

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA
“ANTONIO NARRO”

DIVISIÓN DE AGRONOMIA
Utilización de coadyuvantes de la germinación
en semilla de zacate Buffel (*Cenchrus ciliaris* L.) variedad común.

Por:

RENE GOMEZ MEJIA

TESIS

Presentada Como Requisito Parcial
para Obtener el Título de:

INGENIERO AGRÓNOMO EN PRODUCCION

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

Octubre Del 2003

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA
“ANTONIO NARRO”
DIVISIÓN DE AGRONOMIA

Utilización de coadyuvantes de la germinación en semilla de
zacate Buffel (*Cenchrus ciliaris* L.) variedad común.

TESIS

Por:

RENE GOMEZ MEJIA

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

INGENIERO AGRÓNOMO EN PRODUCCIÓN

APROBADA POR

Presidente del Jurado

M.C. Antonio Valdez Oyervides

Sinodal

Sinodal

M.C. Leopoldo Arce Gonzáles

DR. Mario Ernesto Vázquez Badillo

Sinodal

M.C. Federico Facio Parra

M.C. Arnoldo Oyervides Garcia
Coordinador de la División de Agronomía

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.
Octubre Del 2003

índice de contenido

PAGINA

INDICE DE CUADROS Y

FIGURAS.....iii

INTRODUCCIÓN.....	1
Antecedentes.....	2
Justificación.....	3
Objetivo General.....	4
Objetivo Especifico.....	4
Hipótesis.....	4
REVISION LITERATURA.....	5
Antecedentes del Zacate Buffel.....	5
Distribución Geográfica.....	6
Introducción en América Latina.....	6
Descripción Botánica.....	8
Características Morfológicas.....	8
Reproducción.....	11

Adaptación climática.....	12
Adaptación Edáfica.....	14
Pureza.....	15
Capacidad de Germinación.....	16
Vigor.....	18
Latencia.....	19
Concepto de Semilla.....	22
Calidad de las Semillas.....	23
Calidad Física.....	23
Calidad Genética.....	24
Calidad Fisiológica.....	25
Concepto de Germinación.....	25
Definición de Latencia.....	28
Tipos de Latencia.....	29
Causas de Latencia en Semillas.....	34
Tratamientos para Romper la Latencia.....	36
MATERIALES Y METODOS.....	47
Ubicación del Experimento.....	47
Materiales en el Estudio.....	47

Tratamientos en Estudio.....	48
Etapa de Laboratorio.....	49

Variables Evaluadas.....	50
Capacidad de Germinación.....	50
Índice de Velocidad de Emergencia.....	50
Longitud de Plúmula.....	51
Longitud de Raíz.....	51
Análisis Estadístico.....	51
Modelo Lineal.....	52
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	53
Capacidad de Germinación.....	56
Índice de Velocidad de Emergencia.....	57
Longitud de Plúmula.....	59
Longitud de Raíz.....	60

CONCLUSIONES.....61

RESUMEN.....63

LITERATURA CITADA.....65

INDICE DE CUADROS Y FIGURAS

PAGINA

Cuadro 1	
Composición porcentual del producto comercial Biozymepp.....	48
Cuadro 2	
Concentrado de resultados finales del efecto del producto Biozyme pp coadyuvante del % de Germinación, Índice de Velocidad de Emergencia, Longitud de Plúmula y Longitud de Raíz en semilla de zacate Buffel bajo condiciones de laboratorio.....	53
Cuadro 3	
Niveles de significancia P (0.01) de % de Germinación, Índice de Velocidad de Emergencia, Longitud de Plúmula y Longitud de Raíz en semilla de zacate Buffel bajo condiciones de laboratorio.....	54
Figura 1	
Resultado final del efecto del producto biorregulador coadyuvante de la germinación en semilla de zacate Buffel bajo condiciones de laboratorio.....	55
Cuadro 4	
Análisis de varianza para la variable Capacidad de Germinación en semilla de zacate Buffel bajo condiciones de laboratorio.....	55
Figura 2	
Resultado final del efecto del producto biorregulador coadyuvante del Índice de Velocidad de Emergencia en semilla de zacate Buffel bajo condiciones de laboratorio.....	56
Cuadro 5	
Análisis de varianza para la variable Índice de Velocidad Emergencia en semilla de zacate Buffel bajo condiciones de laboratorio.....	57

Figura 3
Resultado final del efecto del biorregulador coadyuvante en la Longitud de Plúmula en semilla de zacate Buffel bajo condiciones de laboratorio.....58

Cuadro 6
Análisis de varianza para la variable Longitud de Plúmula en semilla de zacate Buffel bajo condiciones de laboratorio.....58

Figura 4
Resultado final del efecto del biorregulador coadyuvante en la Longitud de Raíz en semilla de zacate Buffel bajo condiciones de laboratorio.....59

Cuadro 7
Análisis de varianza para la variable Longitud de Raíz en semilla de zacate Buffel bajo condiciones de laboratorio.....60

iv
INTRODUCCIÓN

La importancia de la pradera es cada día más notoria. Aun a principios de la década de los 90s, la superficie de praderas no aumentaban proporcionalmente al incremento del ganado, en la actualidad un gran número de ganaderos ha realizado siembras de pastizales en sus ranchos, con el fin de promover un incremento en la producción forrajera.

En México la producción de semillas de especies forrajeras se hace en forma empírica, utilizando las praderas para producir semilla como una actividad secundaria o tratando de producirla en zonas marginales o no utilizables por el ganado, como bordes de carreteras y canales, por lo tanto normalmente se produce semilla forrajera de las praderas que han sido utilizadas por el ganado, lo cual trae como consecuencia producciones muy bajas y una deficiente calidad fisiológica, manifestándose esta en una baja germinación y vigor, además de una pureza física deficiente, y un por ciento muy alto de la latencia.

Esta problemática obliga a los productores a almacenar la semilla por períodos muy prolongados, con los consiguientes riesgos y gastos financieros lo que ocasiona retrasos en el establecimiento de praderas, debido a una población muy pobre.

Antecedentes

Para un buen establecimiento de la pradera se deben tomar en cuenta diferentes factores ambientales, tales como la precipitación, temperatura y las características físicas y químicas del suelo. Además, se debe tener cuidado en los preparativos de la siembra como es la evaluación de la calidad de la semilla, cama de siembra apropiadamente, principalmente.

Un punto clave en el éxito del establecimiento de la pradera es la calidad de la semilla a utilizar; por lo que es necesario conocer el porcentaje de semilla pura viable (SPV), factor que permite conocer cuanta semilla se va a tirar por hectárea.

La pureza de la semilla es afectada por la cantidad de basura presente en la muestra y la viabilidad por el porcentaje de germinación, éste último a su vez, es afectado por la época de cosecha (semilla cosechada inmadura disminuye

éste porcentaje) y por el mal manejo durante su almacenaje (alta humedad y contaminación por hongos).

Antes de comprar la semilla es necesario analizarla para obtener el porcentaje de SPV y darse una idea de la calidad de la semilla que se está adquiriendo. El análisis de la semilla requiere trabajo de laboratorio por lo que se puede apoyar en Institutos de Investigación, Universidades y laboratorios particulares relacionados con este campo.

La inversión hecha en la siembra del pastizal es grande por lo que se busca reducir costos en dicha operación. Dentro de los costos en el establecimiento de la pradera, la semilla es la que presenta mayor variación en el mercado, y en la mayoría de los casos en la compra de ésta lo primero que se busca es que tenga “buen precio”, sin embargo, hay que tener cuidado, ya que puede salir contraproducente, debido a que no siempre la semilla más barata es la más redituable.

JUSTIFICACIÓN

El presente proyecto corresponde a una línea de investigación previamente aprobado denominado producción de especies forrajeras y la importancia de éste proyecto es precisamente complementar todos los aspectos relativos a la calidad fisiológica de las semillas forrajeras.

Por lo que es una propuesta que complementa la línea de investigación, en virtud de que en proyectos anteriores se han manejado algunas técnicas y productos coadyuvantes de la germinación, para tal efecto en el presente proyecto se pretende estudiar productos coadyuvantes y técnicas de la germinación y que servirán de base, con los siguientes objetivos.

OBJETIVO GENERAL

Conocer el efecto de un biorregulador en la germinación y reducción de la latencia en semilla de zacate *Buffel Cenchrus ciliaris* L. variedad común.

OBJETIVO ESPECIFICO

Determinar el efecto de la escarificación mecánica y aplicación del producto

coadyuvante de la germinación en semilla de zacate Buffel bajo condiciones de laboratorio.

HIPÓTESIS

La germinación de zacate Buffel puede ser estimulada mediante la escarificación de la semilla, así como, con la aplicación de un producto biorregulador.

revisión de literatura

para cambiar la ganadería del país en una actividad progresista, que sea autosuficiente en el consumo interno y que se convierta en una fuente sólida de divisas, es necesario establecer y renovar los agostaderos, mediante la introducción de especies forrajeras que produzcan mayor cantidad y calidad de forraje que las especies naturales.

Por ello, el uso de 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 utilizadas en los últimos años es el zacate Buffel *Cenchrus ciliaris* el cual se encuentra adaptado ampliamente, y distribuido en todo el país.

Antecedentes del Zacate Buffel

De acuerdo a Paull y Lee (1978) el zacate Buffel, es una especie polimórfica nativa del norte de África, India e Indonesia, se encuentra sobre una extensa área que abarca desde Arabia y Madagascar hasta la India. Sin embargo Bashaw (1985), señala que esta especie se originó en África del Sur el cual se diseminó hacia el norte a través de las regiones más secas de África a los pastizales áridos del oeste de la India.

Flemons y Whalley (1958), señalan que la introducción del zacate Buffel a Australia fue accidental en los arneses de unos camellos afganos en 1887 por el puerto Wales.

Distribución Geográfica

El zacate Buffel 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).

Introducción en América y México

Valdez (1997), reporta que el zacate Buffel 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.

El zacate Buffel conocido como “común” fue colectado en el desierto de Turkana en el norte de Kenia, e introducido a los Estados Unidos en 1946 como P.I. 153671 y plantado por primera vez en San Antonio Texas por Dave Foster. A este material se le asignó el número de identificación T-4464 y fue liberado informalmente por el servicio de conservación de suelos en 1949 (Holt, 1985).

En el sur de Texas, el zacate Buffel ha llegado a ocupar en los últimos años, una superficie superior a 700 mil ha. y es considerado en la actualidad el zacate de mayor importancia (Hanselka, 1988).

En México fue introducido en 1954 por el Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, dispersándose posteriormente a casi todos los países Americanos (Ayerza, 1981).

En México el zacate Buffel se ha convertido en una especie importante. Desde que se introdujo el Buffel “común” 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 (Saldivar, 1990).

El zacate Buffel es la especie forrajera más importantes en nuestro país, actualmente ocupa una superficie aproximada de 2.0 millones de ha. (Ibarra et

al., 1991; Saldivar, 1990), distribuidas de la siguiente manera: Tamaulipas 500,000; Sonora 350,000; Nuevo León 300,000; Michoacán 70,000; Yucatán 60,000; Coahuila 55,000; Sinaloa 32,000 y alrededor de 100,000 has entre otros estados de la Republica (Jaramillo, 1994).

Descripción Botánica

El zacate Buffel pertenece a la familia Gramineae, subfamilia panicoidea, tribu paniceae, subtribu cenchrinae; género Cenchrus y especie ciliaris (Hatch y Hussey, 1991).

Características Morfológicas

Raíz: Formada por un sistema radical largo, fuerte y abundante, es fibrosa con una corona fuerte y nudosa, y puede alcanzar hasta 2.40 metros o más de profundidad (Cantú, 1989).

Tallo: Erecto y ancho con ramificaciones nudosas duras o ásperas en la base, con una altura de 50 a 100 cm. Está compuesto por nudos y entrenudos cuya longitud es más corta en la base comparada con la parte superior del tallo (Cantu, 1989). Por su parte Paull y Lee (1978), mencionan que los brotes se originan de la corona la cual se localiza bajo la superficie del suelo y que algunos cultivares tienen rizomas cortos.

“Whiteman et al. (1974), han dado la siguiente descripción: El zacate Buffel es perenne amacollado, su altura varia de 15-150 cm, dependiendo de la variedad, sus tallos son erectos a veces postrados, lisos sin vellosidades, dispersos, con frecuencia geniculados”.

Hojas: Verdes o azulosas, planas y lineales, glabras, con o sin pubescencia, pero con vellosidades en la lígula, miden 20 cm de largo y 8 mm de ancho.

Inflorescencia: Panícula cilíndrica, mide 10 cm de longitud, presenta fascículos de espiguillas unidos al raquis por pedúnculos cortos, de color púrpura o marrón rojizo.

Espiguillas: Similares, de 4-5 mm de largo, encerradas de uno a tres en fascículos rodeados generalmente por cerdas tiesas y a veces plumosas, que se desprenden a la madurez con la espiguilla.

Glumas: Ligeramente desiguales oval-oblongas, uninervadas, membranosas, la gluma inferior mide aproximadamente un tercio de la longitud de la espiguilla; la gluma superior más larga que la espiguilla.

Lemma: De la florecilla inferior masculina o estéril menos membranosa, de 3.5 mm de largo, pentanervada. La lemma de la florecilla fértil superior

membranosa, de 4 mm de largo, pentanervada. La palea como tres cuartos de la longitud de la lemma superior, binervada, doble aquilla, con tres anteras de 2 mm de largo.

Palea: Aproximadamente dos tercios de la longitud de lemma inferior, binervada, doble aquillada.

Algunos botánicos coinciden en que *Cenchrus* y *Pennisetum* están íntimamente relacionados y ocasionalmente estos géneros han sido combinados (Correl y Johnson, 1970). *Pennisetum ciliare* L Link junto con *C. ciliaris* L. es morfológicamente intermedio entre estos géneros y fue situado como *Cenchrus* en base al grado de fusión de la pubescencia en la base de la espiguilla.

Hatch y Hussey (1991), señalan que *Cenchrus* y *Pennisetum* pertenecen a Paniceae, una tribu de zacates que consta de alrededor de 100 géneros y 2100 especies. Clayton y Reinvoize (1986), situaron a *Cenchrus* y *Pennisetum* en la subtribu Cenchrinae, siendo los géneros mas grandes del Cenchrinae con 24 y 90 especies respectivamente.

En *Cenchrus* y *Pennisetum* existe un grupo central de especies que tienen un numero cromosómico base de $x = 9$ en contraste al típico numero cromosómico reportado para *Cenchrus* ($x = 7$) y *Pennisetum* ($x = 5$ ó 7). Este grupo de especies perennes de *Pennisetum* es el mas importante para entender la evolución del zacate Buffel (Hatch y Hussey, 1991).

Desafortunadamente, los esfuerzos para desarrollar programas para mejoramiento de plantas o para aclarar las relaciones taxonómicas dentro de *Cenchrus* y *Pennisetum* han sido restringidas debido a que muchas especies se reproducen por apomixis (Clayton and Reinvoize, 1986).

Reproducción

Ayerza (1981), señala que el método de reproducción del zacate Buffel se determina con el término genérico de apomixia y que esta puede ser obligada.

Pritchard (1967), indica que las especies de gramíneas forrajeras tropicales pertenece al sistema apomictico de reproducción, en el cual no es necesaria la

polinización para iniciar el proceso de formación del embrión, pero los núcleos polares fertilizados dentro del saco ovárico dan origen al endospermo de la semilla y propiamente el embrión se produce por división del núcleo femenino sin intervención del gameto masculino, por lo cual la nueva planta originada por ese embrión tiene una constitución genética idéntica a la de la planta que origino la semilla.

Sin embargo, no todos los autores coinciden en que la apomixia del *Cenchrus ciliaris* sea obligada, Ayerza (1981), considera que los cruzamientos ocurridos naturalmente entre *C. setigerus* y *C. ciliaris* indican que la apomixis facultativa se presenta en esta ultima especie, por otra parte menciona que el numero de cromosomas, tanto en *C. ciliaris* como en *C. setigerus*, es de $2n = 36$, y las formas encontradas con un numero de cromosomas $2n = 32, 40$ y 54 que son haploide.

Entre las principales ventajas que presenta la apomixis, Savidan (1990), menciona las siguientes: Es el único sistema de reproducción que permite la fijación definitiva del vigor híbrido y la producción de semilla, al mismo tiempo. Por otro lado, la selección así como la semilla híbrida se obtiene un buen amarre de semilla independiente de disturbios meioticos; fijación de la heterosis sin el rompimiento de la combinación de genes por recombinación y la progenie es idéntica a la planta madre.

La desventaja de la apomixis es la inhabilidad de combinar características deseables a través de la hibridación (Bashaw, 1975).

Adaptación Climática

En África del Sur ha demostrado poseer tolerancia a la sequía dado que se encuentra en las regiones mas calientes y secas donde la lluvia de verano es de 300 a 600 mm (Hussey y Bashaw, 1990).

En México en el estado de Sinaloa se han realizado estudios sobre el zacate Buffel en temporal y se ha observado que puede desarrollarse en lugares donde la precipitación varia de 300 a 1500 mm anuales y en altitudes desde el nivel del mar hasta los 1,500 metros (Oriol, 1970).

Humphreys (1967), señala que el zacate Buffel cuando se encuentra establecido es muy resistente a la sequía, así mismo señala que aún cuando las líneas de menor altura ocurren naturalmente en las áreas más secas, algunas

variedades altas como Molopo y Biloela fueron colectadas originalmente en lugares muy secos.

El zacate Buffel es una planta muy susceptible a las variaciones de intensidad lumínica (fotoperíodo) y temperatura, por lo cual en otoño e invierno reduce su crecimiento y lo intensifica en verano Ayerza (1981), de igual manera Kelk y Donalson (1983), coinciden al señalar que crece bien cuando las temperaturas diurnas son altas; pero cuando las temperaturas nocturnas son moderadas o bajas, la producción es afectada adversamente.

Ivory y Whiteman (1978), trabajando con cinco líneas de zacate Buffel en Australia, observaron que existe entre ellas una variabilidad media en cuanto a resistencia a las heladas y esta se encuentra dentro de una variación de 2.6 a 3.5 °C de temperatura, cifra en la cual se produjo hasta un 50 por ciento de muerte del follaje.

En los Estados Unidos de América el Buffel común esta adaptada a lugares donde las temperaturas rara vez bajan a -7 °C (Hanson, 1972). En Texas, temperaturas de -12 °C han causado la muerte del zacate Buffel común.

Hussey y Bashaw (1990), mencionan la baja tolerancia a las heladas por parte del zacate Buffel, lo que ocasiona que el rango de adaptación se limite a regiones con inviernos no muy fríos, cuando se siembra en áreas con inviernos severos la sobrevivencia es errática y la producción es muy limitada.

Duclos (1969), reporta que el zacate Buffel se recomienda para zonas áridas y semiáridas, así como tropicales y subtropicales con precipitaciones que oscilen entre 600 y 750 mm.

Huss y Aguirre (1974), mencionan que la temperatura optima del suelo para la germinación del zacate Buffel, debe ser de aproximadamente 25 °C, temperaturas mas bajas de 18 °C retrasan e impiden la germinación de la semilla.

Adaptación Edáfica

Reportes de Australia (Flemons y Whalley, 1958; Humphreys, 1967), África del Sur (Kelk y Donalson, 1983), Estados Unidos de América (Willianson y Pinkerton, 1985, Cox et al., 1988) y México (González et al., 1990, Eguiarte et al., 1991 y Valdez 1997), coinciden en señalar que el zacate Buffel se adapta a

una amplia variedad de suelos siendo los mas favorables los suelos profundos, bien drenados, de textura ligera a media y menos favorables los de tipo arcilloso.

En Texas se considera que los suelos de migajón arenoso, ligeramente alcalinos son los mejores (Willianson y Pinkerton, 1985), suelos con valores de pH debajo de 5.5 no son favorables al menos que sean encalados. Los poco profundos, salinos, infértiles, con drenaje superficial interno deficiente y los suelos pesados no son aconsejables (Kelk y Donalson, 1983).

Willianson y Pinkerton (1985), consideran que las arenas y las arcillas no son aptas para la producción de zacate Buffel, también mencionan que los suelos con 20 por ciento de arcillas se consideran inadecuados y que después de 30 por ciento no es aconsejable el establecimiento de esta especie; finalmente señalan que en el sur de Texas la colonización natural se da solamente en suelos de tipo migajón arenoso.

Pureza

La pureza es la proporción en peso que representa la semilla de interés, después de haber retirado todo tipo de materiales acompañantes (Humphreys, 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 mas comunes son inflorescencias vacías o semillas vanas, las cuales no tienen valor, mientras que las semillas de malas hierbas son consideradas muy dañinas.

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 genomio. 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 como 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. ciliaris*, 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 postcosecha 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. ciliaris* 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 presecado, preenfriamiento 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 mas adecuado.

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 desuniformidad 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 mas eficiente de la humedad disponible en el suelo, siendo esto mas acentuado en zonas áridas donde la humedad es limitada.

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 mas 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, lemma 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 Buffel 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 Buffel 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 Buffel, cualquier combinación de pureza y germinación que arroje el 40 por ciento de semilla pura viable.

Dado que algunas determinaciones son mas 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).

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 nutricio 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 núcleolar rodeados de uno o dos integumentos o cubiertas de semilla. Sin embargo, pueden faltar, ya sea el endospermo o el tejido núcleolar, o ambos, en cuyo caso la reserva alimenticia queda contenida en los cotiledones del embrión.

Besnier (1989), define a la semilla como unidad de disseminación 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 cariópside (*Panicum coloratum* y *Chloris gayana*); flósculos bisexuales con lema y palea, sin aristas, que contengan cariópside (*Cenchrus ciliaris* y *Dichanthium aristatum*); flósculos bisexuales inferiores sin arista, con cariópside y sin los flósculos masculinos estériles.

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.

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 mas 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*.

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.

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 esta en la capacidad de la semilla para germinar, emerger y dar origen a plantas uniformes y vigorosas.

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 llamada 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.

Humhreys (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 coleoptilo 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 traslocación. Por la síntesis aparecen enzimas que empiezan a digerir materiales de la reserva nutricional para transformarlos en compuestos más sencillos.

Estos compuestos son traslocados 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 coleoptilo. 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.

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 termino “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.

En el Buffel Colbry, citado por Robles (1985), afirma que la latencia de las semilla 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, lemmas y páleas, ya que el letargo se acorta al quitar esas partes.

Roberts (1972), la define en forma practica 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 adecuadas.

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 perdida de viabilidad.

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 malvaceas, 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 lemma 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 hilum.

Semilla Fotoblástica: 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, hipocotilo 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.

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.

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 substrato 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.

Preenfriamiento: 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 optima 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 preenfriamiento 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.

Preenfriamiento: 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 la lemma y la palea del cariósido 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 mas 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 lemma 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 aun si la respuesta de la semilla se debe a la perdida 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 de el centeno y la avena, por ejemplo, es necesario enfriar a 5 °C durante cinco días.

Herrera (1995), trabajando con Buffel, Rodhes y Pretoria 90, reportando 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 Buffel 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 mas comúnmente usados son compuestos como: el ácido giberelico, ácido absicico, citocininas, etileno, hipoclorito de sodio, nitrato de potasio y cloroformo.

El ácido giberelico 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 absísico 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 *Digitaria* 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*, reportó 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 trato con H₂O₂, KNO₃, KCN, etanol y H₂SO₄ 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 H₂O₂ (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 peroxido 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 mas 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 mM de KNO₃ para promover la germinación, encontraron que el tratamiento de las superficie abaxial de la cariópside 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.

28.50ppm
12.25ppm
47.80ppm.
27.24%
0.26%

Ingrediente inertes

Diluyentes y Acondicionadores
72.5%

Total

100%

TRATAMIENTOS EN ESTUDIO

(Descripción del producto y/o tratamiento a las semillas).

Tratamiento 1: Semillas completas sin tratar (Testigo).

Tratamiento 2: Semillas completas tratadas con Biozyme pp. El cual es un estimulante hormonal de origen natural para tratamiento de semillas. La acción principal sobre la semilla es la de acelerar los procesos metabólicos de transformación de los materiales energéticos de reserva promoviendo una rápida y uniforme germinación, así como mejor desarrollo del sistema radicular.

Tratamiento 3: Semillas desnudas (Escarificadas) sin tratar.

Tratamiento 4: Semillas desnudas (Escarificadas) tratados con Biozyme pp. El cual es un estimulante hormonal de origen natural para tratamiento de semillas. La acción principal sobre la semilla es la de acelerar los procesos metabólicos de transformación de los materiales energéticos de reserva promoviendo una rápida y uniforme germinación, así como mejor desarrollo del sistema radicular.

ETAPA DE LABORATORIO

En este experimento para la evaluación de los diferentes tratamientos del zacate Buffel, la semilla se depositó en cajas petri provistas de papel filtro. Se colocaron 50 semillas en cada caja con dos repeticiones por tratamiento. A la semilla de los tratamientos 1 y 3 se les adicionó únicamente agua, mientras que la semilla de los tratamientos 2 y 4 se les adicionó Biozyme pp. A los tratamientos 3 y 4 la escarificación de la semilla se realizó manualmente.

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.

Variables Evaluadas.

Capacidad de Germinación (CG %)

Esta variable, se obtuvo con el conteo al décimo cuarto y vigésimo primero día, en los cuales se consideraron las plántulas normales bajo condiciones favorables obtenidas en esos días, anotándose las plántulas anormales y semillas sin germinar (ISTA 1996).

Índice de Velocidad de Emergencia (IVE)

Para esta variable se determinó con los conteos hechos al cuarto, séptimo, décimo y décimo cuarto día de las plántulas emergidas, considerando aquellas que presentaron una longitud de plúmula o radícula de 5 – 6 mm. Para ello se utilizó la fórmula de Maguire (1962), la cual se describe a continuación:

$$IVE = (\text{No. P/d} + \dots + \text{No. P/d})$$

Donde:

IVE = Índice de Velocidad de Emergencia.

No. P = Número de plántulas emergidas.

d = Días después de la siembra.

Longitud de Plúmula (LP)

Modelo Lineal:

$$Y_{ij} = \bar{y} + \alpha_i + E_{ij}$$

Donde:

Y_{ij} = Variable observada

\bar{y} = Media general

α_i = Efecto de Tratamiento

E_{ij} = Error experimental

$i = 1, 2, \dots, 4$

$j = 1, 2, \dots, 4$ tratamientos

$j = 1, 2, \dots, 4$ repeticiones

Resultados y discusión

A continuación se presentan los resultados obtenidos en los siguientes cuadros y figuras para la especie evaluada zacate Buffel (*Cenchrus ciliaris*), así como los tratamientos estudiados.

Cuadro 2. Concentrado de resultados finales del efecto del producto Biozyme pp coadyuvante del % de Germinación, Índice de Velocidad de Emergencia, Longitud de Plúmula y Longitud de Raíz en semilla de zacate Buffel bajo condiciones de laboratorio.

Tratamiento

% de Germinación

Índice de Velocidad de emergencia
Longitud de Plúmula
(CM)
Longitud de
Raíz
(cm)

1
10
0.48
1.12
0.67

2
4
0.17
0.33
0.22

3
49
3.48
3.10
3.49

4
51
3.90
3.73
4.07

Cuadro 3. Niveles de significancia P (0.01) de % de Germinación, Índice de Velocidad de Emergencia, Longitud de Plúmula y Longitud de Raíz en semilla de zacate Buffel bajo condiciones de laboratorio.

% Germinación

Índice de Velocidad de emergencia

No. de
Orden
Nivel de significancia
P (0.01)
DMS = 20.0684
No. de
Orden
Nivel de significancia
P (0.01)
DMS = 1.1217

4
51
A
4
3.90
A

3
49
A
3
3.48
A

1
10
B
1
0.48
B

2
4
B
2
0.17
B

Longitud de Plúmula
Longitud de Raíz

No. de
Orden
Nivel de significancia
P (0.01)
DMS = 2.3189

No. de
Orden
Nivel de significancia
P (0.01)
DMS = 1.9051

4
3.73
A
4
4.07
A

3
3.10
AB
3
3.49
A

1
1.12
BC
1
0.67
B

2
0.33
C
2

0.22
B

EMBED MSGraph.Chart.8 \s

Figura 1. Resultado final del efecto del producto biorregulador coadyuvante de la germinación en semilla de zacate Buffel bajo condiciones de laboratorio.

Cuadro 4. Análisis de varianza para la variable Capacidad de Germinación en semilla de zacate Buffel bajo condiciones de laboratorio.

fv
gl
sc
cm
f
p>f
Tratamientos
3
3738.000
1246.000
65.578
0.002
Error
4
76.000
19.000
Total
7
3814.000

c. v.

15.29 %

Capacidad de Germinación (C.G. %)

De acuerdo al análisis de varianza (Cuadro 4) y la comparación de medias (Cuadro 3) de los valores de la dms al P (0.01), se concluye que el tratamiento 4 (semilla escarificada tratada con biozyme pp), fue el mas sobresaliente al obtener una media de 51; seguido del tratamiento 3 (semilla escarificada sin tratar) con una media de 49; mientras que el tratamiento 1 (testigo) obtuvo una media de 10; finalmente con una media de 4 el tratamiento 2 (semilla completa tratada con biozyme pp) siendo éste el mas bajo de los tratamientos (Figura 1).

EMBED MSGraph.Chart.8 \s

Figura 2. Resultado final del efecto del producto biorregulador coadyuvante del Índice de Velocidad de Emergencia en semilla de zacate Buffel bajo condiciones de laboratorio.

Cuadro 5. Análisis de varianza para la variable Índice de Velocidad Emergencia en semilla de zacate Buffel bajo condiciones de laboratorio.

fv
gl
sc
cm
f
p>f
Tratamientos
3
22.9495
7.6498
127.652
0.001
Error
4

0.2397
0.0599

Total
7
23.1892

c. v.
12.17 %

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 (Cuadro 3) y al análisis de varianza (Cuadro 5) se presentaron dos grupos estadísticos; en el primer grupo se encuentran el tratamiento de semilla escarificada tratada con biozyme pp (T 4), siendo el mejor con una media de 3.90, siguiéndole el tratamiento de semilla escarificada sin tratar (T 3) obteniendo una media de 3.48; en el segundo grupo se encuentra el testigo (T 1) con una media de 0.48, y por ultimo el tratamiento de semilla completa tratada con biozyme pp (T 2) teniendo una media de 0.17 (Figura 2).

EMBED MSGraph.Chart.8 \s

Figura 3. Resultado final del efecto del biorregulador coadyuvante en la Longitud de Plúmula en semilla de zacate Buffel bajo condiciones de laboratorio.

Cuadro 6. Análisis de varianza para la variable Longitud de Plúmula en semilla de zacate Buffel bajo condiciones de laboratorio.

gl
sc
cm
f
p>f

Tratamientos

3
15.5280
5.1760
20.4031
0.009

Error
4
1.0147
0.2536

Total
7
16.5427

c. v.
24.29 %

Longitud de Plúmula (L.P.)

De acuerdo a los resultados obtenidos en el análisis de varianza (Cuadro 6) y a la comparación de medias (Cuadro 3), en primer lugar se encuentra el tratamiento 4 (semilla escarificada tratada con biozyme pp) con una media de 3.73, siguiéndole el tratamiento 3 (semilla escarificada sin tratar) teniendo una media de 3.10, en tercer lugar el tratamiento 1 (testigo), y con una media de 1.12, en ultimo lugar el tratamiento 2 (semilla completa tratada con biozyme pp) con una media de 0.33 (Figura 3). Cada un de los tratamientos representa un grupo, por lo que estadísticamente para esta variable se presentaron 4

grupos (Cuadro 3).

EMBED MSGraph.Chart.8 \s

Figura 4. Resultado final del efecto del biorregulador coadyuvante en la Longitud de Raíz en semilla de zacate Buffel bajo condiciones de laboratorio.

Cuadro 7. Análisis de varianza para la variable Longitud de Raíz en semilla de zacate Buffel bajo condiciones de laboratorio.

fv
gl
sc
cm
f
p>f
Tratamientos
3
22.7821
7.5940
44.3513
0.003
Error
4
0.6848
0.1712
Total
7
23.4669
c. v.
19.56 %

Longitud de Raíz (L.R.)

Los resultados para esta variable se agruparon en dos grupos estadísticos en base a la comparación de medias (Cuadro 3) y al análisis de varianza (Cuadro 7). El tratamiento de semilla escarificada tratada con biozyme pp (T 4) con una media de 4.07 ocupa el primer lugar ,seguido del tratamiento de semilla escarificada sin tratar (T 3) teniendo una media de 3.49, el tercer lugar lo ocupa el testigo (T 1) obteniendo una media de 0.67, y con una media de 0.22 el tratamiento de semilla completa tratada con biozyme pp (T 2) en ultimo lugar (Figura 4).

Conclusiones

con base en los resultados obtenidos y a las condiciones en las cuales se realizo esta investigación, se concluye lo siguiente:

La aplicación del biorregulador coadyuvante (Biozyme pp) en los tratamientos, se observo un efecto positivo únicamente en el tratamiento 4 de semillas escarificadas, siendo la mejor en todas las variables evaluadas.

En los tratamientos donde se realizo la escarificación de semillas (tratamiento 3 y tratamiento 4) se obtuvo una mejor respuesta en las variables evaluadas: capacidad de emergencia (CG %), índice de velocidad de emergencia (IVE), longitud de plúmula (LP) y longitud de raíz (LR).

Para el tratamiento 2 de semillas completas la aplicación del biorregulador (Biozyme pp) no mostró un efecto positivo, ya que en las variables evaluadas, presento un comportamiento inferior a los otros tratamientos.

La combinación del producto biorregulador coadyuvante (Biozyme pp) y la escarificación de las semillas (tratamiento 4) presentan una respuesta positiva en el rompimiento de latencia en semillas forrajeras.

El resultado del tratamiento 1 (Testigo) de semillas completas en donde solo se le aplico agua, supero al tratamiento 2 (semilla completa tratada con Biozyme pp) en todas las variables evaluadas en el estudio realizado.

El inhibidor químico en las semillas de Buffel se encuentra en las glumas, lemas y paleas, por lo que se obtienen bajos porcentajes de germinación.

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, con el objetivo de determinar el efecto de la escarificación y aplicación del biorregulador coadyuvante de la germinación en semilla de Zacate Buffel (*Cenchrus ciliaris*) variedad común, en condiciones de laboratorio.

Se evaluaron cuatro tratamientos con dos repeticiones respectivamente, los cuales se analizaron mediante el diseño experimental completamente al azar, en la comparación de medias se utilizó la prueba de diferencia mínima significativa (DMS) $P = 0.01$. Las variables evaluadas fueron la Capacidad de Germinación (CG %), Índice de Velocidad de Emergencia (IVE), Longitud de Plúmula (LP) y Longitud de Raíz (LR). Los tratamientos fueron: T1: semilla completa sin tratar (Testigo), T2: semilla completa tratada con Biozyme pp, T3: semilla escarificada sin tratar y T4: semilla escarificada tratada con Biozyme pp, la semilla se depositó en cajas petri provistas de papel filtro colocándose 50 semillas en cada caja. Una vez aplicados los tratamientos correspondientes, las cajas petri fueron colocadas en una cámara germinadora a una temperatura constante de $25\text{ }^{\circ}\text{C}$ (+ 1) y a una humedad constante durante 21 días en la que se realizó la prueba de germinación.

Los resultados obtenidos en la investigación para conocer el efecto del producto regulador en todas las variables: capacidad de germinación, índice de velocidad de emergencia, longitud de plúmula y longitud de raíz, el mejor tratamiento fue el de semilla escarificada tratada con Biozyme pp (T4), seguidos del tratamiento de semilla escarificada sin tratar (T3), en tercer sitio se encuentra el tratamiento de semilla completa sin tratar (testigo T1) y por ultimo el tratamiento de semilla completa tratada con Biozyme pp (T2), por lo que se cumple con los objetivos establecidos para dicha investigación en semilla de zacate Buffel bajo condiciones de laboratorio.

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.
- Ayerza, R. 1981. El Buffel Grass: Utilidad y Manejo de una Promisoria Gramínea. Editorial Hemisferio Sur. Buenos Aires, Argentina.

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.

Bashaw, E. C. 1985. Buffel Grass Origins. In Buffel Grass: Adaptation, Management and Forage Quality. The Texas Agricultural Experimental Station in Cooperation whit the Texas Agricultural Extension Service; U. S. Departament of Agriculture Soil Conservation Service. College Station, Texas mp 1575. pp. 6-8.

Besnier, Romero Fernando. 1989. Semillas Biología y Tecnología. Ediciones Mundi-Prensa. España.

Bilbao, B. y C. Matías. 1979. Efecto de las Temperaturas Alternas en la Germinación de las Semillas de Cenchrus Ciliaris. Pastos y Forrajes. Matanzas, Cuba, pp. 411-419.

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.

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.

Clayton, W. D. and S.A. Reinvoize. 1986. Genera Graminum: Grasses of the World. Royal Botanical Gardens Kem, London.

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.

Eguiarte V., J. A., A. González S. y R. Hernández S. 1991. El Zacate Buffel *Cenchrus ciliaris* L. y su Potencial Forrajero en la Costa del Pacífico. Centro de Investigaciones Pecuarias del Estado de Jalisco. SARH. Boletín No. 24. Guadalajara, Jalisco, México. 24 p.

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.

Flemons, K. F. and Whalley, R. D. 1958. Buffel Grass *Cenchrus ciliaris*. Agricultural Gacete New South Wales. Vol. 69: 449-460.

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 Buffel. Revista Fitotecnia Mexicana. México. 13: 76-86.

- Hanselka, C. W. 1988. Buffel Grass South Texas Wonder Grass. *Rangelands*. 10: 279-281. USA.
- 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 Buffel común en el Sur de Texas y México. Séptimo Congreso Nacional SOMMAP: Simposium Internacional. Aprovechamiento Integral de Zacate Buffel. 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.
- Holt, E. C. 1985. Buffelgrass a Brief History. P. 1-5 In: C.C.A. Range and J.L. Schuster (de.) *Buffelgrass: Adaptation, Management and Forage Quality*. Symposium. Texas Agr. Exp. Sta. Mp-1575. College Station. USA.
- Humphreys, L. R. 1967. Buffel Grass (*Cenchrus ciliaris*) Australian Tropical Grassland. 1:123-134. USA.
- 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 Buffel. 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 Buffel en México y Sur de Texas. Séptimo Congreso Nacional. SOMMAP: Simposium Internacional. Aprovechamiento Integral del Zacate Buffel. 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.
- Kelk, D. M. and Donalson, C. H. 1983. Buffel Grass (*Cenchrus ciliaris*) Roodeplast Agricultural Research Station, Pretoria Republic of South Africa. Leaflet 114.
- 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'acide Abscisique Dans La Germination Et La Dormance 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. Meiers Road, Indooroopilly, Brisbane, Qld., Australia. 4068.
- Ludlow, M. M. 1976. Physiology of Growth and Chemical Composition. In *Pasture Research: Principles and Methods*. Commonwealth 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.

Oriol, J. M. 1970. Zacate Buffel para Zonas Temporales de Sinaloa. Centro de Investigaciones Agrícolas de Sinaloa (CIAS). SARH-INIA. Circular CIAS No. 33. Culiacán, Sinaloa, México.

Paull, C. J. and G. R. Lee. 1978. Buffel Grass in Queensland. *Queensland Agric. Journal* 104: 57-75. Australia.

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 Prácticos 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.

Saldívar, 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.

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.

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.

United States Department of Agriculture (USDA).1965. Semillas: Manual para el Análisis de su Calidad. Editorial Herrera s. a. México.

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.

Whiteman, P. C., L. R. Humphreys and V. H. Nanteith. 1974. Cenchrus ciliaris L. (Buffel Grass). A Course Manual in Tropical Pasture Science. pp. 306-312. 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.

Willianson, J. and Pinkerton B. 1985. Buffel Grass Establishment. In: Buffel Grass: Adaptation, Management and Forage Quality. The Texas Agriculture Extension Service; U. S. Department Agriculture Soil Conservation Service. College Station Texas. mp. 1575. pp. 25-29.

PAGE
yW7L\g
b!sIsL"q
IDATxœ' [ýsÚX²eì_üQEI

T*e"QI" d 2-^
2w~")Z
UhÂ oSh8l|`§>ojé
;/HBWI
DÆ7uh)i}'QAü
*
t]6 >?^¶-1§¹
\\7Á?×
cV
`a)V>=
{
} {pđ;4y]CM
mû°ëQýL·/~□?±'B3't\$øETDS
Lí>u\$6z_2oéØt□
S9
/°OJđm²*5yG¼O\$U,p]Ât
5~Ý^[[Ë^~I
vwc9>¥
T4
[Bíáó~‡'õfØ^Â]Z[Y¾ukS
R~—
q_ □7Û<[3ä1•~<ÆE2
5'vđÛöøéiđÉ"Ng}m6&
)^OFp0Z¾{ëgÔacy!³Ã
o°8
.^ÿÃ=FTé.kPÐ!B
TT
QÍÎ
R
Y&&?nU
vDÓ
z
Qdi,|
H~x5} súGDY*¼
SY^e ,†FjDÿŽyÎ¶e)4*b1
:0&y`H
y
q
kEnU(N+ñ4û

sc†[=I>P:L
eIDATM
|XÖ
gDĐ
J±V+vÊÊKCE-`i-ù;FqI
0/s!J“S\2
@é£G4n50z.p
T|*(k5
m3/G`Qy’}‘
RnË

ç÷ ã¹G!—néBQK>KR#éñ

(/a.,,

%!dÖ

XD□.....H&Ü¯JÈj+9BÓuM 1sá

o

IKÂ **s^<kYα:i

Z'›U:

2ÚEó=^»Lú...

p

z

o

.6É‘Òâuz'Ý\$RB0

*ÚÔI³/4Iμ»m8CiNbGeR›f—

y

KÜ[§SoZ%)e

8^μ,18lQ{30Ï'Z}út

LÂ4+•gÎFkβ{4Dz

cv□*ç`;

|VZ{m>@Ü«

4Úfíú,tLýNÃÅt~N

“”q3xž□□&£ÄR

%2MEH

9Yä38hJÔÔã{Í"ÍúXçíbd(BAÅUαj

3q/Wbú¶IB~

q}gP

vQi;JÛQZ

VSykJ[Ã<D”ðmf^(*â;C™ô(w#Sª

i6w|zn

>S›

;zçD”2Å
j|4üÝĩ“ñü’...|×-êed×D{M’WD{Y’

E{I’
1°)Qiv9c8Û;Ã
q{JBhm
)Z±\$hf%’>£*YpR
A-92vFd3”Û
n} sú<ù
}wh({
?;Ójμ MOi,êÛAGK

"=/ÒÓ"=-.ÒS"=.Ò

"]

Root Entry

Root Entry

WordDocument

WordDocument

ObjectPool

ObjectPool

_1126893357

_1126893357

CompObj

CompObj

Microsoft Graph 2000

GBiff5

MSGraph.Chart.8

"\$"#,##0;\-"\$"#,##0

"\$"#,##0:[Red]\-"\$"#,##0

"\$"#,##0.00;\-"\$"#,##0.00

"\$"#,##0.00:[Red]\-"\$"#,##0.00

"\$"* #,##0-;\-"\$"* #,##0_-;_"\$"* "-"_-;_-"@_-

* #,##0-;\-* #,##0_-;

"Arial

"Arial

"Arial

"System

"Arial

TRATAMIENTOS%

%+)%)3

% GERMINACION

Workbook

"Arial

"Arial

"Arial

"System

"Arial

"Arial

"Arial

"Arial

"Arial

I.V.E.

TRATAMIENTOS%

%(+)%)3

INDICE DE VELOCIDAD DE

EMERGENCIA5

5C5:>5::

_* "-" _;-_@_-

_"\$"* #,##0.00 _-;\-"\$"* #,##0.00 _-;_"\$"* "-"?? _-;-@_-

_* #,##0.00 _-;\-* #,##0.00 _-;_* "-"?? _-;-@_-1

Arial1

Arial1

Arial1

Arial1

Arial1

Arial1

Arial1

Arial1

Arial1

Arial=

,##0.00_...

333333

Columnas 3D 1

olumnas 3D 1Q

TRATAMIENTOS

RATAMIENTOS'

I.V.E.

.V.E. '

INDICE DE VELOCIDAD DE EMERGENCIA
!nNDICE DE VELOCIDAD DE EMERGENCIA'

Microsoft Graph 2000

GBiff5

MSGraph.Chart.8

"\$#,##0;\-\$#,##0

"\$#,##0;[Red]\-\$#,##0

"\$#,##0.00;\-\$#,##0.00

"\$#,##0.00;[Red]\-\$#,##0.00

-\$"* #,##0_-;\-_-

_1126811596

CompObj

CompObj

"Arial

"Arial

"Arial

"System

"Arial

"Arial

"Arial

"Arial

"Arial

TRATAMIENTOS%

%+)%3

LONGITUD DE PLUMULA

509C907

509C907

ObjInfo

ObjInfo

Workbook

Workbook

_1126811321

_1126811321

-\$"* #,##0_-;\-_-"\$"* "-_-;\-_-@_-

* #,##0-;\-_* #,##0_-;\-_* "-_-;\-_-@_-

-\$"* #,##0.00_-;\-"\$"* #,##0.00_-;\-"\$"* "-"?_-;\-_-@_-

* #,##0.00-;\-_* #,##0.00_-;\-_* "-"?_-;\-_-@_-1

Arial1

Arial1

Arial1

Arial1

Arial1

Arial1

Arial1
Arial1
Arial1
Arial=
,##0.00_...
Columnas 3D 1
olumnas 3D 1Q
TRATAMIENTOS
RATAMIENTOS'
LONGITUD DE PLUMULA
ONGITUD DE PLUMULA'
Microsoft Graph 2000
GBiff5
MSGraph.Chart.8
"\$#,#0;\-"\$#,#0
"\$#,#0;[Red]\-"\$#,#0
"\$#,#0.00;\-"\$#,#0.00
"\$#,#0.00;[Red]\-"\$#,#0.00
-"\$* #,#0-;\-

CompObj
CompObj
ObjInfo
ObjInfo
Workbook
Workbook
"Arial
"Arial
"Arial
"System
"Arial
"Arial
"Arial
"Arial
"Arial
"Arial

TRATAMIENTOS%
%+)%)3

LONGITUD DE RAIZ

"\$* #,#0_-;_-"\$* "-_-;_-"@_-
* #,#0-;\-* #,#0_-;_* "-_-;_-"@_-
-"\$* #,#0.00-;\-"\$* #,#0.00_-;_-"\$* "-"?_-;_-"@_-

* #,##0.00-;\-* #,##0.00_-;_* "-"??_-;-@_-1

Arial1

Arial1

Arial1

Arial1

Arial1

Arial1

Arial1

Arial1

Arial1

Arial=

,##0.00_...

Columnas 3D 1

olumnas 3D 1Q

TRATAMIENTOS

RATAMIENTOS'

LONGITUD DE RAIZ

ONGITUD DE RAIZ '

INTRODUCCIÓN

Normal

Microsoft Word 9.0

M1àoÇûM' ?äim<íyÿiç|sµÚ½ôô2,,oê7...gĩç>Â³·ò°ði]ü'ði

ü¼ðì½û"ðim {QxöZ=G<~

oa

n

s:

`j¶:;5Fù,S

:ZRvžÃ_0CO

iKα-‘6E:+R

F

,

6LØ-p

^Òyÿ,Ð, □4gbüÉyÁÌ-R]•Év°Îð9-,À''[N:_%

~¥ÆZÓ@VYâhmZ?L

@ZEâjmZ?LN6`

ófDBŠđV0)i9\ e9

1Table

1Table

SummaryInformation

SummaryInformation

DocumentSummaryInformation

DocumentSummaryInformation

CompObj

CompObj

Normal

Normal

Título 1

Título 1

Título 2

Título 2

Título 3

Título 3

Título 4

Título 4

Título 5

Título 5

Título 6

Título 6

Fuente de párrafo predeter.

Fuente de párrafo predeter.

Texto independiente

Texto independiente

Título

Título

Texto nota pie

Texto nota pie

Ref. de nota al pie

Ref. de nota al pie

Subtítulo

Subtítulo

Sangría 2 de t. independiente

Sangría 2 de t. independiente

Sangría de t. independiente

Sangría de t. independiente

Encabezado

Encabezado

Número de página

Número de página

Pie de página

Pie de página