 horas),

fue el que mejor resultado presento para capacidad de germinación, de igual manera el que le sigue es el T2 laboratorio 88 % e invernadero 60 % (escarificación con lija) como un tercer tratamiento tenemos para los dos ambientes al T4 laboratorio 80 % e invernadero 60% de germinación (remojo en agua a 60 °C por 5 minutos) y para los demás tratamientos que es el T5, T6 , T1 fueron estadísticamente inferiores al T3, T2 y T4, una vez realizado la investigación podemos decir que para las semillas de cortadillo *Nolina cespitifera* Trel. Para tener buenos resultados es necesario aplicar uno de los tratamientos antes mencionados.

Esto concuerda con los resultados obtenidos por Jordán y Nobel (1979) obtuvieron 92% de germinación en su investigación al humedecer las semillas por 48 horas a una temperatura de 21°C en semillas de *Agave deserti Engelm*, y en cinco subespecies de *Yucca whipplei*.

De igual manera Ruíz et al. (2007), donde aseveran que al aplicar tratamientos con ácidos, agua a temperaturas y escarificación mecánica, se elimina la impermeabilidad de la testa de la semilla, asegurando una germinación más rápida.

Cuadro 4. 2 Concentración de medias de los parámetros evaluados de vigor en plántulas de cortadillo (*Nolina cespitifera* Trel), en ambas condiciones Laboratorio e Invernadero

	Tratamientos	VARIABLES DE VIGOR INVERNADERO				VARIABLES DE VIGOR LABORATORIO			
		PC	LMP	LMR	IVG	PC	LMP	LMR	IVE
1	1. Testigo	10ns	5.93ns	6.8ns	0.48ns	8ns	4.93*	4.93*	0.25*
2	2. Escarificación (manualmente con la lija # 120)	34**	8.87**	10.45**	0.76**	32**	7.23**	6.4*	0.35**
3	3. Agua corriente por 48 horas	24*	8.56**	10.4**	0.68*	20*	7.16**	8.3**	0.35**
4	4. Remojo en agua caliente a 60° C 5 minutos	14ns	7.23*	8.3*	0.48ns	12*	6.4*	4.52ns	0.32*
5	5 Remojo en nitrato de potasio al .2% por 10 minutos	10ns	6.8*	6.77ns	0.5*	8ns	6.8*	4.8ns	0.16ns
6	6. Remojo en acido sulfúrico a 100 ppm por 10 minutos	20*	6.43*	7.24*	0.66*	16*	6.43*	5.13*	0.25*
	Promedio	18.6							
	N.S	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
	G.L	5	5	5	5	5	5	5	5
	C.V	13.95	7.37	9.67	12.34	17.85	10.56	11.34	6.46

N.S.= Nivel de Significancia; G.L.= Grados de Libertad; C.V.= Coeficiente de Variación; P.C.= Primer Cuento; LMP= Longitud Media de Plúmula; LMR= Longitud Media de Radícula; I.V.G.= índice de Velocidad de Germinación; I.V.E.= Índice de Velocidad de Emergencia; **= Altamente Significativo; *= Significativo; ns = No significativo; DMS = 0.01.

Variables de Vigor en Laboratorio e Invernadero

El vigor de la semilla es definido como la propiedad que determina el potencial para una emergencia rápida y uniforme, un desenvolvimiento normal de las plántulas bajo un amplio rango de condiciones de campo, en el caso de las semillas de cortadillo (*Nolina cespitifera* Trel.), se estudio el vigor, utilizando las variables Primer conteo (**PC**), Longitud media de plúmula (**LMP**), Longitud

media de radícula (**LMR**), Índice de Velocidad de Germinación (**IVG.**) e Índice de Velocidad de emergencia (**IVE.**).

Primer conteo laboratorio e invernadero (P.C %)

Esta variable se evaluó para laboratorio a los 14 días y para invernadero a los 21 días, considerándose solo las plantas normales que fueron capaces de germinar en cierto tiempo. De acuerdo a la información obtenida se observa que el tratamiento T2 escarificación con lija numero 120, fue el mejor tratamiento para esta variable con un 34 % de germinación para el laboratorio y 32 % para invernadero, seguido por el T3 remojo en agua por 48 horas con 24 % para laboratorio y 20 % para invernadero, en el resto de los tratamientos no se encontró diferencia significativa obteniéndose resultados similares al testigo figura 4.3 , esta información coincide con lo estudiado por (Kisou 1983) que aplicando acido sulfúrico al 42 por ciento elevó el porcentaje de germinación en semilla de *Acacia farnesiana*, así mismo con agua hirviendo mediante 2 minutos, elevo casi un 100% la germinación de esta especie y continua mencionando que cuando se utiliza papel de lija seguida de 3 horas de remojo en agua fría; de esa manera se obtuvo una germinación del 88 por ciento en 7 días y del 100% en 21 días, esta información obtenida nos indica que la semilla de cortadillo (*Nolina cespitifera* Trel.) si traía latencia y que esta fue eliminada con los tratamientos aplicados.

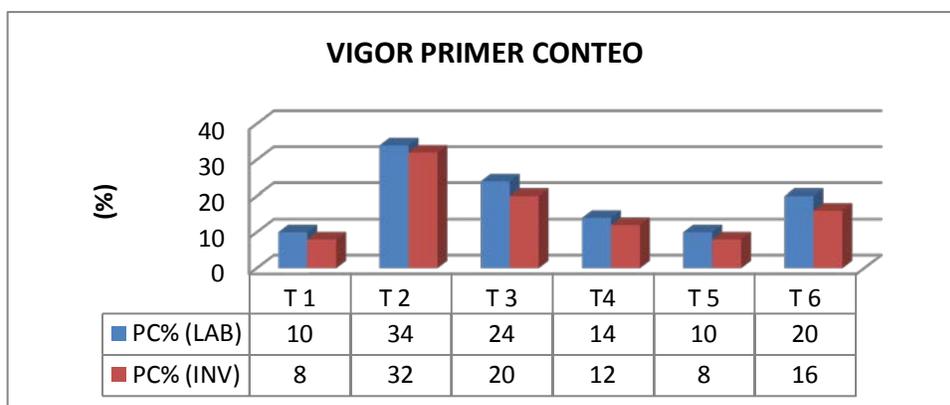


Figura 4. 5 Comparación de medias de Primer Conteo en semillas de Cortadillo (*Nolina cespitifera* Trel.) bajo condiciones de laboratorio e invernadero.

T1= testigo, T2= escarificación con lija numero 120, T3= remojo en H₂O por 48 horas T4= remojo en H₂O a 60 °C en 5 minutos T5= remojo en KNO₃ al 0.2 % por 10 minutos T6= remojo en H₂SO₄ a 100 ppm por 10 minutos.

Longitud media de plúmula de laboratorio e invernadero (LMP).

Como se puede observar en la figura 4.4 en las dos condiciones laboratorio e invernadero para la variable LMP el tratamiento T2 fue el que sobresalió en ambas condiciones al cansando en el laboratorio 8.87 cm e invernadero 7.23 cm seguido de T3 8.56 cm y 7.16 cm que fueron los que mejor resultados presentaron para laboratorio y para invernadero y los demás tratamiento estadísticamente fueron semejantes entre ellos. El testigo fue el que menor longitud de plúmula presento para las dos diferentes condiciones que fue de 5.93 cm laboratorio y 4.93 cm en invernadero dado que al aplicar algún tratamiento físico, químico o mecánico permite aumentar la longitud de plúmula y de esta manera obtener mejores plantas en campo.

Ruíz *et al.* (2007) aseveran que al aplicar tratamientos con ácidos, agua a temperaturas y escarificación mecánica, se elimina la impermeabilidad de la testa de la semilla, asegurando una germinación más rápida.

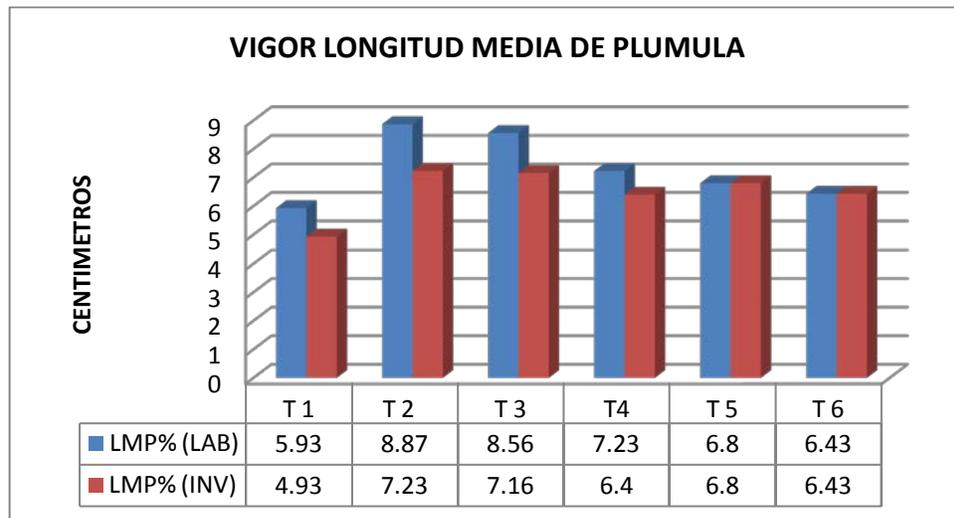


Figura 4. 6 Comparación de medias de Longitud Media de Plúmula en semillas de Cortadillo (*Nolina cespitifera* Trel.) bajo condiciones de Laboratorio e Invernadero.

T1= testigo, T2= escarificación con lija numero 120, T3= remojo en H₂O por 48 horas T4= remojo en H₂O a 60 °C en 5 minutos T5= remojo en KNO₃ al 0.2 % por 10 minutos T6= remojo en H₂SO₄ a 100 ppm por 10 minutos.

Longitud media de radícula de laboratorio e invernadero (LMR).

En la variable de **L.M.R**, la comparación de medias (figura 4.5), para la evaluación en laboratorio, muestra que los tratamiento T2, T3 y T4 presentó los mejores resultados en esta variable, para laboratorio e invernadero, Por otra parte el resto de los tratamientos fueron inferiores, asimismo para el ambiente de invernadero, la comparación de medias, indica que el tratamientos T2 T3 y T4, obtuvieron los datos más altos, es importante mencionar que Perry (1981) indica que el porcentaje de germinación al primer conteo y la velocidad de emergencia, ya sea en campo o en invernadero, son importantes para evaluar el vigor de las plántulas, de la misma forma, Perry (1983) señala que el vigor puede ser alterado por la constitución genética, el desarrollo y nutrición de

la planta. Es importante mencionar que para obtener estos resultados se midieron 30 plantas de cada tratamiento o 10 plantas por repetición, y a si poder estimar los resultados aquí presentes.

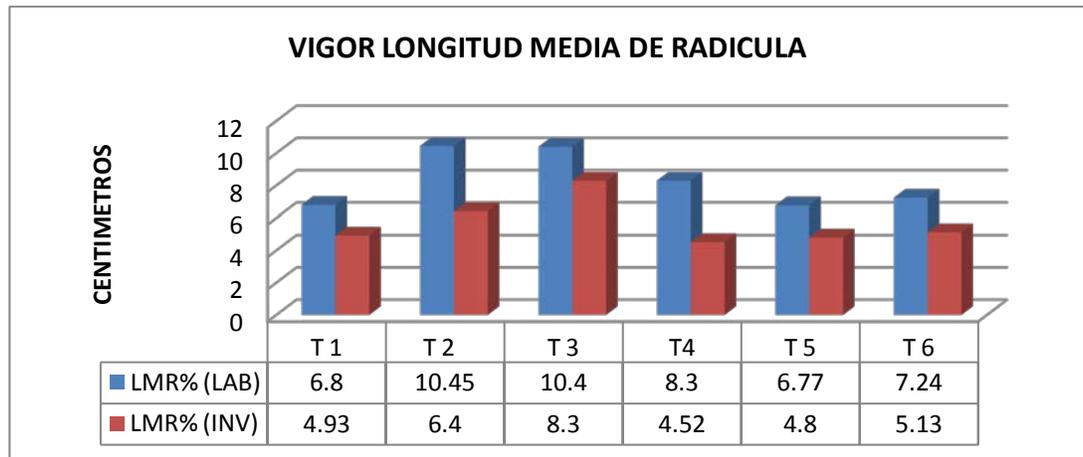


Figura 4. 7 Comparación de medias de Longitud Media de Radícula en semillas de Cortadillo (*Nolina cespitifera* Trel.) bajo condiciones de Laboratorio e Invernadero.

T1= testigo, T2= escarificación con lija numero 120, T3= remojo en H₂O por 48 horas T4= remojo en H₂O a 60 °C en 5 minutos T5= remojo en KNO₃ al 0.2 % por 10 minutos T6= remojo en H₂SO₄ a 100 ppm por 10 minutos.

Índice de velocidad de germinación (IVG) e índice de velocidad de emergencia (IVE).

Es esta variable se estimó el número de plantas germinadas y emergidas por días para las dos condiciones, laboratorio e invernadero, dado que esta variable es muy importante ya que es un reflejo de lo que sucederá en el campo, la fuerza que tendrá para su establecimiento.

En la figura 4.5 se observa las dos condiciones de estudio, los mejores tratamientos fueron el T2 y T3 para ambas condiciones con un índice promedio de 0.76, 0.68 para laboratorio y para invernadero T2 con 0.35 y T3 con 0.35 plantas emergidas por día, para el resto de tratamientos para laboratorio fueron

con índice de T6 con 0.66, T5 con 0.5, T1 con 0.48 y T4 con 0.48 plantas germinadas por día, y para invernadero T4, T1, T6 y T5 obtuvieron un promedio de 0.32, 0.25, 0.25 y 0.16 plantas emergidas por día, ambos resultados por tratamiento no superaron al T2 y T3 respectivamente.

Esto es congruente con lo estudiado por Manjarrez (1996) quién logró obtener un incremento en el índice de velocidad de germinación al aplicar un escarificado, al igual que con la combinación de ácido giberélico de 1000 hasta 2000 ppm por 30 minutos en el pasto llanero (*Andropogon gayanus*), bajo condiciones de laboratorio.

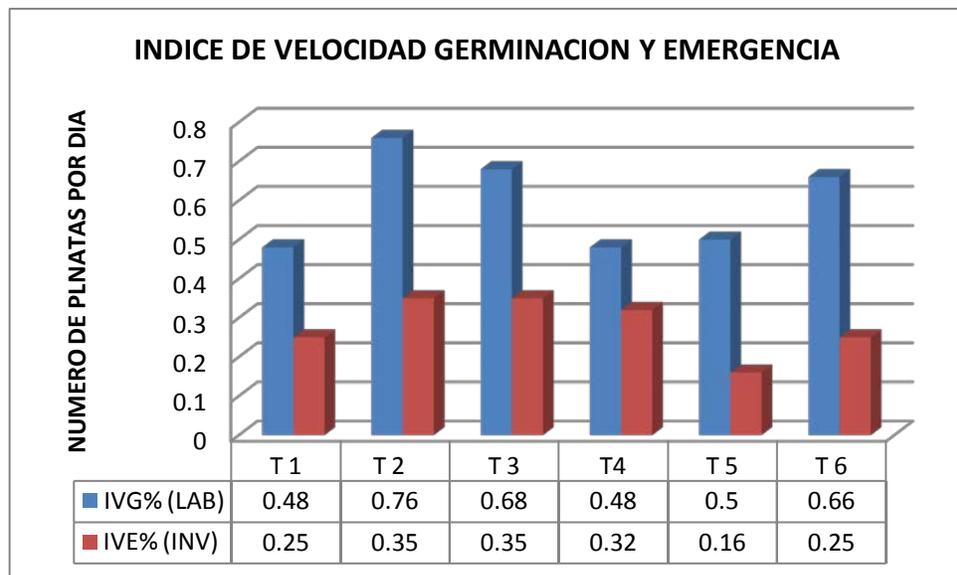


Figura 4. 8 Comparación de medias de Índice de Velocidad de Germinación y Emergencia en semillas de Cortadillo (*Nolina cespitifera* Trel.) bajo condiciones de Laboratorio e Invernadero.

T1= testigo, T2= escarificación con lija numero 120, T3= remojo en H₂O por 48 horas T4= remojo en H₂O a 60 °C en 5 minutos T5= remojo en KNO₃ al 0.2 % por 10 minutos T6= remojo en H₂SO₄ a 100 ppm por 10 minutos.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos: en el análisis estadístico empleado, y bajo las condiciones de Laboratorio e Invernadero en que se llevó a cabo esta investigación se concluye lo siguiente:

Las semillas de cortadillo *Nolina cespitifera* Trel, requieren de un tratamiento previo para obtener una germinación más uniforme y plántulas más vigorosas.

El remojo en agua por 48 horas, junto con la escarificación nos permite a tener mayores porcentajes de germinación y vigor en plántulas de la especie estudiada, bajo condiciones de Laboratorio e Invernadero.

La semilla de *Nolina cespitifera* Trel si presenta latencia, la cual se presenta en forma externa (Testa) por lo que necesitan de un tratamiento previo para eliminar la dureza y la impermeabilidad de esta, y así obtener una germinación más rápida y así mismo plantas más vigorosas.

El inhibidor de la germinación en las semillas de cortadillo *Nolina cespitifera*, se encuentra en la cubierta o testa, capa superficial impermeable al

agua por su endurecimiento; por lo que se obtienen bajos porcentajes de germinación que no permite la entrada del oxígeno, luz y agua para el crecimiento del embrión.

En la especie de *Nolina cespitifera* Trel, se recomienda el T3; remojo en agua por 48 horas y el T2 escarificación manual con lija número 120, dado que estos dos tratamientos superaron en todas las variables al resto de los tratamientos.

De igual forma también se recomienda el tratamiento T4; ya que es el que le sigue después de T3 y T2 tomando en cuenta que se obtendría menor porcentaje de germinación para esta especie de semilla.

LITERATURA CITADA

Abascal, J. (1984). Manual de métodos de ensayo de vigor. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, Madrid. 14 p.

Adams, L.E, 1961. Gibberellins and theorem brake seed dormancy in California ceaothus. Pacific Southwest Forest and Range experiment Station, Berkeley, California. Research Note No. 178.pp.1-4.

Aguirre, A. C. 1974. Coeficientes de agostadero de la República Mexicana. Estado de Sonora. S.A.G. COTECOCA. México.

Alonso, S.I., Peretti A., 1995. Germination and seedling growth in *Briza subaristata* at different light, temperature and substrate conditions. Seed Sci. & Technol. 23, 793-800.

Arnold, F. E. 1996. Manual de vivero forestal: Elaborado para algunas especies forestales nativas de la zona templada del Sur de Chile. Documento Técnico CONAF-DED. 123 pp.

Arredondo, V. D. 1981. Componentes de la vegetación del rancho demostrativo “Los Angeles”. Tesis profesional. UAAAN. Saltillo, Coahuila. 63 p.

Basra, A. S. (1995). Seed Quality: Basic Mechanisms and Agricultural Implications. Food Products Press. New York, United States of America. 389 p.

Becerra, J. D. (1981) efecto de diversos tratamientos escarificadores sobre la germinación de semillas de Zacate Buffel (*Cenchrus ciliare* L) resúmenes avances de investigación del centro de investigaciones pecuarias del Estado de Sonora.

Berjak, P. and Pammenter, N. 2004. Recalcitrant seeds. In: Benech-Arnold, R. y R. Sánchez (eds.). Handbook of seed physiology. Food Products Press, New York. pp. 305-345.

Bewley, J.D. and Black, M. 1994. Seeds: physiology of development and germination. Plenum Press. New York. 445 pp.

Bierhuizen, J.F, Wagenvoort, W.A. (1974) Some aspects of seed germination- in vegetables. Scientia Horticulturae. 3 (2): 213-219.

Bioenzimas. 1989. Suplemento especial. 1979-1989. Saltillo, Coahuila, México. Pp

25

Bonner F. T and Rudolf P. O. 1974. *Ziziphus* Mill. *Jujube*. En Seeds of woody plants in the United States. Agriculture Handbook N° 450. Schopmeyer C.S Technical Coordinator. Forest Service, United States Department of Agriculture, Washington, D.C.: 862-863.

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.

Castillo Q., D. 1995. Establecimiento de plantaciones de cortadillo en la región ixtlera del sur del municipio de Saltillo, Coah. *In: Memoria del Taller de Identificación de Proyectos Productivos para el Programa de Desarrollo Regional Sustentable de las zonas ixtleras y candelilleras*. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coah., México. pp. 153.

- Castillo Q., D. 1994. Determinación del turno de aprovechamiento de cortadillo (*Nolina cespitifera* Trel.). In: Memoria de Primer simposio internacional sobre Agavaceas. Instituto de Biología. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D. F. México. pp. 51.
- Castillo Q., D. y J. T. Sáenz R. 1993. Aspectos ecológicos del cortadillo *Nolina* sp. en el sur de Saltillo, General Cepeda y Parras de la Fuente, Coahuila. INIFAP-CIRNE Campo Experimental La Sauceda. Folleto Técnico No. 4. Saltillo, Coah., México. 17 p.
- Camacho, M. F. 1994. Dormición de Semillas. Causas y Tratamientos. Primera edición. Editorial Trillas, S. A. de C. V. México, D. F. 117p.
- Cabello, A. y Camelio, M. E.. 1996. Germinación de semillas de Maitén (*Maytenus boaria*) y producción de plantas en vivero. Universidad de Chile. Revista Ciencias Forestales 11 (1-2): 3-17.
- Castiblanco, L. y P. Mendoza. 1985. Efecto de almacenamiento y tratamientos químicos a las semillas sobre germinación de *Brachiaria humidicola* y *Brachiaria dictyoneura*. ICA-informa. 19 (3): 33-35.

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.

Copeland, O. L., and M. B. McDonald. 2001. Principles of Seed Science and Technology. 4th edition. Kluwer Press, New York. USA. 488 p.

Cordero, J. y M. Oliveros 1983. Efecto de varias condiciones de almacenamiento sobre la germinación de semillas de *Andropogon gayanus*. *Agronomía Tropical*. 33(1-6): 177- 189.

CHAN N., M.E.; MORENO, J. M. 1992. Influencia del tamaño de la semilla sobre la calidad fisiológica de la simiente de sorgo. In: *Avances de investigación 1991*. Colegio de Postgraduados. p. 6.

Delouche, J. C. 1971. Determinants of seed quality. Seed technology laboratory. Mississippi. State University. USA. pp. 53-68.

Delouche, J. C. 1980. Environmental effect on seed development and seed quality. *Hortscience* 15: 775-780.

Delouche, J. C. (1976). Germinación, Deterioro y Vigor de semillas. Seed News, Mississippi State University.

Delouche, H. H. 1986, Physiological seed quality. Short course for seedsmen. Mississippi State University. Vol. 27: 51-59 USA.

Devlin, R. M. 1982. Fisiología Vegetal. Cuarta edición. Ed. Omega, S. A. Barcelona. pp. 471-481.

Don, R. 1979. The Used of the Chemicals, Particulary Gibberelic Acid, For Breaking Cereal Seed Dormancy. Seed Cience and Techonology. Vol. 7: 355-367. The Netherlands.

Dornbos D.L., Mullen R.E. and Shibles R.M. 1989. Drought stress effects during seed fill on soybean seed germination and vigor. Crop Science, 29:476 - 480.

DOUGLAS, J. 1982. Programa de semillas: guía de planeación y manejo. Cali, CO: CIAT. 358p.

ELLIS, R., T. HONG y E. ROBERTS. 1990. An intermediate category of seed storage behavior? I Cofee. Journal Experiment of Botany 41: 1167-1174.

Faraway, J. J. 2002. Practical Regression and Anova using R. Chapman and Hall/CRC editors. 212 p. En línea: <http://cran.r-project.org/doc/contrib/Faraway-PRA.pdf> Consulta: Mayo de 2008.

Farrant, M. J, W. N. Pammenter, P Berjak (1993) seed development in relation to desiccation tolerance: A comparison between desiccation-sensitive (recalcitrant) seed of *Avicennia marina* and desiccation tolerant types. Seed Science Research 3: 1-13.

Farnsworth, E. (2000) The ecology and physiology of viviparous and recalcitrant sedes. Annual Review of Ecology and Systematics 31:107-138.

Fariñas, J., D. Sanabria V. y R. Silva-Acuña. 1997. Escarificación química de semillas de tres especies de *Centrosema* para sabanas bien drenadas. Zootecnia Tropical 15(2):221-237.

Ferrari, L. and C. López. 2000. Germination condition for *Briza subaristata*: pretreatments and temperature effect. *Seed Science and Technology*. 528: pp. 631-639.

Flores, H. A. 2004. *Introducción a la Tecnología de las Semillas*. Ed. UACH. Primera edición. México, D. F. pp. 65-67.

Floriano, E. 2004. *Almacenamiento de semillas forestales*. ANORGS, Santa Rosa. 10 p.

Fuchs, M. (1989) *Condiciones de almacenamiento, germinación y latencia de semillas de *Brachiaria decumbens* y *Brachiaria humidicola**, UCV, FAGRO, Maracay, Venezuela. 126 pp. 1989. (Tesis MSc.)

García, J. 1991. *Manual de Repoblaciones Forestales*. Tomo I. Esc. Técnica Superior de Ingenieros de Montes. Fund. Conde del Valle de Salazar. Madrid-España. 794 pp.

García V., M. y Celestino M., E. 1999 *Guía para el establecimiento de plantaciones de cortadillo*. INIFAP - CIRNE. Campo Experimental Saltillo. Técnico Núm 7. Coahuila. Mexico. 16 p.

- García, M. A. y R. Galván V. 1995. Riquezas de las familias Agavaceae y Nolinaceae en México. Bol. Soc. Bot. Méx. 56: 7-24.
- Gentil, D. F. O. (2001) Conservacao do sementes do cafeeiro: resultados discordantes ou complementares? Bragantia 60: 149-154.
- González K.V. y Camacho M.F. 1994. Avances en la propagación de cuatro especies presentes en El Pedregal de San Ángel D.F. En: Rojo A. Ed. Reserva Ecológica del Pedregal de San Ángel. Ecología, Historia Natural y Manejo, pp. 403-410, Universidad Nacional Autónoma de México, México, DF.
- Harty, R. L.; Hopkinson, J. M.; English, B. H.; Alder, J. 1983. "Germination, dormancy and longevity in stored seed of *Panicum maximum*". Seed Science and Technology 11, 341-351.
- Harrington, J. 1973. Biochemical basis of seed longevity. Seed Science and Technology. 1:453-461.
- Hampton, J. 1995. Methods of viability and vigour testing: a critical appraisal. In seed quality: Basic Mechanisms and Agricultural Implications (ed. A.S. Basra) pp. 112-152. Food Producís Press. New York.

Hartmann, H y D. E. Kester. 1995. Propagación de plantas. Ed. Continental. México. pp. 130-165.

Hartmann, H. T. y D. E. Kester. 1988. Propagación de Plantas. Ed. Continental, S. A. de C. V. México, D. F. 760 p. Hartmann, H. T. y D. E. Kester. 1971. Propagación de plantas, principios y prácticas. Trad. Marino. A. A. CECOSA, México. 809 p.

Heydecker. W. 1972. Vigor. In Viability of seeds. Ed. by E. Roberts. New York, Syracuse University Press. p. 209-252.

Hopkinson, J. M., F. D. H. de Sousa, S. Diulgheroff, A. Ortiz y M. Sánchez. 1996. Fisiología reproductiva, producción de semilla y calidad de la semilla en el Género, *Brachiaria*. En: Miles. J. N., Mass, B.L. y Valle Do, C.B. (Eds.). *Brachiaria: Biología, Agronomía y mejoramiento*. CIAT. Cali, Colombia. Pp.136-155.

International Seed Testing Association (ISTA) 2004. International Rules for Seed Testing. ISBN 3-906549-38-0

ISTA (Internacional Seed Testing Association). 1999. Reglas internacionales de análisis de semillas. Ministerio de Agricultura. Madrid, España. 111 p.

ISTA. 1996. International rules for seed testing. Seed science and technology supplement., zurich, Suiza v. 24, p. 335.

ISTA.1985. International rules for seed testing. Science and Technology supplement., zurich, Suiza 13: 299–355.

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

Kisou J., Khazraji S. and Back G. 1983. Ten exercises in testing of forest tree seeds. En Guía para la manipulación de semillas forestales. 1991. Estudio FAO Montes 20/2. Compilado por Willan R. L. para el Centro de 23. Semillas Forestales de DANIDA. Roma. 1991, pp 241- 278.

LÓPEZ, M. L. 1986 Esfuerzo productivo y sobrevivencia de *Nolina parviflora* (Liliaceae) en la zona semiárida poblano-Veracruzana. Tesis de M.C. Colegio de Postgraduados. Montecillo, Edo. de Méx. 89 p.

Maguire, J. D. 1962. Speed of germination-AID in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. *Crop Sci.* 2, 176-177.

Manjarrez, S. M. 1996. La Escarificación de Semillas como medio de Romper Latencia en Especies de Gramíneas Forrajeras Tropicales. Tesis de Maestría en Tecnología de Semillas. UAAAN. Buenavista. Saltillo, Coahuila. México.

Moreno, M. 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.

Nava, V. y A. Nova. 1988. Germinación y viabilidad de la semilla de Zacate Klein 75 *Panicum coloratum* L. bajo diferentes tratamientos de escarificación. In *Herbage Abstracts*. Vol 60. Tomo 1. 1990. pp. 228.

Orozco A., M. S., Ponce de L., L., Grether R., García M., E. 2002. Germination of four species of the genus *Mimosa* (Leguminosae) in a semi-arid zone of Central Mexico. *Journal of Arid Environments* 55: 75 –92.

Patiño, F., P. De la Garza, Y. Villagomez, I. Talavera y F. Camacho. 1983. Guía para la recolección y manejo de semillas de especies forestales. México D.F. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales. Subsecretaría Forestal. Boletín Divulgativo N° 63. 181 p.

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
Consulta: agosto de 2014.

Perry, D. A. 1981. Seedling growth and seedling evaluation tests. In: Perry, D. A. (ed.). Handbook of Vigour Test Methods. ISTA. Zurich, Switzerland. pp. 10-20.

Perry, D.A. 1983. El concepto de vigor de la semilla y su relevancia en las técnicas de producción de semillas. F. Stanham (Trad.). Editorial Hemisferio Sur. Montevideo, Uruguay. pp. 693-701.

POPINIGIS. F. 1977. Fisiología de sementes. Brasilia. AGIPLAN. 289 p.

Phirke, P; N. Bhole y S. Adhaoo. 1995. Shear force for dehulling, splitting and breaking raw and pretreated pigeon peas. Intern. J. Food. Sci. Tech. 30(4):485-491.

Raven, P. H., F. E. Ray y E. E. Susan. 1991 b. Biología de las plantas. Tomo II. Ed. Reverté, S. A. Primera edición. México, D. F. pp. 734-743.

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.

Romahn de la Vega, C. F., 1992. Principales productos forestales no maderables de México. Universidad Autónoma Chapingo. Texcoco, México. 250 p.

Ruíz, T. E., G. Feble, E. Castillo, H. Jordan, G. Crespo, N. Valencia y H. Díaz. 2007. La Experiencia Cubana en la Agronomía y Manejo de *Leucaena leucocephala*. Instituto de Ciencia Animal. Apartado Postal No. 24, San José de las Lajas. La Habana Cuba. En línea: http://www.cipav.org.co/reda_grofor/memorias99/RuizTE2.htm Consulta: Enero de 2009.

Rzedowski, J., 1978. La vegetación de México. Editorial Limusa. México.

Sáenz, J. T. y D. Castillo Q. 1993. Guía para la evaluación del cortadillo en el Estado de Coahuila. Folleto Técnico No. 3. Campo Experimental La Sauceda, INIFAP–CIRNE. Saltillo, Coah., México. 13 p.

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) 2003. Aprovechamientos forestales. Unidad de Administración y Aprovechamientos de Tejada G. C., M. C. Zamora-Martínez y L. Sánchez R. 1998. Recursos forestales no maderables, situación actual y perspectivas. In: Memorias Reunión de la Comisión Forestal para América del Norte, Mérida, Yuc. México. Junio, 1998. pp. 35-49.

Stee, D. G. R y H. J. Torrie, 1986. Bioestadística. Principios y Procedimientos. Primera Edición. Ed. McGraw-Hill. Mexico, D. F. pp.603.

Trelease, W. 1902. The Yuccae. Report of the Missouri Botanical Garden 13:27-31.

VELÁSQUEZ M., A. 1980. Aprovechamiento de la palmilla *Nolina* sp. en el noroeste del estado de Sonora, Tesis de licenciatura. Departamento de Bosques, UACH. Chapingo, Edo. de Méx. 55 p.

Valdez, O. A.; Ceballos, R. I., Facio, P. F y Arce, G. L. 2005 Eliminación de latencia en semilla de costilla de vaca (*Atriplex canescens*), bajo condiciones de laboratorio e invernadero, utilizando tratamientos físicos químicos y mecánicos. Resvista Agraria Epoca. No. 3. V. 2, año II.

Wallace, R. A., J. L. King y G. P. Sanders. 2003. Plantas y Animales. La ciencia de la vida. Primera reimpresión. Ed. Trillas, S. A. de C. V. pp. 65-73.

Willan, R. L. 1991. Guía para la manipulación de semillas forestales. Estudio FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación) Montes 20/2. Para el Centro de Semillas Forestales de DANIDA. Roma, © FAO 1991M-31 ISBN 92-5-302291-4. 510 p.

Zulay, F. V. 1996. Efecto del almacenamiento sobre la calidad de semillas de (*Brachiaria dictyoneura*). Zootecnia Tropical, 14 (2): 113-131.