

**UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA
“ANTONIO NARRO”**

DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL



**Eliminación de Latencia en semilla de zacate Rhodes
(*Chloris gayana* L.) utilizando ácido giberélico a 750
ppm a diferentes tiempos de inmersión**

**Por:
JOSE LUIS HERNANDEZ ZAVALA**

TESIS

**Presentada Como Requisito Parcial
Para Obtener el Título de:**

INGENIERO AGRÓNOMO ZOOCTENISTA

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

NOVIEMBRE de 2015

**UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA
“ANTONIO NARRO”**

DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL



**Eliminación de Latencia en semilla de zacate Rhodes (*Chloris
gayana* L.) utilizando ácido giberélico a 750 ppm a diferentes
tiempos de inmersión**

DIRECTOR DE ESTA INVESTIGACION

M.C. ANTONIO VALDEZ OYERVIDES

TESIS

JOSE LUIS HERNANDEZ ZAVALA

INGENIERO AGRÓNOMO ZOOCENISTA

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA "ANTONIO NARRO"

DIVISIÓN DE CENCIA ANIMAL

Eliminación de Latencia en semilla de zacate Rhodes (*Chloris gayana* L.) utilizando ácido giberélico a 750 ppm a diferentes tiempos de inmersión.

Por:

JOSE LUIS HERNANDEZ ZA VALETA

TESIS

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

INGENIERO AGRÓNOMO ZOOTECNISTA

APROBADA POR

Presidente del Jurado

Ing. José Amando Rodríguez Galindo

Asesor

M.C. Luis Rodríguez Gutiérrez

Asesor

M.C. Antonio Valdéz Oyervides

Vocal suplente

Ing. Daniel Calvo Noriega

Dr. José Dueñez Alanís

Coordinador de la División de Ciencia Animal



Buenavista, saltillo, Coahuila, México, Noviembre de 2015

AGRADECIMIENTOS

A mi **ALMA MATER**, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro y a todos y a todos y cada uno de los maestros que dedicaron algún momento de su vida para darme esta profesión que me llena de orgullo y satisfacción.

En especial al MC. Antonio Valdéz Oyervides por haberme conducido a la elaboración de este trabajo que es el último paso para lograr la meta que me propuse al ingresar a esta universidad.

Y a la DR. Alma Patricia García Villanueva por haber ayudado en el laboratorio al trabajo de investigación.

A LA DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL:

Por darme a los mejores profesores quienes me ayudaron a formarme profesionalmente compartiendo sus conocimientos.

DEDICATORIA

Con todo cariño y respeto a mis queridos padres:

SR. JOSE DOMINGO HERNANDEZ MARTINEZ

SRA. BLANCA LUZ ZAVALETA JIMENEZ

Por sus esfuerzos y dedicación que han
Mostrado siempre para que se cumplan
Mis aspiraciones.

A mi hermana y a su esposo:

Carolina Aidé Hernández Zavaleta

Eder Alejandro López Villatoro

A la memoria de mis abuelas:

ROSA MARTINEZ,

FIDELIA JIMENEZ

Con efecto a mis amigos:

Con quienes he compartido momentos
De alegría y de pesares pero que
Nunca se ha quebrantado la sinceridad

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

Noviembre de 2015

MANIFIESTO DE HONESTIDAD ACADÉMICA

EL SUSCRITO José Luis Hernández Zavaleta, estudiante de la carrera ingeniero agrónomo zootecnista, con matrícula 303545 y autor de esta presente tesis, manifiesto que:

1.- Reconozco que el plagio académico constituye un delito que está penado en nuestro país.

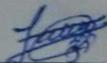
2.-Las ideas, opiniones datos e información publicada por otros actores y utilizadas en la presente tesis, han sido debidamente citadas reconociendo la autoría de la fuente original.

3.- Toda la información consultada ha sido analizada e interpretada por el suscrito y redactada según su criterio y apreciación, de tal manera que no se ha incurrido en el "copiado y pegado" de dicha información.

4.- Reconozco la responsabilidad sobre los derechos de autor de los materiales bibliográficos consultados por cualquier vía y manifiesto no haber hecho mal uso de ninguno de ellos.

5.- Entiendo que la función y alcance de mi comité de asesoría, está circunscrito a la orientación y guía respecto a la metodología de la investigación realizada por la siguiente tesis, así como el análisis e interpretación de los resultados obtenidos, y por lo tanto eximo de toda responsabilidad relacionada al plagio académico a mi comité de asesoría y acepto que cualquier responsabilidad al respecto es únicamente por parte mía

ATTE.



José Luis Hernández Zavaleta
Tesista de licenciatura/ UAAAN

Contenido

1.	INTRODUCCIÓN.....	1
2.	OBJETIVO GENERAL.....	2
2.1	OBJETIVO ESPECIFICO	2
3.	HIPÓTESIS.....	2
4.	REVISION DE LITERATURA.....	3
4.1	Antecedentes del Zacate Rhodes.....	3
4.2	Distribución Geográfica.....	4
4.3	Introducción en América y México	4
4.4	Pureza	5
4.5	Capacidad de Germinación	6
4.6	Vigor	8
4.7	Latencia	8
4.8	Concepto de Semilla	10
4.9	Calidad de Las Semillas	11
4.10	Calidad Física.....	12
4.11	Calidad Genética	12
4.12	Calidad Fisiológica.....	13
4.13	Concepto de Germinación	13
4.14	Definición de Latencia.....	15
4.15	Tipos de Latencia	16
4.16	Causas de Latencia en Semillas.....	21
4.17	Tratamientos para Romper la Latencia.....	22
5.	MATERIALES Y METODOS	30
5.1	Ubicación del Experimento	30
5.2	Material Genético utilizado en el estudio.....	31
5.3	TRATAMIENTOS EN ESTUDIO.....	31
5.4	Variables Evaluadas.....	32
5.4.1	Capacidad de Germinación (CG %)	32

5.4.2	Índice de velocidad de emergencia (IVE).....	32
5.5	Análisis Estadístico	32
6.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	33
6.1	Capacidad de Germinación (C.G. %)	36
6.2	Índice de Velocidad de Emergencia (I.V.E.).....	37
7.	CONCLUSIONES.....	37
8.	RESUMEN	39
9.	LITERATURA CITADA.....	40

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Resultado final del efecto del ácido giberélico a 750 ppm, sobre la germinación en semilla de zacate Rhodes bajo condiciones de laboratorio	34
Figura 2	COMPORTAMIENTO DE LAS MEDIAS DEL ÍNDICE DE GERMINACION DE LA SEMILLA ZACATE RHODES con A. GIBERÉLICO a diferentes tiempos de inmersión.....	35
Figura 3	Resultado final del efecto del ácido giberélico a 750 ppm., sobre el índice de Velocidad de Emergencia en semilla de zacate Rhodes, bajo condiciones de laboratorio.....	36

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1	Concentrado de resultados finales del efecto del ácido giberélico coadyuvante del % de Germinación y del Índice de Velocidad de Germinación en semilla de zacate Rhodes bajo condiciones de laboratorio	34
Cuadro 2	Análisis de varianza para la variable Índice de Velocidad Emergencia en semilla de zacate Rhodes bajo condiciones de laboratorio	35

1. INTRODUCCIÓN

Al iniciar una empresa Agrícola, el principio básico y fundamental es la calidad, también en el sector semillero, para constituir una tecnología altamente productiva se requiere poseer calidad. Las evidencias empíricas han demostrado que las semillas de buena calidad permiten obtener buenos resultados en campo, mientras que las semillas de mala calidad conducen a resultados insatisfactorios y fracasos. Dentro de las semillas de especies forrajeras el termino de calidad depende de tres componentes clave: la germinación, pureza genética y pureza de los cultivos, los que llevan al establecimiento de plántulas vigorosas; Las semillas forrajeras, son un ejemplo importante de la valoración de la calidad fisiológica, dadas sus características estructurales, además de traer consigo problemas de latencia en forma más manifiesta, esto hace que al establecer praderas con este tipo de simientes, se observen poblaciones raquíticas y mal distribuidas, por lo que se tiene que realizar ciertas técnicas de eliminación de este fenómeno, ya sea mediante almacenamiento, temperaturas alternas y/o tratamiento químicos a la semilla. Por lo anteriormente mencionado se llevó a cabo el presente trabajo de investigación, el cual consiste en eliminar la latencia en semilla de zacate Rhodes variedad Bell con los objetivos que a continuación se presentan.

Palabras Clave; Zacate Rhodes, Capacidad de germinación, Latencia, Calidad de semillas

Correo electronico; José Luis Hernández Zavaleta, lu-is-@hotmail.com

2. OBJETIVO GENERAL

Eliminar la latencia en semilla de zacate Rhodes *Chloris gayana* L. utilizando diferentes dosis de ácido giberélico a diferentes tiempos de inmersión

2.1 OBJETIVO ESPECIFICO

Determinar el efecto de la aplicación de ácido giberélico a diferentes tiempos de inmersión sobre la germinación de semilla de zacate Rhodes bajo condiciones de laboratorio.

3. HIPÓTESIS

La latencia de la semilla de zacate Rhodes puede ser eliminada parcialmente mediante la aplicación de ácido giberélico a diferentes tiempos de inmersión.

4. REVISION DE LITERATURA

El uso de las buenas semillas representa un gran potencial para llevar cualquier tipo de programa encaminado a incrementar la eficiencia de las áreas dedicadas a la ganadería. Los pastos introducidos están destinados a desempeñar un importante papel en la productividad de la ganadería nacional, una de las especies más utilizado en los últimos años es el zacate Rhodes *Chloris gayana* el cual se encuentra adaptado ampliamente, y distribuido en todo el país.

4.1 Antecedentes del Zacate Rhodes

Este zacate se introdujo del sur de África y ha dado muy buenos resultados en las zonas costeras y en las regiones subtropicales de América. Es una planta perenne que forma coronas y césped, estolonífero, produce nudos y raíces. Los tallos alcanzan alturas de 60 a 150 cm, con sistemas radicales fuertes y fibrosos, características muy favorables, ya que le da cierta resistencia a la sequía, compitiendo además de forma favorable con las malas hierbas. Se cultiva de preferencia en climas cálidos pero crece bien en los húmedos.

Su tallo es delgado y apetitoso así como sus hojas, con semillas pequeñas de forma espiguillas.

El Hábitat donde crece bien es desde el nivel del mar hasta los 2200 metros de altura, con precipitaciones de 300 a 800 mm nunca mayores de 1300 mm y temperatura promedio de 17 a 30°C, parece que la temperatura óptima es de 20 a 24°C. Es tolerante a condiciones de sequía y humedad moderadas. Crece en gran variedad del suelos, ya sea arenosos o arcillosos, pero baja su rendimiento en los arenosos crece bien y mejor en los fértiles de textura media.

Implantación. Se puede propagar por semillas, utilizando cantidades variables según las condiciones del lugar o bien por estolones en hileras. Este último método se utiliza en verano dando buenos resultados. Cuando se ha de

utilizar semilla, los requisitos de preparación son más rigurosos que cuando se ha de sembrar material vegetativo se emplean de 4 a 8 ton/ha. El Rhodes es un pasto de rápido establecimiento, gran adaptabilidad y alta compatibilidad con varias leguminosas como *Macroptilium atropurpureum* y *Leucaena leucocephala*.

Época de consumo. Su rendimiento varía con las condiciones del suelo; clima, humedad y fertilidad, pero se considera alto. En el caso de esta planta que florece profusamente y con frecuencia, se debe pastorear antes de la floración cuando tiene una altura de 30 a 40 cm. De este modo se obtiene forraje más tierno y nutritivo. Este pasto es usado en pastoreo y heno, resiste bien al pastoreo y pisoteo, se establece fácil y forma una cubierta muy pronto. En el primer año la planta se desarrolla mucho, pudiéndose obtener hasta cinco cortes, los que se hacen cuando comienza a espigar, ya que es el preciso momento cuando tiene mayor valor nutritivo.

4.2 Distribución Geográfica

El zacate Rhodes se distribuye en forma natural entre los 30° de latitud norte y 30° de latitud sur; sin embargo en Australia a 34° latitud sur se ha comportado como una especie promisoría (Flemons y Whalley, 1958).

4.3 Introducción en América y México

Valdez (1997), reporta que el zacate Rhodes es originario de África Ecuatorial, India e Indonesia. Fue introducido en América por los Estados Unidos, con el objeto de evaluar su adaptación y producción de forraje a través de la estación experimental de Angleton 1917, sin embargo Hanselka (1988),

señala que estas primeras evaluaciones fracasaron debido a que se habían establecido demasiado al norte y en suelos de tipo arcilloso pesados.

En México el zacate Rhodes se ha convertido en una especie importante. Desde que se introdujo el Rhodes “bell” constituyó una revolución en el potencial ganadero de áreas con poca precipitación pluvial. En lugares donde la productividad ganadera es relativamente baja debido al tipo de vegetación, se ha podido incrementar el rendimiento por hectárea permitiendo un incremento en la carga animal de hasta un 400 por ciento, principalmente en las áreas que reciben una precipitación superior a los 800 mm (Saldívar, 1990).

El zacate Rhodes es la especie forrajera más importantes en nuestro país, actualmente ocupa una superficie aproximada de un millón de ha. (Ibarra et al., 1991; Saldívar, 1990).

4.4 Pureza

La pureza es la proporción en peso que representa la semilla de interés, después de haber retirado todo tipo de materiales acompañantes (Humphrey, 1977).

El grado de pureza de un lote de semillas, representa la presencia o ausencia de otras especies, variedades, malezas y materia inerte; también incluye la integridad física de la semilla (semilla quebrada, tamaño y peso de la semilla). Y que la evaluación de este componente es mediante la prueba de pureza analítica, y conteos de semillas extrañas (Moreno, 1984).

Thomson (1979), reporta que la pureza analítica es un componente básico de la calidad de la semilla, pero no basta únicamente con establecer el porcentaje y debe de tomarse muy en cuenta la naturaleza de las impurezas. Señalando que en semillas forrajeras las impurezas más comunes son

inflorescencias vacías o semillas vanas, las cuales no tienen valor, mientras que las semillas de malas hierbas son consideradas muy dañinas.

4.5 Capacidad de Germinación

La germinación de la semilla desde el punto de vista morfológico, se define como la reanudación del crecimiento activo en partes del embrión, lo cual provoca la ruptura de los tegumentos seminales y el brote de la nueva planta (Meyer et al., 1972); desde el punto de vista fisiológico, es la reanudación del metabolismo y el crecimiento, incluyendo además el cambio hacia la transcripción del genómico. Además desde el punto de vista de tecnología de semillas (ISTA, 1985), es la emergencia y el desarrollo a partir del embrión de aquellas estructuras esenciales del tipo de semillas de que se trate, son indicadores de su habilidad para producir una plántula normal bajo condiciones favorables.

Thomson (1979), menciona que para el tecnólogo de semillas, la capacidad germinativa, es la mayor indicación que tiene respecto a cómo va a funcionar en el campo un lote de semillas. Por ello, el objetivo de las pruebas de germinación es obtener información con respecto a la capacidad de las semillas para producir plántulas normales, indicando la ausencia de latencia. Además estas pruebas permiten hacer comparaciones del poder germinativo entre diferentes lotes de semillas de la misma especie.

La ISTA (1985), reporta que el ensayo de germinación incluye la determinación de plántulas normales, anormales y semillas latentes. Las plántulas normales deberán presentar: Sistema radicular bien desarrollado, plumilla intacta y debe presentar una hoja verde bien desarrollada dentro o emergiendo del coleóptilo; las plántulas anormales presentan defectos en las características antes mencionadas. Finalmente consideran que las semillas

latentes son aquellas que permanecen intactas al final de la prueba de germinación y no presentan síntomas de muerte.

La germinación de semillas de especies forrajeras tropicales solamente ocurre bajo ciertas temperaturas, y esta puede variar de acuerdo a la especie que se trate, para el caso de *C. gayana*, varía de 25 a 35 °C, siendo la óptima de 30 °C mejorándose notablemente la germinación con el uso de temperaturas alternas (Jiménez, 1990) y utilizando un periodo de maduración pos cosecha que puede ser de 6 a 12 meses de efectuada la cosecha (Bogdan, 1977).

Por su parte, la AOSA (1983), señala que las pruebas de germinación para *C. gayana* deberán realizarse en sustrato sobre papel y arena con temperaturas que van de 20 a 35 °C, debiendo utilizar previamente un método para romper la latencia como el pre secado, pre enfriamiento y nitrato de potasio.

Lahiri y Kharabanda (1963), encontraron que la sustancia inhibidora de la germinación era soluble en agua y que este inhibidor puede ser un mecanismo de adaptación de la semilla, evitando que esta germine bajo el efecto de lluvias ocasionales, haciéndolo solo cuando las condiciones de humedad sean apropiadas para la implantación de la especie.

Según Ayerza (1981), considera que no se debe utilizar cajas Petri con papel filtro húmedo, para las pruebas de viabilidad, dado que el inhibidor es soluble en agua y no se puede lixiviar, obteniéndose bajos porcentajes de germinación, finalmente recomiendan la siembra en arena como el método más adecuado.

4.6 Vigor

El termino vigor fue definido por Perry (1973), como una “propiedad fisiológica determinada por el genotipo y modificada por el ambiente, la cual determina la habilidad de una semilla para producir rápidamente una plántula en el suelo, además de tolerar un amplio rango de factores ambientales”.

El termino vigor es considerado por la AOSA (1983), como aquellas propiedades de la semilla, que determinan el potencial para una rápida y uniforme emergencia y desarrollo de plántulas normales, bajo un amplio rango de condiciones de campo. Por otra parte se considera que uno de los principales síntomas de disminución del vigor de una semilla, es el retraso en el proceso de germinación, que ocasiona des uniformidad en la germinación, considerándose a estas dos características como indispensables.

Por su parte Whalley et al. (1966), indican que la velocidad de germinación es una característica importante en el establecimiento de una especie, ya que una semilla que germina en forma rápida hace un uso más eficiente de la humedad disponible en el suelo, siendo esto más acentuado en zonas áridas donde la humedad es limitada.

4.7 Latencia

Ferguson y Sánchez (1986), indican que la latencia es una condición interna de una semilla viable, o de su etapa de desarrollo que impide su germinación aunque se le proporcione humedad y temperaturas adecuadas.

Moreno (1984), señala como una semilla latente a aquella cuya germinación es impedida por mecanismos propios internos, y como semilla con

letargo a aquella capaz de germinar de inmediato cuando se le expone a condiciones ambientales adecuadas. Indica además que la diferencia estriba en que en las primeras el control de la germinación se debe a mecanismos internos y en las segundas a factores ambientales externos a la semilla.

Sánchez (1976) y Whyte et al. (1959), indican que los factores más importantes que afectan la germinación de las semillas de especies forrajeras como el zacate Buffel y Rhodes, son los inhibidores propios del embrión o de las estructuras como la gluma, lema y palea que los rodea y que se puede acortar el letargo al quitar estas partes.

Por su parte Ludlow (1976), considera que las envolturas de la semilla del zacate Rhodes impiden un adecuado contacto con el agua de la superficie del suelo, evitando o retrasando así la germinación hasta que exista una adecuada humedad.

En un estudio realizado por Herrera (1995), con el objeto de romper la latencia de semilla de zacate Rhodes y promover la germinación bajo condiciones de laboratorio, encontró que la semilla almacenada por seis meses y tratada con temperaturas de 5 °C durante una semana, mostró promedios de capacidad de germinación e índice de velocidad de germinación a los ocho días de 72.9 y 9.52 por ciento respectivamente. Por otro parte al evaluar bajo condiciones de invernadero encontró medias de 71.5 para capacidad de germinación a los 10 días y 16.3 para índice de velocidad de emergencia.

Con respecto a los estándares de calidad de semillas en especies forrajeras, diversos países han establecido normas estrictas para el comercio de semillas, las cuales pueden ser apoyadas por estándares fijos para cada especie (Jiménez, 1990).

En México los estándares para semillas forrajeras no se han fijado debido a la falta de garantías en un abasto suficiente de semilla, es decir, que en situaciones de déficit es muy difícil establecer normas rigurosas de control. Sin embargo, Ayerza (1981) menciona que la Productora Nacional de Semillas (PRONASE), estableció como norma para la comercialización de zacate Rhodes, cualquier combinación de pureza y germinación que arroje el 40 por ciento de semilla pura viable.

Dado que algunas determinaciones son más importantes en el análisis de la calidad, generalmente tiende a observarse la variabilidad o respuesta en esa característica específica. Las variables sobre las que hay mayores efectos negativos de los elementos externos como la temperatura y la humedad, son la germinación, pureza y viabilidad (Jiménez, 1990).

En general se puede considerar que la calidad de la semilla es afectada por el manejo del semillero, densidad de población, fertilidad y humedad del suelo, ataque de plagas y enfermedades, momento y método de cosecha, métodos de beneficio y manejo posterior del producto (Jiménez, 1984).

4.8 Concepto de Semilla

Delorit (1983), define a la semilla como un óvulo maduro que consiste en una planta joven durmiente y una provisión de alimentos, encerrados ambos por la cubierta de la semilla.

Moreno (1996), considera que en términos agronómicos y comerciales se conoce como semilla a toda clase de granos, frutos y estructuras más complejas (unidad semilla) que se emplean en las siembras agrícolas. Botánicamente una semilla verdadera es un embrión en estado latente, acompañado o no de tejido nutritivo y protegido por el epispermo.

La U.S.D.A. (1965), menciona que la semilla consiste de un embrión con una reserva alimenticia en forma de endospermo y tejido nuclear rodeados de uno o dos integumentos o cubiertas de semilla. Sin embargo, pueden faltar, ya sea el endospermo o el tejido nuclear, o ambos, en cuyo caso la reserva alimenticia queda contenida en los cotiledones del embrión.

Besnier (1989), define a la semilla como unidad de diseminación y reproducción sexual de las plantas superiores, procedentes del desarrollo de los óvulos de sus flores. Están compuestas de uno o varios embriones, reservas nutritivas y una o varias capas protectoras originadas a partir de los tegumentos del óvulo, del ovario, de los tejidos de otras partes de la flor, e incluso, de la inflorescencia.

Metcalf (1976); Marroquín et al. (1981) y Felfoldi (1983), coinciden en definir a las semillas forrajeras como las espiguillas con lema y palea incluyendo una carióspside (*Panicum coloratum* y *Chloris gayana*); flósculos bisexuales con lema y palea, sin aristas, que contengan carióspside (*Cenchrus ciliaris* y *Dichanthium aristatum*); flósculos bisexuales inferiores sin arista, con carióspside y sin los flósculos masculinos estériles.

4.9 Calidad de Las Semillas

De acuerdo al Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT, 1991), la calidad de las semillas es el conjunto de cualidades fisiológicas, genéticas, físicas y sanitarias, que dan su capacidad para dar origen a plantas productivas.

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

4.10 Calidad Física

La pureza física nos indica el grado de contaminación que existe en un lote de semillas. El peso de la semilla es también un indicador de calidad ya que el tamaño y peso de las semillas influyen en el vigor.

Andrews et al. (1997), considera que la semilla puede alcanzar una calificación de calidad determinada de acuerdo a su pureza, germinación, apariencia, uniformidad, contaminación de semillas de malezas, insectos, materia inerte, asociación con enfermedades, daño mecánico, estado de madurez, grado de deterioro.

Ferguson (1990), asegura que el objetivo de un análisis de semilla es medir la condición física y fisiológica de las mismas mediante pruebas de laboratorio.

Jiménez (1990), menciona que uno de los criterios más simples para analizar la calidad de la semilla es el reconocimiento de la presencia de grano, mediante el frotado manual de la semilla cosechada, el cual es fácilmente aplicado en *Festuca arundinacea*, *Eragrostis curvula*, *Cenchrus ciliaris*, *Bouteloua gracilis* y *B. Curtipendula*.

4.11 Calidad Genética

La calidad genética representa el primer componente de calidad de la semilla; determina en gran medida su capacidad para producir plantas con las mismas bondades genéticas a través del tiempo.

4.12 Calidad Fisiológica

El CIAT (1991), asegura que una buena calidad fisiológica implica integridad de estructuras y procesos fisiológicos que le permiten a la semilla mantenerse no solo viva, sino con alto índice de vitalidad. El resultado tangible de la calidad fisiológica está en la capacidad de la semilla para germinar, emerger y dar origen a plantas uniformes y vigorosas.

4.13 Concepto de Germinación

Delorit (1983), considera que la germinación se efectúa cuando las condiciones se vuelven favorables, a la planta joven y durmiente o el embrión principia a crecer. Este cambio de la condición durmiente a una actividad y crecimiento es llamado germinación.

Según Besnier (1989), la germinación comienza cuando, en la semilla aletargada o en reposo se activa la maquinaria bioquímica conservada y se desencadenan los procesos metabólicos, dando origen a una nueva planta.

Humphreys (1980), menciona que la germinación de las semillas se mide en porcentaje y se refiere a la proporción de semillas puras que germinan, en un lapso de tiempo determinado bajo condiciones estándar de laboratorio. Además señala que desde el punto de vista de calidad de la semilla, esta se define por la proporción de semillas en una muestra, capaces de germinar y formar nuevas plantas y por la proporción de semillas de otras especies, material muerto, semillas rotas, tierra, piedras, insectos y residuos vegetales incluidos como impurezas.

Whyte (1975), menciona que durante la germinación se produce una absorción de agua que va seguida de la movilización de las reservas de hidratos de carbono. La coleorriza crece atravesando el tegumento de la

semilla, dando origen a una o más raíces seminales, y el coleóptilo y la plúmula se alargan sucesivamente.

Moreno (1996), lo define como la emergencia y desarrollo de aquellas estructuras esenciales que provienen del embrión, y que son manifestaciones de la habilidad de la semilla para producir una planta normal bajo condiciones favorables.

Hartman y Dale (1982), describen tres estadios en el proceso de la germinación, que son:

- En el primer estadio la semilla seca absorbe agua con lo que el contenido de humedad aumenta y se estabiliza.

Por otra parte menciona que los componentes del sistema para sintetizar proteínas de las células se activan, permitiendo la continuación de esta actividad; las enzimas producidas controlan las actividades metabólicas de la célula.

- El segundo estadio implica digestión y translocación. Por la síntesis aparecen enzimas que empiezan a digerir materiales de la reserva nutricional para transformarlos en compuestos más sencillos.

Estos compuestos son translocados al punto de crecimiento del eje embrionario para ser utilizados en el crecimiento y formación de nuevas partes de la planta.

- En el tercer estadio se produce la división celular en los puntos de crecimiento separados del eje embrionario, seguida de la expansión de las estructuras de la plántula.

Según la International Seed Testing Association (ISTA, 1985), el ensayo de germinación incluye la determinación de plántulas normales, anormales y semillas latentes. Las plántulas normales deberán presentar un sistema radicular bien desarrollado, plúmulas intactas con una hoja verde bien desarrollada dentro o emergiendo de coleóptilo. Mientras que las plántulas anormales son las que presentan defectos en las características anteriormente descritas.

Por último las semillas latentes son las que permanecen intactas al final de la prueba de germinación sin presentar síntomas de muerte.

4.14 Definición de Latencia

La latencia es un término difícil de definir, si bien se ha formulado multitud de definiciones (Amen, 1968). Hay dos causas generales de la latencia. El crecimiento puede detenerse por condiciones externas, como la temperatura o el suministro desfavorable de agua o bien, por factores internos que impiden el crecimiento, aun cuando las condiciones ambientales sean favorables.

Moreno (1996), menciona que se denomina así a las semillas viables que no germinan aun cuando estén bajo las condiciones que se especifican para dicha especie. La viabilidad de estas semillas se puede determinar con la prueba de tetrazolio y su germinación se puede acelerar mediante escarificación y aplicación de sustancias promotoras de la germinación.

Para la U.S.D.A., el término “estado latente” o “latencia” se emplea para describir dos condiciones inactivas. Una que resulta de las condiciones desfavorables del medio ambiente. Y la otra causa por obstáculos internos. Los analistas de semillas consideran como semillas latentes a aquellas que son

potencialmente viables pero que no germinan con prontitud cuando se les coloca bajo condiciones favorables de temperatura, a menos que hayan sido sometidas a algún tratamiento especial.

Robles (1985), afirma que la latencia de las semillas de este pasto es un gran problema, ya que aun cuando dichas semilla son viables y puestas en condiciones favorables, no germinan. White, dice que existe un inhibidor químico en este pasto, el cual se encuentra en las espiguillas, localizado en las glumas, lemas y paleas, ya que el letargo se acorta al quitar esas partes.

Roberts (1972), la define en forma práctica como el estado en el cual una semilla viable no germina aun cuando se encuentra en condiciones favorables para germinar, esta es, cuando se encuentra bajo temperatura, humedad y oxígeno adecuados.

Copeland (1976), menciona que cuando una semilla se le dan condiciones de humedad, oxígeno, luz y temperatura favorables para su germinación y no inicia dicho proceso es debido a la presencia de latencia en la semilla o pérdida de viabilidad.

4.15 Tipos de Latencia

Copeland y Mc Donald (1985), la clasifican en latencia primaria y secundaria; mencionan que la latencia primaria generalmente se refiere a la dureza de la cubierta de la semilla, impermeabilidad a gases y agua, y presencia de inhibidores; en cuanto a latencia secundaria, esta se presenta espontáneamente en algunas especies debido a cambios fisiológicos y bioquímicos.

Weaver (1996), divide a la latencia en dos tipos. El primer tipo de latencia se denomina quiescencia y se encuentra bajo control exógeno; el segundo tipo se denomina reposo y se encuentra bajo control endógeno.

Los trabajos de Hein, citados por Ayerza (1981), suponen dos clases de latencia: mecánico por resistencia de las cubiertas de las semillas, y fisiológico, debido a la presencia de inhibidores en la semilla o embriones maduros.

Low (1985), menciona cinco tipos de latencia que son:

- Embrión Rudimentario: El embrión no ha completado su desarrollo cuando la semilla es desprendida de la planta. Este tipo de latencia ocurre en las orquídeas y algunas malváceas, las cuales producen bayas que cuando maduran aun contienen embriones inmaduros que no germinan inmediatamente
- Testa Dura: Es la restricción física que impide la expansión del embrión, ya sea por:
 - La lema y la palea, en gramíneas como *Brachiaria spp.*
 - La cubierta de la semilla como el coco, enebro y avellana, en los cuales puede haber ocurrido la imbibición pero fue insuficiente y no puede ejercer presión suficiente para atravesar la testa. En estos casos se requiere de un periodo de maduración después de la cosecha para disminuir la latencia.
- Testa Impermeable: Esta característica produce un tipo especial de latencia inducido por la incapacidad de la semilla para embeber agua debido a la presencia de una cubierta impermeable. Esta condición se conoce como

semilla dura y se presenta generalmente en las leguminosas (fabáceas), con casos aislados en las malváceas, rosáceas y algunas familias de árboles. En este caso el embrión no está latente.

- Presencia de Inhibidores de la Germinación: Algunos químicos presentes en la testa de la semilla o en las estructuras que la rodean pueden interferir con el proceso de germinación. También la semilla en el campo puede tener contacto con químicos exudados por las raíces de otras plantas.
- Otros Tipos de Latencia: La luz y la difusión de los gases también son otros factores importantes; algunas semillas requieren luz para germinar, mientras que otras no germinan en su presencia. También la disponibilidad de oxígeno para los procesos de respiración puede afectar la germinación.

Bradbeer, (1988); Ramírez et al. (1988), clasifican la latencia de acuerdo a los mecanismos que la ocasionan como son:

Semillas Impermeables al Aire: Es la imposibilidad de las capas extraembrionarias para el intercambio gaseoso. En zacates y otras gramíneas, las membranas del pericarpio, cubierta y paredes celulares restringen el intercambio de oxígeno, evitando así la germinación. En este caso el embrión no se encuentra latente.

Semillas Impermeables al Agua: Las capas exteriores de la semilla impiden la penetración del agua, debido posiblemente a la presencia de sustancias hidrofóbicas en la cubierta, esta semilla se conoce como semilla dura (no inhiben cuando están dentro del agua). En este caso el embrión no se encuentra latente.

La impermeabilidad no necesariamente está en la testa, se puede encontrar en el pericarpio, perispermo y endospermo y en otras estructuras reguladoras del intercambio de humedad, como el hilium.

Semilla Fotoblastica: Son las que requieren condiciones especiales de intensidad, duración y calidad de luz para germinar, y que cuando no se les proporciona, la germinación es impedida.

Latencia Morfológica: La que puede ser por embrión rudimentario o por embrión inmaduro. En el primer caso, es apenas un preembrión, muy pequeño y no presenta estructuras bien definidas. Puede ser ocasionado por inhibidores en el endospermo, como consiguiente, no hay diferenciación y desarrollo suficiente. En el segundo caso, el embrión es más grande que el anterior, pero no ha madurado lo suficiente, de tal forma que no llena completamente la cavidad de la semilla.

Latencia Mecánica: En las semillas que la presentan, las cubiertas son demasiado gruesas o fuertes que impiden la expansión del embrión durante el proceso germinativo, aquí la semilla puede permitir el acceso al agua, sin embargo, la germinación no llega a ocurrir, así como el intercambio de oxígeno. Este tipo es menos frecuente.

Latencia del Embrión: Puede estar ubicada total o únicamente en algunas partes de él, por ejemplo, hipocotíleo y radícula, y puede ser ocasionada por inhibidores químicos. Este tipo de latencia se encuentra generalmente en árboles de clima frío y plantas ornamentales; también existe en zonas templadas, en donde en forma natural, las especies invernan y germinan en primavera. Esto no es del todo claro, parece ser que las bajas temperaturas promueven la formación de giberelinas, indispensables en la germinación.

Combinación de Dos o más Mecanismos: En este caso la latencia puede ser de la cubierta o del embrión o alguna parte de él; el tratamiento en este caso debe considerar primero inhibir la impermeabilidad y después promover al embrión mediante la estratificación.

Koller (1972), describe a la latencia en dos tipos: latencia primaria y latencia secundaria, definiéndolas de la siguiente manera:

Latencia Primaria: Una condición manifestada por la unidad de dispersión madura a temporadas de cosecha.

Sussman y Halvorson (1966), citados por Reyes (1993), asumen que la latencia primaria o innata es un estado donde el desarrollo es retrasado a causa de una propiedad intrínseca del órgano latente u organismo, así, como la presencia de un bloqueo metabólico.

Latencia Secundaria o Inducida: Un tipo de latencia que aparece en la semilla cuando esta es inhibida a germinar bajo condiciones desfavorables del medio ambiente.

Khan (1981), se refiere a aquella que se desarrolla dentro de la semilla después de que se ha removido la planta y que ha sido expuesta a condiciones ambientales desfavorables.

4.16 Causas de Latencia en Semillas

El hecho de que las semillas aparentemente maduras no germinen puede deberse a un factor o una combinación de factores (Weaver, 1996). Las causas principales del letargo de las semillas son:

- Embriones rudimentarios.
- Embriones fisiológicamente inmaduros.
- Cubiertas o integumentos de semillas mecánicamente resistentes.
- Cubiertas impermeables de semillas.
- Presencia de inhibidores de la germinación.

Según Curtís y Clark, citados por Ayerza (1981), las causas de la latencia son:

- Impermeabilidad de las cubiertas.
- Impermeabilidad al oxígeno.
- Bajas temperaturas después de las cosechas.
- Luz.
- Inmadurez de los embriones.

Clasificación de las causas de la latencia de acuerdo a Nikolaeva (1977).

- Latencia por cubierta de la semilla.
- Latencia morfológica.
- Latencia interna.
- Latencia doble.
- Latencia secundaria.

Las causas de latencia debido a las cubiertas del embrión las divide a su vez en tres tipos:

- Latencia Mecánica: La cubierta es demasiado dura como para permitir que el embrión se expanda durante la germinación. Una vez que el agua ha

sido absorbida por la semilla, la fuerza expansiva de la germinación rompe la cubierta y desgarrar cualquier parte externa.

- **Latencia Química:** Las sustancias inhibidoras de la germinación se producen y acumulan en el fruto, así como en las cubiertas de las semillas, cuando las cubiertas de los frutos se quedan adheridos a la semilla, algunas de las sustancias asociadas con la inhibición de la germinación pueden persistir hasta el periodo de la germinación, pudiendo ser diversos fenoles y ácido abscísico.
- **Latencia Física:** El embrión se encuentra encerrado en una cubierta que conserva a las semillas con un bajo contenido de humedad por largo tiempo aun a temperaturas altas.

4.17 Tratamientos para Romper la Latencia

Los tratamientos usados comúnmente para superar la latencia son el enfriamiento previo, el uso alternado de temperaturas altas y bajas durante el periodo de la prueba, el humedecimiento del sustrato con una solución diluida de nitrato de potasio y el secado previo (U.S.D.A., 1965).

La Asociación Internacional de Ensayos de semillas (ISTA, 1985), describe que los tratamientos para romper la latencia en semillas con latencia fisiológica son:

- **Almacenamiento en Seco:** Este es utilizado en especies en donde la latencia es de corta duración. Para lo cual solo se requiere que la semilla sea almacenada en un lugar seco por un periodo corto, para que la latencia pueda ser superada en forma natural.
- **Pre enfriamiento:** Las semillas que serán sometidas a germinación se colocan en contacto con un sustrato húmedo, para situarse a una temperatura baja por un periodo previo antes de ser cambiadas a una

temperatura óptima para la germinación. Las semillas agrícolas son comúnmente mantenidas a temperaturas de entre 5 – 10 °C por un periodo inicial de 5 a 7 días. En algunos casos se requiere aumentar el periodo de pre enfriamiento de acuerdo al comportamiento de las semillas.

- **Luz:** Las semillas en ensayos de germinación a temperaturas alternas, deberán ser iluminadas cuando menos 8 horas en ciclos de cada 24 horas durante el periodo de alta temperatura. La intensidad de la luz debe de ser de aproximadamente 750 – 1250 lux de lámparas de luz blanca. Se recomienda especialmente para ciertos pastos tropicales y subtropicales.
- **Nitrato de Potasio (KNO₃):** Este es utilizado en lugar de agua para saturar el sustrato germinativo al inicio de la prueba; se aplica una solución de 0.2 % de KNO₃. El agua se utiliza para humedecer posteriormente el sustrato.
- **Ácido Giberélico (GA₃):** Es usado para una gran diversidad de especies que presentan latencia fisiológica. El sustrato germinativo es humedecido con una solución de GA₃ al 0.05 %. Cuando la latencia es débil, con un 0.02 % de concentración es suficiente; al contrario, cuando es muy fuerte, puede utilizarse hasta una concentración de 0.1 %.

En el Manual de Análisis de Semillas Moreno (1976), menciona los siguientes tratamientos para romper la latencia en semillas:

- **Escarificación y Ruptura de la Cubierta de las Semillas:** Las semillas se frotran en superficies abrasivas para ocasionar pequeñas aberturas en la cubierta de la semilla. En gramíneas, la latencia en muchos casos es superada mediante la ruptura de la cubierta en la proximidad del embrión.
- **Escarificación con Ácido:** Las semillas se sumergen en ácido sulfúrico concentrado, de 10 – 60 minutos, dependiendo de la cubierta de la semilla. Al disolverse su cubierta, la semilla es permeable al agua y oxígeno.
- **Alternancia de Temperaturas:** Para la germinación de gramíneas recién cosechadas que presentan latencia, se recomiendan temperaturas alternantes, entre ellos 15 – 25 °C, 15 – 30 °C y 20 – 35 °C.

- **Uso de Nitrato de Potasio (KNO₃):** El uso de una solución al 0.02% de KNO₃, para el humedecimiento inicial del sustrato en las pruebas de germinación, es recomendable para superar la latencia de semillas, especialmente en las gramíneas.
- **Pre enfriamiento:** Se recomiendan temperaturas de 5 – 10 °C por periodos de 5 – 30 días, generalmente 3 a 7 días son suficientes. En algunos casos es necesario prolongar el periodo de enfriamiento o repetirlo.
- **Secado:** Las semillas son colocadas a una temperatura que no exceda los 40 °C (35 – 40 °C), bajo continua circulación de aire, durante un periodo hasta de 7 días. Después se someten a la prueba de germinación.
- **Luz:** Muchas gramíneas responden al tratamiento con luz, se recomiendan lámparas fluorescentes de luz blanca.
- **Lavado de Semillas:** Cuando existe la presencia de inhibidores de la germinación, el lavado de las semillas con agua, antes de efectuar la prueba de germinación, elimina este problema, en muchos casos.

El éxito de todos los métodos empleados para romper la latencia en las semillas depende de algunas alteraciones en la integridad física de la cubierta de las mismas, o bien, de la eliminación de barreras que provoquen la producción de inhibidores de la germinación y eviten la hidratación y crecimiento del embrión, ya sea en forma física (uso de temperaturas o escarificación) o bien en forma química (promotores de la germinación).

Los tratamientos empleados comúnmente para romper la latencia en semillas son:

Escarificación Química: La escarificación química es utilizada para el tratamiento de semillas duras; consiste en la aplicación de sustancias químicas, para provocar la permeabilidad de la cubierta y favorecer la entrada de agua y oxígeno al embrión, generalmente se usa ácido sulfúrico.

En este tratamiento la semilla se remoja en una solución concentrada de ácido sulfúrico por periodos de tiempo que varían para cada especie; en gramíneas forrajeras el ácido disuelve el lema y la palea de la cariósida y agrieta, debilita y adelgaza los tegumentos aumentando la permeabilidad. Es importante conocer el tiempo óptimo de escarificación para cada especie, para evitar provocar daños al embrión.

Ramos y Romero (1976), mencionan que si se desea acortar el tiempo de reposo en la semilla de zacate *Brachiaria decumbens*, la escarificación química con ácido sulfúrico por 2.5 a 10 minutos de contacto, disminuye significativamente ($P > 0.05$) el tiempo de latencia manteniendo este efecto hasta por cuatro meses.

La escarificación con agua es también una de las técnicas más ampliamente usadas, consiste en sumergir la semilla en agua durante cierto tiempo, para acelerar el proceso de imbibición o para mejorar las características de la cubierta.

Este método también puede lixiviar inhibidores químicos de la germinación. El agua puede ser caliente o a temperatura ambiente, generalmente es utilizada en especies cuya semilla presenta impermeabilidad de la cubierta, pero además solo es aplicable a semillas que toleran el agua caliente sin sufrir daños en el embrión, como las leguminosas. El agua a punto de ebullición se usa en leguminosas forrajeras con testa dura.

Rodríguez et al. (1983), al trabajar con *Leucaena leucocephala* encontraron que la mejor respuesta al tratamiento con agua caliente se obtuvo cuando la semilla permaneció inmersa por 5 minutos en agua a 60 °C. Mott y McKean (1979), trataron semilla de leguminosas tropicales (*Stylosanthes*

humilis, *S. viscosa*, *S. scabra* y *S. hamata*) con agua caliente a diferente temperatura y encontraron que la mejor respuesta se obtuvo con el agua a 85 °C por 1 a 2 horas seguido de enfriamiento a temperatura ambiente.

Escarificación mecánica: La semilla de muchas gramíneas contiene una cariopsis bien recubierta por glumas fuertes, la plúmula y la radícula pueden emerger solo si logran separar la lema y la palea; entonces, debido a que dichas glumas están muy ajustadas se detiene la expansión de la plúmula y de la radícula.

Este tratamiento se usa en semillas duras o impermeables, con el objeto de alterar la integridad física del pericarpio o cubierta. Esto permite la absorción de agua y oxígeno, eliminando así mismo la restricción mecánica. El tratamiento consiste en frotar las semillas en superficies abrasivas o bien golpearlas. El tiempo de escarificación es variable para cada especie ya que depende del grosor y resistencia de la cubierta, sin embargo, el exceso puede dañar la semilla reduciendo el poder germinativo.

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

Tratamiento con Temperaturas: Dentro de las gramíneas forrajeras existen especies en las cuales la germinación ocurre solamente bajo ciertas temperaturas, e incluso, en la mayoría de los casos, en temperaturas alternas resultan mejores germinaciones que en temperaturas constantes.

Altas temperaturas de almacenamiento o secamiento (40 – 50 °C) durante varios días o semanas rompe la latencia de las semillas. No se sabe

aún si la respuesta de la semilla se debe a la pérdida de humedad o a la exposición a alta temperatura.

El almacenamiento a bajas temperaturas (0 a 10 °C) o el enfriamiento de semillas embebidas durante días o meses, puede romper la latencia en algunos casos. Para el caso del centeno y la avena, por ejemplo, es necesario enfriar a 5 °C durante cinco días.

Herrera (1995), trabajando con Buffel, Rhodes y Pretoria 90, reportan cambios en la semilla como respuesta a temperaturas alternas, a varios tiempos de almacenamiento después de la cosecha, siendo favorable después de un mes.

Bilbao y Matías (1979), recomiendan tratar la semilla de zacate *Rhodes* con temperaturas alternas de 3 °C por 24 a 36 horas y 30 a 37 °C por 24 horas, ya que fue el tratamiento con que se tuvo mejor porcentaje de germinación en esta especie.

Tratamiento con Promotores de Germinación: Los promotores de germinación más comúnmente usados son compuestos como: el ácido Giberélico, ácido absicico, citosinas, etileno, hipoclorito de sodio, nitrato de potasio y cloroformo.

El ácido giberélico es una hormona vegetal recomendada por la ISTA (1985) para romper latencia fisiológica ocasionada por requerimientos de luz y temperatura. Este actúa en la inducción de enzimas de los cromosomas y activa enzimas que actúan en la movilización de las reservas. El ácido absicico contrarresta el efecto de las giberelinas; se considera como uno de los principales inhibidores endógenos siendo el responsable de la presencia de latencia en algunas semillas como *Onopodium nervosum* (Pérez-García y

Durán, 1990). Las citocininas, cuyos productos comerciales son la benciladenina, cinetina, tiourea y difenilurea, contrarrestan el ácido absicico dejando funcionar las giberelinas.

El producto comercial Biozyme pp es un estimulante de la germinación elaborado con extractos de origen vegetal, los cuales son utilizados como fuentes naturales de citoquininas, auxinas y enzimas, que promueven una mayor velocidad de germinación, mejor desarrollo del sistema radicular y del talluelo (Rosenstein, 1999).

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

El etileno es de origen natural y promueve la germinación. El nitrato de potasio, se usa por lo general en zacates de clima templado aunque no se conoce bien su mecanismo de acción.

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

Manjarrez (1996), trabajando con semilla de *Brachiaria brizantha*, *Adropogon gayanus* y *Cenchrus ciliare*, reporto que al aplicar en la primera especie la escarificación mecánica combinada con ácido giberélico por 30 minutos rompió la latencia. Bilbao y Matías (1979), trabajaron con semilla de

zacate Buffel con temperaturas alternas y encontraron que el efecto se mantiene en la semilla hasta los cuatro meses de almacenamiento.

Hatterman et al. (1996) trabajaron con semilla de *Erichloa villosa*, y encontraron que la semilla latente intacta no respondió a ningún régimen de temperatura y concentración de oxígeno atmosférico. Sin embargo, la escarificación mecánica incremento en un 85 por ciento la germinación de la semilla latente. La concentración de oxígeno atmosférico en la semilla escarificada incremento un 10 por ciento adicional en la germinación. De este estudio se concluye que la disponibilidad de oxígeno en el embrión de semilla de zacate *E. villosa* puede inhibir la germinación.

Lima et al. (1996) al trabajar con semilla de *Brachiaria decumbens* la cual se almaceno 2 y 24 meses, se escarificó manualmente para remover sus glumas y se trató con H_2O_2 , KNO_3 , KCN, etanol y H_2SO_4 con temperaturas constantes de 15, 25 y 35 °C, temperaturas alternas 15/35 °C y 25/35 °C con luz blanca, roja, muy roja y en la oscuridad. Encontraron que la temperatura y luz no afectaron el porcentaje de germinación, la escarificación incremento significativamente el porcentaje de germinación. La solución de KCN (un inhibidor respiratorio) y H_2O_2 (un agente oxidante) redujeron parcialmente la latencia de semilla almacenada durante dos meses.

Castro et al. (1996), en un experimento con semilla de *Brachiaria decumbens* almacenada por dos meses, realizaron una prueba de germinación estándar y con tetrazolio con y sin previa exposición a peróxido de hidrógeno por 15 horas, escarificación mecánica por 20 segundos y puestas en agua a 70 °C por 60 segundos. Encontraron que todos los métodos rompieron la latencia impuesta por la capa impermeable de la semilla, y la escarificación mecánica fue el método más efectivo para incrementar el porcentaje de germinación.

Ponzio (1998), trabajo con lotes de semilla de zacate *Cladium jamaicense* colectadas en dos años (91 y 95) a la cual se aplicaron varios tratamientos para romper latencia. Los tratamientos fueron: escarificación con lija, inmersión en agua caliente, secado con calor, tratamiento con ácido nítrico, hipoclorito de sodio, frió, GA₃, nitrato de potasio y la combinación de tratamientos. El secado con calor, escarificación y combinación de tratamientos redujeron significativamente la germinación. El tratamiento con cloro incrementó significativamente la germinación en un 80 por ciento.

McIntyre et al. (1996), en un experimento con *Avena Fatua* donde se utilizaron 50 a 100 ml de KNO₃ diluidos en 500 ml de agua para promover la germinación, encontraron que el tratamiento de las superficie abaxial de la cariósida con esta solución incremento el porcentaje de germinación. La germinación inducida por la aplicación de agua a la semilla escarificada se incrementó con el tratamiento previo de KNO₃.

5. MATERIALES Y METODOS

5.1 Ubicación del Experimento

El presente trabajo fue realizado en el laboratorio de ensayo de semillas del Centro de Capacitación y Desarrollo de Tecnología de Semillas de la Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro”, en Buenavista, Saltillo, Coahuila, ubicada a los 25° 22’ de latitud norte y 101° 00’ de longitud oeste, con una altitud de 1742 msnm; presenta una temperatura media anual de 19.8 °C y precipitación promedio anual de 298.5 mm.

5.2 Material Genético utilizado en el estudio

Para el presente trabajo se utilizó semilla de una gramínea forrajera ampliamente difundida en terrenos de pastoreo en nuestro país, la cual se llama: zacate Rhodes el (*Chloris gayana* L.) variedad "bell".

Producto Utilizado

Se utilizó el producto comercial Acido giberélico a 750 ppm como coadyuvante de la germinación en semilla del zacate, dicho producto se utilizó de la siguiente manera. A la semilla de zacate se le sumergió por espacio de 30 minutos, una hora, dos horas y un testigo sin nada, esta operación genero cuatro tratamientos los cuales son

5.3 TRATAMIENTOS EN ESTUDIO

Tratamiento 1: Semillas completas sin tratar (Testigo).

Tratamiento 2: Semillas completas tratadas con ácido giberélico sumergidas a 750 ppm, por 30 minutos

Tratamiento 3: Semillas completas tratadas con ácido giberélico a 750 ppm, sumergidas por una hora.

Tratamiento 4: semillas tratadas con ácido giberélico a 750 ppm, sumergida por dos horas.

En este experimento para la evaluación de los diferentes tratamientos de la semilla de zacate Rhodes, la semilla se depositó en cajas Petri provistas de papel filtro. Se colocaron 10 semillas en cada caja con 3 repeticiones por tratamiento.

Una vez aplicados los tratamientos correspondientes, las cajas Petri fueron colocadas en una cámara germinadora a una temperatura constante de 25 °C (± 1) y a una humedad constante durante 21 días en la que se realizó la prueba de germinación.

5.4 Variables Evaluadas.

5.4.1 Capacidad de Germinación (CG %)

Esta variable, se obtuvo con el conteo a los 21 días (ISTA 1996).

Este dato se obtuvo con la siguiente fórmula:

$$CG = \frac{\sum (D_i - D_j)}{I}$$

D_i = semillas germinadas en el día I

I = número de días conteo des de la siembra de semilla

D_j = número de semillas germinadas en el conteo anterior al día I

5.4.2 Índice de velocidad de emergencia (IVE)

Para esta variable se determinó con los conteos hechos al cuarto, séptimo, décimo, décimo cuarto día y 21 días de las plántulas emergidas.

Fórmula:

$$IVE = \sum \frac{\text{número de plantas}}{\text{Día}} + \frac{\text{número de plantas}}{\text{día}}$$

5.5 Análisis Estadístico

Para analizar los datos obtenidos del presente trabajo de investigación, fueron analizados mediante el paquete estadístico SAS 9.4 (2014) y se utilizó un diseño completamente al azar, con cuatro tratamientos y tres repeticiones bajo el siguiente modelo estadístico.

Modelo Lineal:

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

Donde:

Y_{ij} = Variable observada

μ = Media general

α_i = Efecto de Tratamiento

E_{ij} = Error experimental

i = 1,2.....4 tratamientos

j = 1,2 y 3 repeticiones

Para realizar la de la de diferencias entre repeticiones y tratamientos, se utilizó la prueba de diferencia mínima significativa (DMS).

6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A continuación se presentan los resultados obtenidos en los siguientes cuadros y figuras para la especie evaluada zacate Rhodes (*Chloris gayana*), así como las variables estudiados.

Cuadro 1 Concentrado de resultados finales del efecto del ácido giberélico coadyuvante del % de Germinación e Índice de Velocidad de germinación en semilla de zacate Rhodes bajo condiciones de laboratorio.

TRATAMIENTO	% DE GERMINACIÓN	IVE
1. TESTIGO	40.0 A	0.44 A
2. G3 a 30min	60.0 B	0.88 B
3 G3 a 60min	60.3 C	0.93 C
4 G3 a 120min	40.3 D	0.81 D



Figura 1 . Resultado final del efecto del ácido giberélico a 750 ppm, sobre la germinación en semilla de zacate Rhodes bajo condiciones de laboratorio.

Cuadro 2 Análisis de varianza para la variable Índice de Velocidad Emergencia en semilla de zacate Rhodes bajo condiciones de laboratorio.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	3	3738.000	1246.000	23.81	0.0002
ERROR	8	41.000	52.000		
TOTAL	11	4156.000			
C. V.	10.78 %				

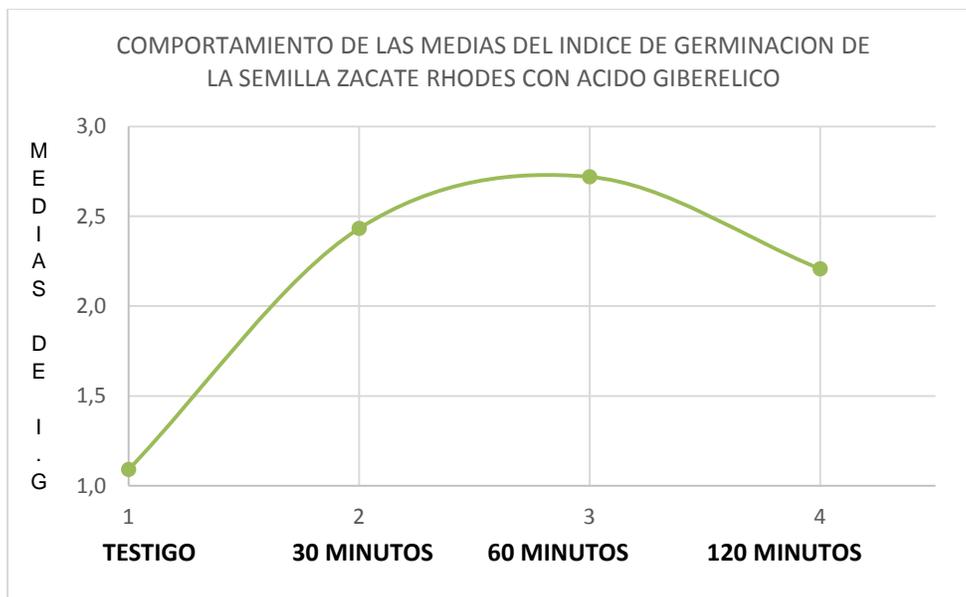


Figura 2 COMPORTAMIENTO DE LAS MEDIAS DEL ÍNDICE DE GERMINACIÓN DE LA SEMILLA ZACATE RHODES con A. GIBERÉLICO a diferentes tiempos de inmersión

6.1 Capacidad de Germinación (C.G. %)

De acuerdo a los resultados obtenidos y presentados en el cuadro 1, se concluye que el tratamiento 3 (semillas sumergidas por una hora), fue el más sobresaliente al obtener una germinación de 60.30; seguido del tratamiento 2 (semillas sumergidas por media hora) con una germinación de 60.00; mientras que el tratamiento 4 obtuvo una germinación de 40.30; finalmente con una germinación de 40.00 el tratamiento 1 (semillas sumergidas por dos horas) siendo éste el más bajo de los tratamientos con una diferencia inferior de 0.30% (testigo) (Figura 1).

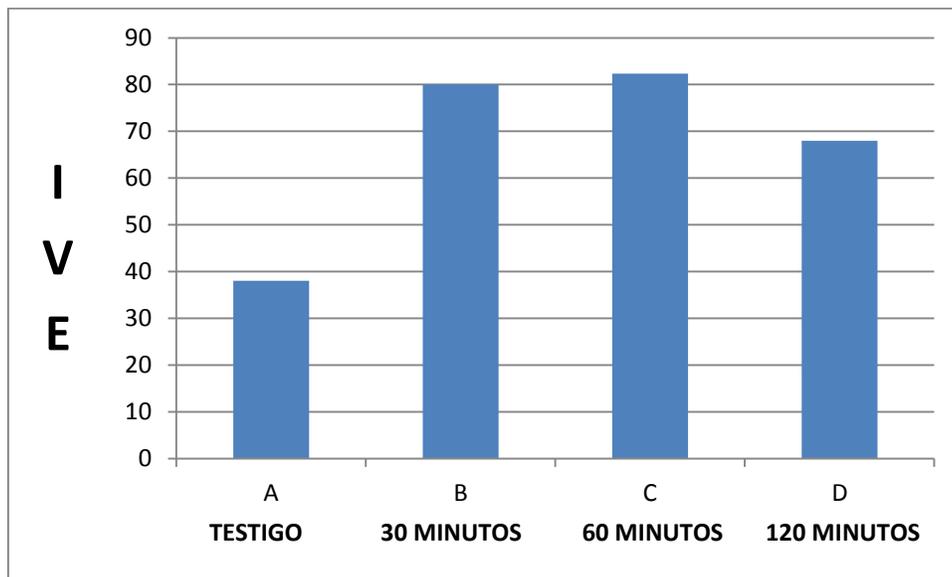


Figura 3 Resultado final del efecto del ácido giberélico a 750 ppm., sobre el índice de Velocidad de Emergencia en semilla de zacate Rhodes, bajo condiciones de laboratorio.

6.2 Índice de Velocidad de Emergencia (I.V.E.)

En la variable de índice de velocidad de emergencia, los tratamientos presentaron un comportamiento similar a la capacidad de germinación. En base a la comparación de medias (figura 3) y al análisis de varianza (Cuadro 2) se presentaron dos grupos estadísticos; en el primer grupo se encuentran el tratamiento de semilla sumergidas por una hora en ácido Giberélico (T 3), siendo el mejor con una media de 82.33%, siguiéndole el tratamiento de semilla sumergida por media hora en ácido giberélico (T 2) obteniendo una media de 80.00%; en el tercer lugar se encuentra la semillas sumergidas en ácido giberélico por 2 horas (T 4) con una media de 68.00%, y por último el tratamiento testigo (T 1) teniendo una media de 36.00%.

7. CONCLUSIONES

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

- La latencia de las semillas de zacate Rhodes, sí es modificada parcialmente por la inmersión de las mismas en ácido giberélico, en solución acuosa a 750 ppm.
- El mejor efecto positivo por la aplicación del biorregulador coadyuvante (ácido giberélico a 750 ppm) se observó en el tratamiento 3 con 60 minutos de inmersión, siendo el mejor en todas las variables evaluadas, en el índice de velocidad de emergencia.

- El tratamiento 2 semillas sumergidas por media hora en ácido giberélico a 750 ppm también mostró un efecto a un que ligeramente positivo por debajo del tratamiento 3, ya que en las variables evaluadas, presento un comportamiento inferior al tratamiento 3. Pero en capacidad de germinación gráficamente ligeramente igual.
- El tratamiento 4 semillas sumergidas por dos horas en ácido giberélico a 750 ppm también mostró un efecto positivo aunque por debajo del tratamiento 2, ya que en todas las variables evaluadas, presento un comportamiento inferior al tratamiento 3 y 2.
- El resultado del tratamiento 1 (Testigo) de semillas completas en donde solo se le aplicó agua, y se obtuvimos una germinación de 40 %.

8. RESUMEN

La presente investigación se realizó en el laboratorio de ensayo de semillas del Centro de Capacitación y Desarrollo de Tecnología de Semillas de la Universidad, Autónoma Agraria Antonio Narro con el objetivo de determinar el efecto de rompimiento de latencia y con la aplicación del biorregulador coadyuvante de la germinación en semilla de Zacate Rhodes (*chloris gayana*) variedad BELL, bajo condiciones de laboratorio. Se evaluaron cuatro tratamientos los cuales son, Tratamiento 1: Semillas completas sin tratar (Testigo), Tratamiento 2: Semillas completas tratadas con ácido giberélico sumergidas a 750 ppm, por 30 minutos, Tratamiento 3: Semillas completas tratadas con ácido giberélico a 750 ppm, sumergidas por una hora y Tratamiento 4: semillas tratadas con ácido giberélico a 750 ppm, sumergida por dos horas. Las variables evaluadas fueron la Capacidad de Germinación (CG %), Índice de Velocidad de Emergencia (IVE), la información obtenida fue analizada, mediante el diseño experimental completamente al azar, con dos repeticiones y se utilizó la prueba de DMS para obtener las diferencias entre repeticiones y tratamientos. Los resultados obtenidos indican que se presentaron diferencias significativas entre tratamientos, resultando en primer lugar el tratamiento 3, seguido de los tratamientos 2, 4 respectivamente, siendo el más bajo el tratamiento 1. Se concluye que el ácido giberélico tiene efecto en la eliminación de la latencia de esta la cual se encuentra normalmente en las estructuras lema y palea.

9. LITERATURA CITADA

- Amen, D. R. 1968. A model of Seed Dormancy. *The Botanical Review*. Vol. 34 No. 1. 31 p. USA.
- Andrews, T. S., C. E. Jones and R. D. Whalley. 1997. Factors Affecting The Germination of Giant Parratta Grass. *Australian Journal. of Experimental Agriculture*. Australia. 37:4,439-446.
- Association of Official Seed Analyst (AOSA). 1983. Seed Vigour Testing Contribution No. 32 to the Handbook on Seed Testing. USA. pp. 20-24.
- Bashaw, E. C. 1975. Problems and Possibilities of Apomixis in the Improvement of Tropical Forage Grasses. In: Doll, E. C. and G. O. Mott (Eds.) *Tropical Forages in Livestock Production Systems*. Am. Soc. Agronon. Special pub. Number 24. pp23-30.USA.
- Besnier, Romero Fernando. 1989. *Semillas Biología y Tecnología*. Ediciones Mundi-Prensa. España.
- Bogdan, A. V. 1977. *Tropical Pasture and Fodder Plants*. Logman Group Limited. Tropical Agriculture Series. Great Britain. 475 p.
- Bradbeer, J. W. 1988. Seed Dormancy and Germination. *British Library Cataloguing In Publication Data King's College London*. pp. 39-49.
- Cantú, B., J. E. 1989. 150 Gramíneas del Norte de México. Tesis. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Torreón, Coahuila, México. pp. 116.
- Castro, C. R., W. L. Calho; F. P. Reis and J. M. Braga. 1996. Overcoming Seed Coat Dormancy in Seeds of *Brachiaria Decumbens*. *Revista Ceres* 42.
- Centro Internacional De Agricultura Tropical (CIAT). 1991. *Elementos Esenciales para el Éxito de un Programa de Semillas*. Guía de Estudio para ser usada como complemento de la Unidad Audiotutorial. Cali. Colombia. pp. 7-9.
- Clayton, W. D. and S.A. Reinvoize. 1986. *Genera Graminum: Grasses of the World*. Royal Botanical Gardens Kem, London.
- Copeland, L. O. and M. B. Mcdonald.1985. *Principles of Seed Science and Technology*. 2a. De Burgess Publishing Company. Minneapolis, Minnesota. USA.

- Copeland, L.O. 1976. Principles Of Seed. Seed Science. And Technology.. Editorial Burges, Minneapolis, Minnesota. 1.73-88.
- Correl, D. S. and M. C. Johnson. 1970. Manual of the Vascular Plants of Texas. Texas Research Foundation, Renner, Texas.
- Cox, J. R. Martin, M. H. Ibarra, J. H. Fourie, N. F. Rethoman, G. R. and D. G. Wilcox. 1988. The Influence of Climate and Soils on the Distribution of Four African Grasses. Journal of Management Vol. 41:127-139. USA.
- Delorit, Richard J.1983. Producción Agrícola. Compañía Editorial Continental, S. A. de C. V. 7ª impresión. México.
- Duclos, B. H. 1969. Las Plantas Forrajeras Tropicales. Técnicas Agrícolas y Producciones Tropicales. Editorial Blume. pp. 63-64.
- Felfoldi, M. E. 1983. Manual de Definiciones de Semilla Pura. Instituto de Semillas y Plantas en Vivero. Madrid, España.
- Ferguson, J. E. 1990. Métodos de Cosecha Forrajeras. Taller "Avances en el Desarrollo del Suministro de Semillas Forrajeras Tropicales". Cuernavaca, Morelos, México. p15.
- Ferguson, J. E. y Sánchez, M. 1986. el Control Integral de Malezas en la Producción de Semillas Forrajeras. II Curso Intensivo sobre Producción de Semillas de Pastos Tropicales, noviembre 7. CIAT. Cali, Colombia. p 21.
- González D., J. R., S. Gómez M. y L. M. Cortes J. 1990. Tolerancia a Heladas y Producción de Forraje y Semilla de Líneas y Variedades de Zacate Rhodes. Revista Fitotecnia Mexicana. México. 13: 76-86.
- Hanson, A. A. 1972. Grass Varieties in the United States. Agricultural Research Service. USA.
- Hartman, H. T. y K. E. Oale. 1982. Propagación De Plantas, Principios y Practicas. Editorial Cecsca. México. pp. 162.
- Hartman, H. y D. Kester 1988. Propagación de Plantas. Compañía Editorial Continental, S. A. de C. V., México. pp. 760.
- Hatch, S. L. y M. A. Hussey. 1991. Origen, Taxonomía y Manejo de Praderas de Zacate Rhodes común en el Sur de Texas y México. Séptimo Congreso

- Nacional SOMMAP: Simposium Internacional. Aprovechamiento Integral de Zacate Rhodes. Cd. Victoria, Tamaulipas, México. p. 59
- Hatterman., H. Valenti; A. Bello and M. O. Owen. 1996. Physiological Basis of Seed Dormancy In Woolly Cupgrass (*Eriochloa villosa*). Weed Science. 44: 1.
- Herrera, C. F. 1995. Efecto de Diferentes Métodos para Romper Latencia de Semillas en Cuatro Especies de Gramíneas Forrajeras. Tesis de Maestría en Tecnología de Semillas. UAAAN. Buenavista; Saltillo, Coahuila, México.
- Humphreys, L. R. 1980. A Guide To Better Pastures for The Tropics and Subtropics. Wright Stepenson and Co. New South Wales, Australia. pp. 95.
- Huss, L. D. y E. L. Aguirre. 1974. Fundamentos del Manejo de Pastizales. ITESM. 6ª Edición. Monterrey, N. L., México.
- Hussey, M. A. and E. C. Bashaw. 1990. Avances en el Mejoramiento Genético del Zacate Rhodes. IV Conferencia Internacional de Ganadería Tropical. Cd. Victoria Tamaulipas, México. pp. 12-15.
- Ibarra, F. F., J. R. Cox y M. Martín R. 1991. Efecto del Suelo y Clima en el Establecimiento y Persistencia del Zacate Rhodes en México y Sur de Texas. Séptimo Congreso Nacional. SOMMAP: Simposium Internacional. Aprovechamiento Integral del Zacate Rhodes. Cd. Victoria, Tamaulipas. pp. 14-28.
- International Seed Testing Association (ISTA) 1985. International Rules For Seed Testing Seed Sci. And Tech. 4:1-177 Netherlands.
- Ivory, D. A. and Whiteman , P. C. 1978. Effect of Temperature on Growth of fine Subtropical Grasses. Effect of Day and Night Temperatures on Growth and Morphological Development. Journal of Plant Physiology. 52: 131-148. USA.
- Jaramillo, V. V. 1994. Revegetación y Reforestación de las Áreas Ganaderas en las Zonas Áridas y Semiáridas de México. COTECOCA-SARH. México. 48 p.

- Jiménez, M. A. 1984. Escarificación, Inoculación y Peletizado de Semillas de Gramíneas y Leguminosas Forrajeras Tropicales. Departamento de Zootecnia, Universidad Autónoma de Chapingo. México. p. 383.
- Jiménez, M. A. 1990. Semillas Forrajeras Para Siembra. UACH. Editorial Celsa Colosio Ruiz. México. pp. 84.
- Khan, A. A. 1977. The Physiology And Biochemistry of Seed Dormancy and Germination. The Sevier/North Holland Biomedical Press, USA pp. 30-50.
- Koller, D. 1972. Environmental Control of Seed Germination. In Seed Biology, Vol. 2. T. T. Kozlowsky. Ed. Academic Press, New York.
- Lahiri, A. N. and Kharabanda, B. C. 1963. Germination Inhibition in the Spikelet Glumes of *Lasiurus indicus*, *Cenchrus ciliaris* and *Cenchrus setigerus*. *Annals Arid Zone (India)*, 1:114-116.
- Le Page, D. M. 1990. Role Des Gibberellines Et De L's Acide Absissique Dans La Germination Et La Dormanes Des Semences: Pour Une Approche Dynamique. *Seed Science And Technology*. Vol. 18: 345-356. The Netherlands.
- Lima, V.L., and V. J. Cardoso. 1996. On The Germination and Dormancy of Dispersal Units of *Brachiaria Decumbens* Stapf. *Arquivos de Biología E Tecnología, USA*. 39:3, 359-606; 24.
- Low, H. 1985 *Análisis de Semilla*, Departamento de Industrias Primarias de Queensland. Meirs Road, Indooroopilly, Brisbane, Qld., Australia. 4068.
- Ludlow, M. M. 1976. Physiology of Growth and Chemical Composition. In *Pasture Research: Principles and Methods*. Common-Wealth. Agricultural Bureaux. Berkshire, England. 454 p.
- Manjarréz, S. M. 1996. Escarificación de Semillas como medio de Romper Latencia en Especies de Gramíneas Forrajeras Tropicales. Tesis de Maestría. UAAAN. Saltillo, Coahuila, México. p. 72 .
- Marroquín, T. A., M. Sánchez y J. Cachón. 1981. Consideraciones para la Obtención y Control de Calidad en Semillas de Pastos Tropicales.

- Primer Curso Avanzado En Protección y Control de Calidad en Semillas. Oct. 28 Nov 25 CIAT. Colombia.
- Mc Intyre G. I., A. J. Cessna and A. I. Hsiao. 1996. Seed Dormancy In *Avena fatua*: Interacting Effects Of Nitrate, Water And Seed Coat Injury. *Physiology Plantarum*. USA. 97:2, 291-302.
- Metcalf, S. D. 1976. *The Botany Of Grasses and Legumes*. The Iowa State University Press/Ames, Iowa, USA. pp. 190-290.
- Meyer, B. S., Anderson, D. B. y Bohning, R. H. 1972. *Introducción a la Fisiología Vegetal*. Universidad de Buenos aires, Argentina. pp. 59-63
- Moreno, Martínez Ernesto. 1976. *Manual para el Análisis de Semillas*. Productora Nacional de Semillas. México.
- Moreno, Martínez Ernesto. 1996. *Análisis Físico y Biológico de Semillas Agrícolas*. UNAM. 3ª Edición. México.
- Mott, J. J. and G. M. McKean. 1979. Effect of Heat Treatment In Breaking Hard Seed Endness In Four Species of *Stylosanthes*. *Seed Sc. And Tech.* Vol.7, Pp. 12-25. The Netherlands.
- Nikolaeva, G. M. 1977. Factors Affecting the Seed Dormancy Pattern. In the *Physiology and Biochemistry of Seed Dormancy and Germination*. A. A. Kaan, Amsterdam, North Holland Publishing Co.
- Pérez-García, F. and Duran J. M .1990. The Effect of Gibberelic Acid on Germination of *Onopodium Nervosum*. *Seeds. Seed Science And Technology* Vol. 18: 83-88. The Netherlands.
- Perry, D. A. 1973. Seed Vigour and Establishment. *Hort. Abst.* Vol 42: 334-342. England.
- Ponzio, K. J. 1998. Effects of Various Treatments on The Germination of Sawgrass, *Cladium Jamaicense* Seeds. *Wetlands*. USA .1998, 18: 1,51-58.
- Pritchard, J. 1967. Apomixis in *Brachiaria decumbens* stapf. *Jour of Aus. INST. Agric. Sci.*33: 264-265. Australia.

- Ramírez, A., E. Salazar y J. I. Roa 1988. Técnicas de Multiplicación por Semilla de Especies Forrajeras. Programa de Pastos Tropicales. Centro Internacional De Agricultura Tropical (CIAT). Cali, Colombia. pp. 40.
- Ramos, N. A. y C. Romero. 1976. Efecto del Almacenamiento y la Escarificación en la Germinación del Pasto *Brachiaria decumbens*. En Seminario Sobre Producción de Semillas Forrajeras. Maracay, Venezuela. Serie Informes de Conferencias, Cursos y Reuniones. No. 99 pp. 66-81.
- Reyes, R. 1993. Latencia de Semillas: Mecanismos de Control y Métodos de Rompimiento. Monografía inédita, UAAAN, Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.
- Roberts, H. 1972. Dormancy: a Factor Affecting Seed Survival in the Soil. In *Viability of Seeds*. Ed. H. Roberts, Chapman y Hall, London. pp 321-359.
- Robles, Sánchez Raúl. 1985. Producción de Granos y Forrajes. Editorial Limusa, 4ª Edición, México. pp. 395- 399.
- Rodríguez, C., J. A. Gonzáles y F. Hernández. 1983. Evaluación de Diferentes Métodos Prácticas de Escarificación en Semillas de *Leucaena*, en Condiciones de Trópico Semi-Seco. Reunión de la Asociación Mexicana de Producción Animal (AMPA). Aguascalientes. México. pp. 10.
- Rosenstein, S. R. (1999). Diccionario de Especialidades Agroquímicas. Ed. P.L.M. S.A. de C. V. México. pp. 761.
- Saldivar, F. A. 1990. Genética de Gramíneas y sus Efectos a Corto y Mediano Plazo en Productividad. Memorias de la IV Conferencia Internacional de Ganadería Tropical. Universidad Autónoma de Tamaulipas. Facultad de Agronomía. 19 Oct. Cd. Victoria Tamaulipas, México. pp. 5-6.
- Sánchez, P. A. 1976. *Properties and Management of Soils in the Tropics*. Wiley-Interscience, New York 618 p. USA.
- SAS Institute. (2014). *Base SAS 9.4 Procedures Guide: Statistical Procedures*. SAS Institute.
- Savidan, Y. H. 1990. Apomixis y Mejoramiento. Resúmenes XII Congreso Nacional de Fitogenética. SOMEFI. Cd. Juárez, Chihuahua, México. 540 p.

- Strickland, R.W; C. Siro and C. Brisbane. 1976. Seed Production and Testing Problems In Tropical and Subtropical Pasture Species. Proc. Int. Seed Test. Ass. Vol. 36(1): 189-199. The Netherlands.
- Thomson, J. R. 1979. Introducción a La Tecnología De Semillas. Editorial Acribia Zaragoza, España. pp. 30.
- United States Department of Agriculture (USDA).1965. Semillas: Manual para el Análisis de su Calidad. Editorial Herrera S. A. México.
- Valdez, O. A. 1997. Establecimiento, Manejo y Producción de Cuatro Especies Forrajeras para el Estado de Coahuila. Folleto técnico No. 1 SAGAR-INIFAP-CIRNE-CAESIA-PRODUCE. 26 p.
- Weaver, Robert J.1996. Reguladores del Crecimiento de las Plantas en la Agricultura. 8ª Reimpresión, Editorial Trillas, México.
- Whalley, R. D. Mc Kell C. M. and Green L. R. 1966. Seedling vigour and Early Nonphotosynthetic Stage of Seedling Growth in Grasses. Crop. Sci. 6: 147-150. USA.
- Whyte, R. O., Moir, T. R. G. and Cooper, J. P. 1975. Las Gramíneas en la Agricultura. Organización de las naciones unidas para la agricultura y la alimentación (FAO). 4ª Impresión, Roma, Italia.