

EFECTO DE TEMPERATURAS Y PRODUCTOS
ESTIMULANTES EN LA GERMINACION DE CUATRO
ESPECIES FORRAJERAS TROPICALES

ERASMO NUÑEZ RAMOS

TESIS

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL
PARA OBTENER EL GRADO DE
MAESTRO EN CIENCIAS
EN TECNOLOGIA DE SEMILLAS



Universidad Autónoma Agraria
"Antonio Narro"

PROGRAMA DE GRADUADOS

Buenavista, Saltillo, Coah.

NOVIEMBRE DE 2002



13786

BIBLIOTECA
EGIDIO G. RECONATO
BANCO DE TESIS
U.A.A.A.N.

**EFFECTO DE TEMPERATURAS Y PRODUCTOS
ESTIMULANTES EN LA GERMINACIÓN DE CUATRO
ESPECIES FORRAJERAS TROPICALES**

ERASMO NUÑEZ RAMOS

TESIS

**PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL
PARA OBTENER EL GRADO DE:**

MAESTRO EN CIENCIAS

EN TECNOLOGÍA DE SEMILLAS



**UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA
ANTONIO NARRO**

PROGRAMA DE GRADUADOS

Buenavista , Saltillo, Coahuila.

Noviembre de 2002



13786

**BIBLIOTECA
EGIDIO G. REBONATO
BANCO DE TESIS
U.A.A.A.N.**

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA
ANTONIO NARRO

SUBDIRECCIÓN DE POSTGRADO

EFFECTO DE TEMPERATURAS Y PRODUCTOS ESTIMULANTES EN LA
GERMINACIÓN DE CUATRO ESPECIES FORRAJERAS TROPICALES

TESIS

POR

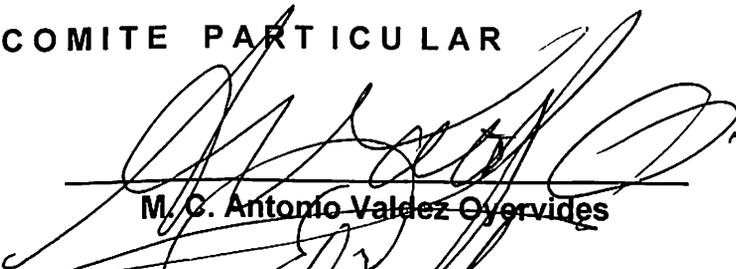
ERASMO NÚÑEZ RAMOS

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

MAESTRO EN CIENCIAS
EN TECNOLOGIA DE SEMILLAS

COMITE PARTICULAR

Asesor principal:



M. C. Antonio Valdez Oyervides

Asesor:



Dr. Mario E. Vázquez Badillo

Asesor:

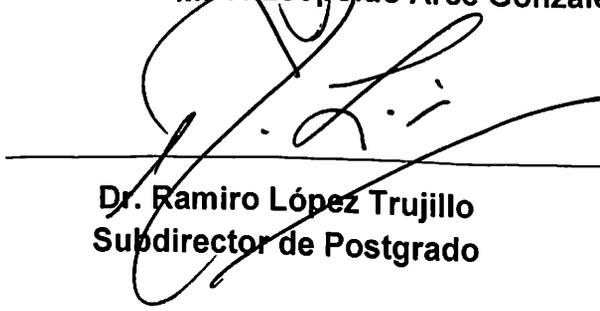


Dr. Victor M. Zamora Villa

Asesor:



M. C. Leopoldo Arce González



Dr. Ramiro López Trujillo
Subdirector de Postgrado

Buenavista, Saltillo, Coahuila, Noviembre de 2002.

AGRADECIMIENTO

A mi "Alma Mater" La Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro", por darme la oportunidad de realizar mis estudios de postgrado.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, por el apoyo económico brindado en mis estudios.

Expreso mi más sincero agradecimiento al M.C. Antonio Valdez Oyervides por su interés sin límite en la realización de este trabajo por su amistad y consejos.

Agradezco al Dr. Mario E. Vázquez Badillo por su asesoría y sugerencias en el trabajo de Tesis. Así mismo por la amistad y confianza que me brindo a lo largo de este tiempo.

Al Dr. Víctor M. Zamora Villa por su apoyo en el aspecto estadístico de esta Tesis, así como en sus correcciones y opinión de gran interés.

Al M.C. Leopoldo Arce González por su revisión, recomendaciones para una mejor presentación de este trabajo.

A la Lic. Neyra E. Hernández Orantes por su apoyo que siempre me ha brindado y su amistad tan linda dios la bendiga siempre.

Al Dr. Alfredo de la Rosa Loera. Por su apoyo en la realización de este trabajo y sobre todo por su confianza y amistad que siempre me ha brindado.

Al M.C. Flavio Ramos Domínguez, por el apoyo, amistad y consejos que siempre me ha brindado gracias dios lo bendiga siempre.

A QFB. Alejandra, QFB. Sandra, Biol. Jovita por su apoyo en mi trabajo de investigación, así como su amistad que me han brindado.

A la Ing. Lourdes Hernández H. por su apoyo en el trabajo de laboratorio y por su amistad que siempre me ha brindado.

Al M.C. Jesús Rodríguez de la Paz por su apoyo y amistad que siempre me brindo.

A mis amigos de la Maestría en Semillas QFB. Paty, Ing. Elly, Ing. Gaby, QFB. Coco e Ing. Paco por todos los momentos que compartimos juntos y amistad tan linda que siempre me han demostrado.

DEDICATORIA

A DIOS :

Por ser mi amigo, darme la vida y guiarme siempre por el camino de la excelencia y cuidarme siempre.

A MIS PADRES :

Sr. Carlos Núñez Cruz

Sra. Blanca E. Ramos Domínguez

Por su profundo amor para mí, gracias a ellos ahora alcanzo una meta más en vida. Papá, Mamá por esa gran valentía y sacrificio que han mostrado siempre, no tengo más que decirles que los quiero mucho....Gracias.

A MIS HERMANOS :

Carlos, Abel, Omar, Osmar, Lázaro, Sergio A., Fabio O., Hercilia, Lucila, Mercedes, Ma. De Lourdes, Blanca J., y Faty. Con mucho cariño. Mil gracias, Dios los bendiga siempre.

A MIS TÍOS :

M.C. Flavio, Rubén, Leopoldo, Hernán, Elvia, Toñis, Matilde, Sara y Bella los quiero mucho.

A MIS PRIMOS:

Nelson, Rodolfo, Hernán, Pablo, Alex, Rosa G. Dulce R., Delia y Rosa I.

A MIS AMIGOS :

Ing. Aureo, Ing. Damián, Ing. Jhonny, Mayra G., Ing. Gaby, Ing. Mirna, Zulma, Lic. Araceli, Lic. Artemisa, goyo, More y Esbeidy. Que siempre han compartido alegrías y tristezas, por su invaluable amistad y cariño. Dios este siempre con ellos.

A MIS AMIGOS DE FITOMEJORAMIENTO Y HORTICULTURA:

Dr. Alfredo, M.C. Eduardo, M.C. Jesús, M.C. Humberto, Ing. Silverio, Ing. Alberto, M.C. Julio, M.C. Carlos y M.C. Lucy.

Y DE FORMA MUY ESPECIAL :

A Lupita González por su cariño y amor dios la bendiga siempre.

Al Grupo de Misioneros (as) Laicos del Sagrado Corazón de Jesús y Sta. Ma. de Guadalupe por su amistad, carisma y amor que Dios los iluminé siempre.

COMPENDIO

Efecto de Temperaturas y Productos Estimulantes en la Germinación de Cuatro Especies Forrajeras Tropicales

POR

Erasmó Núñez Ramos

MAESTRO EN CIENCIAS
EN TECNOLOGÍA DE SEMILLAS

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA "ANTONIO NARRO"
BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA. NOVIEMBRE 2002

M.C. Antonio Valdez Oyervides –Asesor –

Palabras clave: Germinación, Temperaturas Alternas, Giberelinas, Acido Fúlvico, Gramíneas Tropicales, Latencia.

El trabajo de investigación se realizó con el objetivo de conocer el efecto de las temperaturas alternas, productos estimulantes (Biozyme–TS, Biozyme–PP, Acido Fúlvico y GBM–044) y la combinación de ambos sobre la germinación de gramíneas tropicales: *Brachiaria brizantha*, *decumbens*, *humidicola* y *dictyoneura*. El diseño de experimentos utilizado, consistió en un

completamente al azar con cuatro repeticiones y para comparación de medias se utilizó la prueba de diferencia mínima significativa (DMS = 0.05 por ciento). Las variables estudiadas fueron: capacidad de germinación, índice de velocidad de germinación, longitud de plúmula y radícula en laboratorio y capacidad de emergencia, índice de velocidad de emergencia y longitud de plúmula para invernadero. Los tratamientos fueron: Testigo(T1), Temperaturas Alternas (T°A)(T2), Biozyme-TS (T3), Biozyme-PP (T4), Acido Fúlvico (T5), GBM-044 (T6), Biozyme-TS+T°A (T7), Biozyme-PP+T°A (T8), ácido fúlvico+T°A (T9), GBM-044+T°A (10). Los resultados obtenidos indican que existen diferencias significativas al ($P \leq 0.05$) y ($P \leq 0.01$) nivel de probabilidad en los tratamientos, encontrando como mejores en *brizantha* T2, T10, para *decumbens* T5, T4 y T9, para *humidicola* T6 Y T10 y T9, T6 y T2 en *dictyoneura* en condiciones de laboratorio, siendo en invernadero los mejores en la especie *brizantha* T2, T4 y T6, para *decumbens* T6 y T10, para *humidicola* T4, T9, T6 y T2 y T5 y T6 los mejores para la especie *dictyoneura*. Se tiene que los productos estimulantes, temperaturas alternas y la combinación de estos tratamientos, utilizados en el estudio si tuvieron efecto en la germinación de las especies tropicales estudiadas.

ABSTRACT

EFFECT OF TEMPERATURES AND STIMULATING PRODUCTS IN THE GERMINATION OF FOUR SPECIES TROPICAL FORAGING

BY

Erasmo Núñez Ramos

MASTER OF SCIENCE
SEED TECHNOLOGY

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA "ANTONIO NARRO"
BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA, NOVEMBER 2002

M.C. Antonio Valdez Oyervides –Adviser –

key Words: Germination, Alternating Temperatures, Gibberellinas, Fulvic Acid, Grasses Tropical, Dormancy.

The investigation work was carried out with the objective of knowing the effect of the alternating temperatures, stimulating products (Biosyme-TS, Biozyme-PP, Fulvic Acid and GBM-044) and the combination of both on the germination of grasses tropical: *Brachiaria brizantha*, *decumbens*, *humidicola* and *dictyoneura*. The experimental design used, was a randomred completely

design, with four replications, and for comparing means was used the LSD (least significant difference at 0.05 percent). The studied variables were: germination capacity, velocity index germination, plumule longitude and radicle in laboratory and emergency capacity, velocity index emergency and plumule longitude for greenhouse. The treatments were: Checks (T1), Alternating Temperatures (T°A) (T2), Biozyme-TS (T3), Biozyme-PP (T4), Fulvic Acid (T5), GBM-044 (T6), Biozyme-TS + T°A (T7), Biozyme-PP + T°A (T8), Fulvic Acid + T°A (T9), GBM-044 + T°A (10). The obtained results indicate that there were differences at ($P \leq 0.05$) and ($P \leq 0.01$) level probability for treatments, the best treatment for *brizantha* were T2 and T10, for *decumbens* T5, T4 and T9, for *humidicola* T6 and T10 and T9, T6 and T2 for *dictyoneura* under laboratory conditions, for the greenhouse conditions, the best treatment for *brizantha* were T2, T4 and T6, for *decumbens* T6 and T10, for *humidicola* T4, T9, T6 and T2 and T5 and T6 for the specie *dictyoneura*. It was observed that the products, temperatures and the combinations of both. It had effect in the germination from the studied species tropical grasses.

ÍNDICE

	Página
ÍNDICE DE CUADROS.....	viii
INTRODUCCIÓN.....	1
Objetivos.....	4
Hipótesis.....	4
REVISIÓN DE LITERATURA.....	5
Importancia de las Gramíneas.....	5
Descripción de las <i>Brachiarias</i>	6
Definición de Semillas.....	8
Calidad de las Semillas.....	9
Factores de la Calidad.....	10
Germinación.....	11
Latencia.....	12
Tipos de Latencia.....	14
Tratamientos para Eliminar Latencia.....	17
Causas de Latencia en Especies Forrajeras.....	20
Ruptura de Latencia en Forrajeras.....	22
Definición e Investigaciones con Ácido Fúlvico.....	30
MATERIALES Y MÉTODOS.....	32

Localización.....	32
Material Genético en estudio.....	32
Productos Utilizados en el Estudio.....	34
Aplicación de los Tratamientos.....	37
Laboratorio.....	37
Invernadero.....	38
Variables Evaluadas.....	38
Análisis Estadístico.....	41
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	43
Laboratorio.....	43
<i>Brachiaria brizantha</i>	43
<i>Brachiaria decumbens</i>	47
<i>Brachiaria humidicola</i>	50
<i>Brachiaria dictyoneura</i>	54
Invernadero.....	58
<i>Brachiaria brizantha</i>	58
<i>Brachiaria decumbens</i>	60
<i>Brachiaria humidicola</i>	63
<i>Brachiaria dictyoneura</i>	65
CONCLUSIONES.....	68
RESUMEN.....	70
LITERATURA CITADA.....	72

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro	Descripción	Página
3.1	Por ciento de pureza y germinación en las especies antes de la siembra de los experimentos.....	33
3.2	Composición de ingredientes del producto Biozyme – TS....	35
3.3	Composición de ingredientes del producto Biozyme – PP....	35
3.4	Tratamientos utilizados en el presente trabajo.....	36
4.1	Cuadrados medios y significancia de las variables estudiadas en la especie <i>Brachiaria brizantha</i> bajo condiciones de laboratorio.....	43
4.2	Comparación de medias para las variables evaluadas en laboratorio de la especie <i>Brachiaria brizantha</i>	45
4.3	Cuadrados medios y significancia de las variables estudiadas en la especie <i>Brachiaria decumbens</i> bajo condiciones de laboratorio.....	48
4.4	Comparación de medias para las variables evaluadas en laboratorio de la especie <i>Brachiaria decumbens</i>	48
4.5	Cuadrados medios y significancia de las variables estudiadas en la especie <i>Brachiaria humidicola</i> bajo condiciones de laboratorio.....	52

4.6	Comparación de medias para las variables evaluadas en laboratorio de la especie <i>Brachiaria humidicola</i>	52
4.7	Cuadrados medios y significancia de las variables estudiadas en la especie <i>Brachiaria dictyoneura</i> bajo condiciones de laboratorio.....	54
4.8	Comparación de medias para las variables evaluadas en laboratorio de la especie <i>Brachiaria dictyoneura</i>	55
4.9	Cuadrados medios y significancia de las variables estudiadas en la especie <i>Brachiaria brizantha</i> bajo condiciones de invernadero.....	58
4.10	Comparación de medias para las variables evaluadas en invernadero de la especie <i>Brachiaria brizantha</i>	59
4.11	Cuadrados medios y significancia de las variables estudiadas en la especie <i>Brachiaria decumbens</i> bajo condiciones de invernadero.....	61
4.12	Comparación de medias para las variables evaluadas en invernadero de la especie <i>Brachiaria decumbens</i>	61
4.13	Cuadrados medios y significación de las variables estudiadas en la especie <i>Brachiaria humidicola</i> bajo condiciones de invernadero.....	63
4.14	Comparación de medias para las variables evaluadas en invernadero de la especie <i>brachiaria humidicola</i>	64
4.15	Cuadrados medios y significancia de las variables estudiadas en la especie <i>Brachiaria dictyoneura</i> bajo condiciones de invernadero.....	66
4.16	Comparación de medias para las variables evaluadas en invernadero de la especie <i>Brachiaria dictyoneura</i>	66

INTRODUCCIÓN

Actualmente en México, la producción de semillas de especies forrajeras se hace en forma empírica, utilizando las semillas de las mismas praderas para establecer nuevos campos de producción.

La producción de semillas de especies forrajeras en nuestro país no es una actividad primaria en la agricultura y ganadería, donde la inversión monetaria y técnica es deficiente, lo que trae consigo una considerable escasez de estas, sin embargo es una buena alternativa agrícola, no solo del país si no para el resto del mundo, ya que son muy eficientes a las condiciones físicas como temperaturas y precipitaciones, así como a los diferentes tipos de suelos.

Las semillas que se utilizan normalmente carecen de calidad fisiológica y física, en virtud de que estas no son cosechadas de lotes específicos para producir semilla, si no más bien son subproductos después del pastoreo.

La producción forrajera requiere especies de fácil reproducción, sea ésta mediante el uso de semillas botánicas, quienes presentan ventajas económicas debido al ahorro de recursos y mano de obra para su establecimiento y una utilización más temprana en relación a las resiembras vegetativas.

Las semillas deben ser capaces de germinar rápidamente y en un porcentaje que asegure la presencia de la especie seleccionada, en caso contrario, si ésta es mala, el establecimiento será lento e irregular, además de presentar áreas descubiertas, permitiendo en ellas el crecimiento de malezas.

En el trópico mexicano, especies forrajeras del género *Brachiaria* presentan en ciertas regiones, características ventajosas como resistencia a la sequía o al encharcamiento, rápida capacidad de recuperación después del pastoreo, resistencia a plagas y enfermedades.

La latencia es característica en semillas del género *Brachiaria*, una alternativa es sometiéndolo a períodos de almacenamiento variables. Sin embargo, este sistema no ha resultado ser muy eficiente, debido a que la duración y condiciones que involucra este tipo de manejo no pueden ser aplicadas por igual a todas las especies del género *Brachiaria* y en muchos casos ha ocasionado problemas comerciales debido a la baja germinación de algunos lotes de semillas.

Las semillas recién cosechadas de *Brachiaria* presentan un marcado estado de latencia, lo que constituye una desventaja tanto para su uso inmediato como para la evaluación de su calidad.

Para resolver en parte el problema de la latencia, se han estudiado algunas técnicas y/o métodos para eliminar la latencia y por consecuencia aumentar la germinación de las gramíneas forrajeras.

Faría *et al.* (1996) mencionan que existen diferentes métodos para interrumpir la latencia de la semilla, entre ellos procedimientos químicos con ácidos o bases, tratamientos mecánicos como frotar las semillas con papel de lija, inmersiones en agua, inmersiones en agua caliente, tratamientos con temperaturas, almacenamiento y otros. La respuesta a la escarificación varía en función de la especie.

De ahí que en las semillas forrajeras se observa el fenómeno de latencia, el cual presenta como desventajas la desuniformidad en la germinación, dificulta la propagación y puede acarrear problemas en la siembra, de allí la necesidad de realizar tratamientos a las semillas de pastos con las aplicaciones de temperaturas y productos estimulantes de la germinación para incrementar su calidad fisiológica.

Objetivos

- Conocer el efecto de cuatro biorreguladores de la germinación y reducción de latencia en semillas de: *Brachiaria brizantha*, *Brachiaria decumbens*, *Brachiaria humidicola* y *Brachiaria dictyoneura*.
- Determinar el efecto de las temperaturas alternas en la germinación de *Brachiarias*.
- Determinar el efecto de la combinación de temperaturas y biorreguladores en la estimulación de la germinación de *Brachiarias*.

Hipótesis

- Al menos uno de los cuatro productos estimulantes utilizados tiene mayor efecto positivo sobre la calidad fisiológica de la semillas estudiadas.
- Las temperaturas alternas tienen efecto positivo en la germinación de semillas de *Brachiarias*.
- Al menos una de las combinaciones de temperaturas y productos estimulantes tiene efecto positivo en la germinación de cuatro *Brachiarias* tropicales.

REVISIÓN DE LITERATURA

Importancia de las Gramíneas

Se estima que en el mundo hay cerca de 10,000 especies de pastos. De ellas se utilizan en forma apreciable unas 40 para el establecimiento de praderas. Estas especies forman parte de la flora de tres regiones principales del mundo, las cuales son:

- a).- La región Euraciana que cuenta con aproximadamente 20 especies.
- b).- La zona Africana Oriental, con ocho especies.
- c).- La región Sudamericana Subtropical, con cuatro especies.

La mayoría de las especies utilizadas en las praderas cultivadas de los territorios tropicales se originaron de las dos últimas regiones mencionadas (Valdez, 2001).

Además de ser una de las familias más grandes, las gramíneas juegan un papel muy importante en la alimentación del hombre y los animales, incluso, se dice que las gramíneas alimentan al mundo (Lebgue y Valerio, 1986).

Descripción de las Brachiarias

***Brachiaria brizantha* (Pasto insurgente)**

Peralta (1990a) menciona que es una especie originaria de África del Sur, se adapta a suelos de fertilidad media a bien drenados, altitud desde el nivel del mar hasta 2000 metros y precipitación pluvial arriba de 900 mm. Presenta un hábito de crecimiento de matas densas de crecimiento macollado, hojas erectas y largas, levemente filosas coloración verde oscura, altura de uno a dos metros con un ciclo vegetativo perenne, tolerancia media a sequía y heladas. Se utiliza en pastoreo con una producción de 10 - 18 ton ha⁻¹/año de materia seca, con una densidad de siembra de 3 Kg ha⁻¹ en mezcla con leguminosas y hasta 6 Kg ha⁻¹ cuando se siembra sola, lográndose así un buen cubrimiento a una profundidad de siembra de 1 - 2 cm.

***Brachiaria decumbens* (Pasto señal)**

Hopkinson *et al.* (1996) reporta que es una especie originaria de Uganda-África, se adapta bien a suelos de baja (sabanas), media y alta fertilidad, altitud desde el nivel del mar hasta 2000 metros y precipitación pluvial arriba de 800 mm con un hábito de crecimiento de matas densas de crecimiento vigoroso y estolonífero, lo que permite un cubrimiento rápido del suelo, con un ciclo vegetativo perenne, tolerancia media a sequía y al frío. Se usa en pastoreo con una producción de 11 - 20 ton ha⁻¹/año de materia seca y 50 ton ha⁻¹/año de

materia verde con una densidad de siembra de 3 Kg ha⁻¹, se puede utilizar en mezcla con leguminosas a una profundidad de siembra de 1 - 2 cm.

***Brachiaria humidicola* (Pasto humidicola)**

Peralta (1990a) reporta que es una especie originaria de África Ecuatorial, se adapta bien a suelos de baja, media y alta fertilidad, altitud desde el nivel del mar hasta 2000 metros y precipitación pluvial arriba de 700 mm con un hábito de crecimiento de matas densas de crecimiento estolonífero inicialmente lento y posteriormente vigoroso, con un ciclo vegetativo perenne, tolerancia alta a la sequía y al encharcamiento. Se usa en pastoreo con una producción promedio de 20 ton ha⁻¹/año de materia seca y 50 ton ha⁻¹/año de materia verde con una densidad de siembra de 3 - 4 Kg ha⁻¹, se puede utilizar en mezcla con *B. decumbens* o *ruzzicensis*, para que en la etapa inicial del desarrollo del potrero garantice un buen cubrimiento y poca competencia con las malezas y su profundidad de siembra oscila de 1 - 2 cm.

***Brachiaria dictyoneura* (Pasto brunca)**

Ferguson (1990) menciona que es una especie originaria de África, se adapta bien a suelos de baja, media y buena fertilidad, altitud desde el nivel del mar hasta 1800 metros y precipitación pluvial arriba de 500 mm con un hábito de crecimiento de matas densas de crecimiento estolonífero, desarrollo inicial lento y posteriormente vigoroso, con un ciclo vegetativo perenne, tolerancia

media a sequía y al frío. Se utiliza en pastoreo con una producción promedio de 12 ton ha⁻¹/año de materia seca y 40 ton ha⁻¹/año de materia verde con una densidad de siembra de 3 - 4 Kg ha⁻¹ a una profundidad de siembra de 1 - 2 cm.

Definición de Semillas

Vencer (1989) define a la semilla como el producto maduro de un óvulo y es una estructura autónoma, completa y compleja, tanto fenotípica como genotípicamente, ya que existen formas y tamaños de enorme variedad, contiene tejidos de diferente composición genética. El Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT, 1981), menciona que las semillas son el potencial genético para las altas producciones de cosechas y el agente de cambio en las situaciones de producción agrícola y ganadero, de ahí que la *semillas* no sean únicamente algo que los agricultores siembran o que los ganaderos utilizan para el establecimiento o resiembras de sus praderas y pastizales.

Por otro lado, Weir *et al.* (1983) definen a la semilla como un óvulo fecundado y maduro, mientras que Garay (1989), menciona que la semilla es un constituyente de la tecnología esencial e imprescindible en la producción de alimentos, por lo tanto, se constituye en una tecnología con un valor estratégico, porque permite obtener una mayor eficiencia productiva de los recursos productivos como la tierra, agua, mano de obra, etc.

Calidad de las Semillas

La Fundación para el Desarrollo del Agro (Fundeagro, 1999), señala que la formación de la semilla se inicia con la fecundación del óvulo y a partir de ese momento, la semilla comienza a acumular los distintos factores que determinarán su calidad cuando alcance la madurez; sin embargo, la fecundación del óvulo se produce en un individuo completamente desarrollado, del cual, la semilla recibirá una herencia genética y fisiológica que si no es la deseada puede desvirtuar totalmente el trabajo que se haga con el nuevo individuo. Por lo anterior, es necesario preservar la calidad de semilla desde la elección de la semilla madre y luego a través de todo el proceso productivo en el campo.

La calidad de la semilla llega a su punto más alto cuando la semilla alcanza la madurez fisiológica en la planta; de allí en adelante, el clima juega un papel preponderante en el proceso de deterioro.

La semilla como todo ser viviente es perecible, siendo por lo tanto la viabilidad, condición indispensable para que la semilla sea considerada como tal, pero la viabilidad, así como los demás factores de calidad a excepción de la identidad genética son influenciados por factores ajenos a la propia semilla durante las etapas de la cosecha, el procesamiento, el tratamiento, el envasado y el almacenamiento; por ello también deben tomarse precauciones en estas etapas para no incrementar el deterioro.

Factores de la Calidad

Delouche (1985) dice que siendo uno de los propósitos de la semilla la propagación de la especie vegetal, muchos de los atributos de calidad tienen que ver con su capacidad para permitir esta supervivencia y/o multiplicación. La calidad de la semilla está dada por un conjunto de factores tales como; viabilidad, vigor, madurez, contenido de humedad, daños mecánicos, ataque de hongos e insectos, tamaño, apariencia y comportamiento entre otros, cuando se hace referencia a una semilla como individuo, pero cuando se refiere a un conjunto de individuos (lote de semillas), a los anteriores factores se le agregan la presencia de semillas de malas hierbas, semillas de otras plantas cultivadas, materias extrañas y uniformidad de características genéticas y morfológicas a través de todo el lote.

Fundeagro (1999) menciona que el desarrollo de métodos que permiten evaluar la calidad de las semillas, así como identificar los problemas que las puedan afectar, han hecho posible el empleo de sistemas de control, tanto en la fase de campo como en la planta.

El control de calidad es esencialmente un proceso de problemas y soluciones que tiene como objetivos:

- Solucionar los problemas que afecten la calidad de la semilla.
- Alcanzar determinado standard de calidad.
- Mantener la calidad alcanzada.

La solución de los problemas que afectan la calidad de la semilla comprende necesariamente cuatro etapas:

- Detectar e identificar el problema que afecta la calidad de la semilla.
- Determinar la causa que la origina.
- Estudiar y aplicar alternativas de solución.
- Evaluar y controlar la eficacia de las soluciones dadas.

La semilla está expuesta a lo largo de todo el proceso productivo a condiciones y operaciones que puedan afectar su calidad. Ello puede ocurrir durante su formación y desarrollo en campo, durante la cosecha y secado, así como su permanencia en la planta de acondicionamiento; en ésta, la semilla es sometida a operaciones de limpieza, clasificación, tratamiento, envasado y almacenamiento.

Germinación

La International Seed Testing Association (ISTA 1996), menciona que la germinación puede ser definida como la emergencia y desarrollo de las estructuras esenciales del embrión, las cuales indican la habilidad para desarrollar una planta normal bajo condiciones favorables, en cambio Copeland y McDonald (1985) definen a la germinación, como la emergencia de la radícula a través de la cubierta de la semilla y la reanudación del crecimiento del embrión cuando la semilla se encuentra bajo condiciones favorables de humedad, temperatura, oxígeno y luz, desencadenando una serie de eventos

que lleva a la activación del embrión, el cual sigue su desarrollo a una pequeña plántula.

Peralta (1990b) dice que la germinación interviene en alto grado para determinar la calidad de la semilla, la cual está expresada para especies forrajeras por su valor cultural y es el producto de la pureza por la germinación.

Latencia

Moreno (1984) señala que una semilla latente es aquella que esta viva, pero que no germina bajo ciertas condiciones favorables para otras semillas no latentes de la misma clase, por su parte Lodes y Kuhns (1996), aseguran que ciertas semillas no germinan hasta que no ocurren determinadas condiciones internas, este período es denominado latencia. La latencia es originada generalmente por cubiertas de la semilla duras o impermeables al agua u oxígeno, inmadurez del embrión y presencia de inhibidores que controlan la germinación.

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

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

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

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

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

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

semillas están enterradas profundamente o son muy sombreadas por otras plantas.

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

Tipos de Latencia

Latencia por la Cubierta de las Semillas

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

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

Latencia Química. Corresponde a la producción y acumulación de sustancias químicas que inhiben la germinación, ya sea en el fruto o en las cubiertas de las semillas.

Latencia Morfológica

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

Embriones Rudimentarios. Se presenta en semillas cuyo embrión es apenas algo más que un pro embrión embebido en un endosperma al momento de la maduración del fruto. También en el endosperma existen inhibidores químicos que se vuelven activos con altas temperaturas.

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

Latencia Interna

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

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

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

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

Latencia Combinada Morfofisiológica

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

Latencia Combinada Exógena – Endógena

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

Tratamientos para Eliminar Latencia

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

Estratificación

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

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

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

Escarificación

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

Mecánica. Consiste en raspar la cubierta de las semillas con lijas, limas o quebrarlas con un martillo. Si es a gran escala se utilizan maquinas especiales como tambores giratorios recubiertos en su interior con papel lija, o combinados con arena gruesa o grava.

Con Agua Caliente. Se colocan las semillas en un recipiente en una proporción de cuatro a cinco veces su volumen de agua caliente a temperatura entre 77 y 100°C. De inmediato se retira la fuente de calor y las semillas se dejan remojar durante 12 a 24 horas en el agua que se va enfriando gradualmente. Las semillas se deben sembrar inmediatamente después del tratamiento. Phipps (1973) afirma que en semillas de leguminosas forrajeras de los géneros *Leucaena*, *Stylosanthes*, *Centrosema*, *Pueraria* y *Macroptilium* se han obtenido incrementos en germinación de 40 a 80 por ciento, al sumergir estas en agua hirviendo por determinado tiempo.

Con Ácido. Las semillas secas se colocan en recipientes no metálicos y se cubren con ácido sulfúrico concentrado en proporción de una parte de semilla por dos de ácido. Durante el período del tratamiento, las semillas deben

agitarse regularmente con el fin de obtener resultados uniformes. Después del tiempo de tratamiento se escurre el ácido y las semillas se lavan con abundante agua para quitarles el restante.

Lixiviación

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

Combinación de Tratamientos

Se utiliza en semillas de especies que tienen más de un tipo de letargo. Como se aprecia en el tipo de latencia que presenta la semilla del quinchoncho (*Cajanus cajan* L.), podría ser originada por una combinación de factores: un embrión inmaduro, una cubierta dura y la presencia de inhibidores químicos solubles en agua; al almacenar la semilla se le da oportunidad al embrión de alcanzar las condiciones fisiológicas adecuadas para iniciar el proceso de germinación, mientras que al tratar las semillas con ácido sulfúrico y con agua en ebullición se elimina la cubierta dura; la imbibición de las semillas en agua, originaría el lavado de las sustancias químicas inhibidoras de la germinación, permitiendo estos procedimientos el intercambio de agua y aire; y en consecuencia el inicio del proceso de germinación (Pietrosemoli, 1997).

Hormonas y Otros Estimulantes Químicos

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

Causas de Latencia en Especies Forrajeras

Cubiertas Florales Duras e Impermeables al Agua y al Oxígeno

González *et al.* (1988) dicen que el término cubierta incluye estructuras externas o internas que cubren al embrión. Estas pueden ser duras y resistentes a la entrada de agua, lo cual puede limitar la difusión del oxígeno y resistir la expansión del embrión. Esta causa de latencia se encuentra en casi todos los géneros de leguminosas tropicales como *Leucaena*, *Stylosanthes*, *Macroptilium*, *Centrosema*, *Teramnus* y en algunas gramíneas de los géneros *Brachiaria*, *Paspalum* y *Panicum*.

Inmadurez del Embrión

Boonmam (1979) menciona que se presenta en la mayoría de las gramíneas forrajeras, al no haber completado la semilla la madurez embriónica

al momento de la cosecha, a causa de la desuniformidad en la etapa de floración. La especie *B. decumbens* es un ejemplo típico.

Miles *et al.* (1996) señalan que la latencia en semillas del género *Brachiaria* es física, porque la semilla posee una cubierta impermeable al paso de gases y agua y/o fisiológicamente por inmadurez del embrión.

La presencia de embriones inmaduros es una de las principales causas de la baja calidad y germinación de los lotes de semillas de gramíneas tropicales. Las semillas inmaduras aunque se incluyan en la fracción pura en el análisis de pureza, tienen un potencial de germinación más bajo, menor longevidad y menor capacidad de emergencia en el campo (Hopkinson *et al.*, 1996).

Presencia de Inhibidores de la Germinación

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

Control Hormonal

Zulay (1993) señala que a medida que se incrementa la germinación, el contenido del ácido gibérellico, citocininas y otras sustancias que estimulan el

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

Ruptura de Latencia en Forrajas

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

Acido Sulfúrico Concentrado (H_2SO_4)

Zulay (1998) y Ramos (1975) reportan que es el método químico más utilizado en semillas de especies forrajas tropicales, porque disuelve, agrieta y debilita las cubiertas florales, lo cual permite la entrada de agua e intercambio de gases, facilita la expansión del embrión y la salida de la radícula. En semillas de leguminosas de los géneros: *Medicago*, *Calopogonium*, *Centrosema*, *Leucaena*, *Macroptilium*, *Neonotonia* y *Stylosanthes*, se han obtenido altos porcentajes de germinación (80 - 90 por ciento) cuando la semilla se trata durante cierto tiempo (10 - 15 min.) con ácido sulfúrico concentrado.

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

Magalhaes *et al.* (1992) señalan que en semillas de *B. decumbens*, *B. humidicola* y *B. ruzizensis* se confirma la efectividad del ácido sulfúrico, acelerando la ruptura de latencia y con ello su germinación.

Rarivoson *et al.* (1987) reafirman que la latencia puede ser suspendida por diversos métodos de escarificación. Se considera que la química con H_2SO_4 es más efectiva que el agua hirviendo y altas temperaturas.

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

Nitrato de Potasio (KNO₃)

Harty *et al.* (1983) reportan que el nitrato de potasio (KNO₃), es recomendado como estimulador de la germinación cuando se utiliza para humedecer los sustratos, a fin de formar el medio complementario a otros tratamientos tendientes a romper latencia. El KNO₃ al 0.2 por ciento, ha sido efectivo en semillas de *Panicum maximum*, cultivares *Makueni*, *Gatton*, *Trichoglume* y *Likini*, incrementaron su germinación en 15 por ciento.

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

Acido Giberélico (GA₃)

Ramos (1975) menciona que ciertas especies de semillas requieren ser estimuladas por la giberelina a fin de promover la acción enzimática que induce la ruptura del almidón y otras sustancias de reserva. En semillas intactas de *B. decumbens*, *B. humidicola* y *B. dictyoneura* se obtuvo incrementos de germinación en 47 por ciento; con concentraciones de 100 y 200 ppm. También se recomiendan aplicaciones de ácido giberélico en semillas de *B. dictyoneura*, previamente escarificadas con H₂SO₄ (Castiblanco y Mendoza 1985).

Ludking (1971) aplicó ácido giberélico a semilla de *Panicum maximum* recién cosechada, y encontró que este tratamiento rompió la latencia sin afectar el desarrollo del embrión. También Don (1979) utilizó ácido giberélico en dos variedades de cebada y obtuvo resultados favorables al estimular la germinación.

Manjarréz (1996) reportó que con semillas de *Brachiaria brizantha*, que al aplicar ácido giberélico en combinación con escarificación mecánica por 30 minutos rompió la latencia.

Vieira (1998) estudio varios métodos para romper la latencia de semillas de *Brachiaria brizantha*; y observó que el ácido giberélico fue la sustancia más eficaz para promover la germinación, principalmente cuando las semillas fueron lavadas antes de la aplicación.

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

Oxígeno (O₂)

Según Whiteman y Mendra (1982), muchas semillas de especies forrajeras se caracterizan por poseer dos tegumentos muy compactos y que actúan como una barrera física para evitar la entrada de agua y el intercambio de gases, particularmente O₂ y CO₂. Semillas de *B. decumbens* y *B. dictyoneura* al ser colocadas en una atmósfera rica en oxígeno incrementaron significativamente su germinación, asociando esta respuesta a una mayor disponibilidad de O₂ por el embrión, sin embargo semillas de *B. humidicola* no respondieron favorablemente a la condición de alta cantidad de O₂ (Fuchs, 1989).

Temperaturas Alternas

McElgunn (1974) reporta que la aplicación de altas temperaturas como mecanismo de romper latencia ha sido frecuentemente utilizado. Al parecer estas producen incrementos de la respiración y metabolismo, especialmente en semillas húmedas, cambiando el balance de los componentes intermedios del ciclo respiratorio, sin embargo su mantenimiento por tiempo prolongado puede ser desfavorable para la germinación de las semillas.

Ramos (1975) señala que en semillas de *B. decumbens* y *B. dictyoneura* se recomienda el calor seco entre 35 y 50°C por un tiempo de exposición no mayor de 30 minutos.

A medida que las semillas emergen del estado de latencia tienden a buscar temperaturas específicas en las cuales pueden germinar. Cuando se reduce progresivamente este estado, la franja de temperatura aumenta. Los requisitos específicos de temperatura para las semillas latentes pueden incluir temperaturas alternas. La semilla de *Neonotomia wightii* germina bien en un rango de temperaturas alternas de 10 – 35 °C, pero muy lentamente a una temperatura constante de 25°C, cuando las semillas de esta especie no tienen latencia germinan muy bien a una temperatura constante de 25°C.

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

Bierhuizen y Wagenvoort (1974) mencionan que varios controles pueden actuar en estas especies para eliminar el efecto supresor de la germinación, en la forma de pre-tratamiento como enfriamiento del sustrato húmedo, exposición de la semillas a nitratos a un período de postmaduración a temperatura ambiente o directamente como factor en forma de temperaturas alternas o iluminación del sustrato. Cuando la humedad es la adecuada, la germinación final de una muestra de semillas está controlada por la temperatura.

Ferrari y López (2000) al analizar el comportamiento de la germinación de semilla *Briza subaristata* dentro de cada temperatura, el efecto principal "sitio

de recolección" siempre fue significativo. Para las temperaturas de 15, 20, 15 - 10, 20 - 10, 20 - 15 y 25 - 20°C, la pre-refrigeración (7°C) tuvo un efecto significativo, pero disminuyó el porcentaje de germinación respecto de las semillas no pre-refrigeradas.

También encontraron los mayores porcentajes de germinación cuando la temperatura era constante a 15°C, sin pre-refrigeración y humedeciendo el sustrato con solución de KNO_3 y cuando las temperaturas de germinación eran alternas de 15-10°C con pre-refrigeración, pero sin KNO_3 . Las temperaturas alternas 20 - 30°C fueron ensayadas en el mismo experimento produciendo los porcentajes de germinación más bajos.

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

Alonso y Peretti (1995) señalaron que a 20°C y KNO_3 bajo iluminación, fueron las mejores condiciones para la germinación de *Briza subaristata*. Las especies de pastizales presentan un comportamiento oportunista, siendo capaces de germinar en un amplio rango de temperaturas (Bewley y Black, 1994).

Almacenamiento

Zulay (1996) dice que las condiciones de almacenamiento de la semilla pueden influir sobre la promoción o retención del estado de latencia en especies forrajeras. Semillas de *Brachiaria* se caracterizan por tener tegumentos muy compactos y marcada latencia cuando están recién cosechada. Reporta también que a través del almacenamiento se logra preservar la calidad de la semilla minimizando su deterioro, pero debe tenerse especial cuidado cuando las semillas presentan estado de latencia, el deterioro es un proceso natural que se acelera o reduce bajo determinadas condiciones ambientales, en semilla de especies forrajeras con estado de latencia, el tiempo que debe transcurrir desde la cosecha hasta la germinación, varía según la especie y puede ser de unos días hasta más de un año. Así mismo, obtuvo resultados satisfactorios de germinación de semilla de *B. Dictyoneura* evaluadas en condiciones diferentes de almacenamiento, siendo después del quinto mes de cosechada los mayores porcentajes, sin aplicar tratamiento químico adicional.

Matías y Bilbao (1985) señalan que las semillas de las especies *Panicum maximum*, *Cenchrus ciliaris* y *Chloris gayanus* y de las especies del género *Brachiaria* presentaron latencia recién cosechadas y que este período puede durar entre tres y doce meses, según la especie y las condiciones de almacenamiento. Por otro lado, Zulay (1996) trabajó con la especie *Brachiaria dictyoneura*, observando que las semillas presentaron una fuerte latencia y que esta puede durar entre ocho y diez meses.

Definición e Investigaciones con Ácido Fúlvico.

Aitken (1985) define a los ácidos fúlvicos son una cadena corta de moléculas las cuales tienen un peso molecular bajo de color amarillo y solubles en soluciones alcalinas y ácidas.

Por otro lado, Delbon. 2000. <http://www.delbon.com> menciona que los ácidos fúlvicos provienen de la palabra "fulvus" que significa amarillo; los ácidos fúlvicos son de la misma naturaleza que los húmicos, pero estos están constituidos por moléculas más pequeñas y menos polimerizadas, son de color rojo oscuro y son llamados "humus bruto". Mientras que los ácidos húmicos están formados en el suelo por oxidación de la lignina y de los polifenoles que provocan su polimerización.

Hipócrates (2000) reporta que los ácidos fúlvicos tienen importancia en la producción de iones minerales, son también reconocidos por su habilidad de hacer vitaminas y minerales absorbibles para las plantas, esto se logra transformando minerales elementales en formas orgánicas que son fácilmente transformadas dentro y a través de las raíces y las membranas de las plantas.

Las plantas absorben minerales y proteínas a través de los pelos radicales, un ion a la vez. La interacción entre los ácidos fúlvicos y los elementos minerales debe tomar lugar antes de que esta absorción pueda suceder.

Carballo (2001) encontró que el fúlvico no presentó ningún efecto favorable en los cultivos de maíz y trigo, con excepción del sorgo, en donde de manera eficiente destacó en longitud media de radícula en una prueba de germinación estándar.

García (2002) trabajando con ácido fúlvico en semilla de tomate encontró que a medida que se aumentan las dosis las longitudes de plúmula disminuyeron estas evaluadas antes de un periodo de almacenamiento, ya que el ácido fúlvico está prediseñado principalmente para fomentar el desarrollo radicular.

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización

El presente trabajo de investigación se llevo a cabo en el Laboratorio de ensayos de semillas del Centro de Capacitación y Desarrollo de Tecnología de Semillas y el Invernadero de alta tecnología, los cuales pertenecen a la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, en Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. Ubicada a los 25° 22' de Latitud Norte y 101° 00' de Longitud Oeste, con una Altitud de 1742 msnm.

Material Genético en Estudio

Se utilizaron semillas de gramíneas ampliamente difundidas en el trópico mexicano: *Brachiaria brizantha*, *Brachiaria decumbens*, *Bachiaria humidicola* y *Brachiaria dictyoneura*. Las semillas de las especies mencionadas anteriormente fueron obtenidas de la empresa Papalotla de la Ciudad de Villa Hermosa, Tabasco, México, procurando que tuvieran máximo un año de cosechadas.

Manejo de la Semilla

Antes de ser utilizada la semilla se le eliminaron las impurezas, tales como tierra, palos, tallos y algunos otros residuos, para lo cual se utilizó un soplador de tipo **South Dakota**; el cual consta de una o mas cámaras de compresión y un ventilador impulsado por un motor de velocidad uniforme para poder mantener una corriente de aire estable.

El diámetro del tubo soplador fue proporcional al tamaño de la muestra de trabajo y el tubo fue lo suficientemente largo para permitir una separación satisfactoria de la muestra. La válvula o compuerta que regula la corriente de aire permitió un ajuste preciso, la cual fue calibrada y marcada de tal modo que facilito la lectura para su ajuste.

Para este tipo de limpieza se tomo una muestra de 100 gramos de semilla de cada especie y se le abrió un diámetro de 3.5 cm para el soplado del aire reportando los porcentajes de pureza. Además también se les hicieron las pruebas de geminación estándar a estas especies antes de utilizarse en el presente trabajo, obteniéndose los valores que se observan en el Cuadro 3.1.

Cuadro 3.1 Por ciento de pureza y germinación en las especies antes de la siembra de los experimentos.

Especie	Pureza (%)	Germinación (%)
<i>Brachiaria brizantha</i>	93.7	32
<i>Brachiaria decumbens</i>	93.5	39
<i>Bachiaria humidicola</i>	64.6	11
<i>Brachiaria dictyoneura</i>	69.3	19

Productos Utilizados en el Estudio

Biozyme - TS

Es un estimulante hormonal de origen natural para tratamiento de semillas (Cuadro 3.2). La acción principal sobre la semilla es el de acelerar los procesos metabólicos de transformación de los materiales energéticos de reserva, promoviendo una rápida y uniforme germinación, así como mejorar el desarrollo del sistema radicular.

Estimula la división celular y activa la germinación de ciertas semillas, hace que la semilla y la plántula durante su primera etapa de crecimiento, manifiesten su máximo potencial fisiológico natural, que casi siempre se ve inhibido por condiciones adversas del medio.

Cuadro 3.2 Composición de ingredientes del producto Biozyme – TS.

Ingredientes activos	
Extractos de origen vegetal y fitohormonas biológicamente activas	79.84 %
Giberelinas (equivalente a 0.077 g/lto.)	77.4 ppm
Acido indolacético (equivalente a 0.033 g/lto.)	33.0 ppm
Zeatina (equivalente a 0.128 g/lto.)	128.7 ppm
Caldo del extracto (equivalente a 802.86 g/kg.)	79.1 %
Materia orgánica del extracto (equivalente a 7.53 g/kg.)	0.74 %
Ingredientes inertes	
Diluyentes y acondicionadores	20.16%
Total	100.0%

Biozyme - PP

Es un estimulante hormonal de origen natural para tratamiento de semillas (Cuadro 3.3). La acción principal sobre la semilla es el de acelerar los procesos metabólicos de transformación de los materiales energéticos de reserva, promoviendo una rápida y uniforme germinación, así como mejorar el desarrollo del sistema radicular.

Cuadro 3.3 Composición de ingredientes del producto Biozyme – PP.

Ingredientes activos	
Extractos de origen vegetal y fitohormonas biológicamente activas	27.5%
Giberelinas	28.5 ppm
Acido indolacético	12.25 ppm
Zeatina	47.8 ppm
Caldo del extracto (equivalente a 272.44 g/kg.)	27.24%
Materia orgánica del extracto (equivalente a 2.5 g/kg.)	0.26%
Ingredientes inertes	
Diluyentes y acondicionadores	72.5%
Total	100.0%

Ácido Fúlvico

Es un producto que produce efectos fisiológicos favorables. Por razones de la empresa no se presenta su composición de ingredientes activos.

GBM – 044

Es producto experimental a base de ácido giberelico. Por razones de la empresa no se presenta su composición de ingredientes activos.

Tratamientos Evaluados en el Estudio

Los tratamientos consistieron en la aplicación de temperaturas alternas y productos estimulantes de la germinación, tal como aparece en el Cuadro 3.4.

Cuadro 3.4 Tratamientos utilizados en el presente trabajo.

Tratamiento 1	Semilla no tratada, únicamente con el efecto de la limpieza del soplador (testigo T1).
Tratamiento 2	Semilla tratada con temperaturas alternas (T [°] A) a 3°C y 35°C durante 8 y 16 horas respectivamente (T2).
Tratamiento 3	Semilla tratada con Biozyme TS a dosis de 1lt/ton. de semilla (T3).
Tratamiento 4	Semilla tratada con Biozyme PP a dosis de 500 gr/ton. de semilla (T4).
Tratamiento 5	Semilla tratada con ácido fúlvico a dosis de 1lt/ton. de semilla (T5).
Tratamiento 6	Semilla tratada con GBM – 044 (600 ppm) (T6).
Tratamiento 7	Semilla tratada con la combinación de temperaturas alternas (T2) y la aplicación de Biozyme TS (T3).
Tratamiento 8	Semilla tratada con la combinación de temperaturas alternas (T2) y la aplicación de Biozyme PP (T4).
Tratamiento 9	Semilla tratada con la combinación de temperaturas alternas (T2) y la aplicación de ácido fúlvico (T5).
Tratamiento 10	Semilla tratada con la combinación de temperaturas alternas (T2) y la aplicación de GBM – 044 (T6).

Es importante indicar que los tratamientos anteriormente descritos se aplicaron a la semilla de cada una de las especies en estudio, evaluándose en laboratorio e invernadero, como se indicó anteriormente.

Aplicación de los Tratamientos

Laboratorio

La semilla de cada una de las especies analizadas se colocaron en cajas petri, provista de papel filtro humedecido. Para tal efecto se colocaron doscientas semillas por tratamiento con cuatro repeticiones de cincuenta semillas cada una, para el cual se utilizó un diseño experimental completamente al azar.

A la semilla de los tratamientos uno y dos sólo se les adicionó agua al primero y temperaturas al segundo, a los tratamientos tres, cuatro, cinco y seis se les aplicó el producto en cuestión al momento de la siembra y los tratamientos siete, ocho, nueve y diez previo a la siembra, fueron expuestas las semillas a las temperaturas correspondientes y el día de la siembra se les aplicó el producto indicado.

Una vez aplicado los tratamientos mencionados, las cajas petri fueron colocadas en una cámara germinadora a una temperatura constante de 25° C (± 1).

Invernadero

En este ambiente, la aplicación de los tratamientos se realizó de la siguiente manera: el tratamiento uno solo se le aplica agua y el segundo fue tratado con las temperaturas alternas, los tratamientos tres, cuatro, cinco y seis se les aplicó el producto en cuestión al momento de la siembra y los tratamientos siete, ocho, nueve y diez previó a la siembra, fueron expuestas las semillas a las temperaturas correspondientes y el día de la siembra se les aplicó el producto indicado.

Estas semillas fueron sembradas en charolas de nieve seca con sustrato peat moss, a una profundidad 1 a 2 cm, con riegos cada tercer día, en las cuales fueron sembradas cuatro repeticiones de cincuenta semillas por tratamiento, para el cual se utilizó un diseño experimental completamente al azar.

Variables Evaluadas

Laboratorio

Capacidad de Germinación (CG %)

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

Índice de la Velocidad de Germinación (IVG)

Esta variable se determinó con los conteos hechos al cuarto, séptimo, décimo y décimo cuarto día. Una semilla se consideró como germinada cuando presentó una longitud de plúmula o radícula de 4-5 mm. Para ello se utilizó la ecuación propuesta por Pill (1981), la cual se describe a continuación:

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

Donde:

IVG = Índice de Velocidad de Germinación.

D_i = No. de semillas germinadas en el día i .

D_j = No. de semillas germinadas en el conteo desde la siembra.

i = No. de días al momento del conteo desde la siembra.

Longitud de Plúmula (LP)

Para la evaluación de esta variable se tomaron mediciones en centímetros al séptimo día de diez plántulas obtenidas al azar en las cuatro repeticiones de cada tratamiento.

Longitud de Radícula (LR)

La estimación de esta variable se realizó con la medición en centímetros de diez plántulas seleccionadas al azar de las repeticiones en cada tratamiento, a los siete días posteriores a la siembra.

Invernadero

Capacidad de Emergencia (CE %)

Esta variable se obtuvo al contar las plántulas emergidas que presentaron de cuatro a cinco mm sobre la superficie del suelo en cada repetición, registrándose al décimo cuarto día y se reportó en por ciento de emergencia.

Índice de Velocidad de Emergencia (IVE)

Esta variable se obtuvo con los conteos diarios de las plántulas emergidas, consideradas aquellas que sobresalían de cinco a seis mm sobre la superficie del suelo. Se utilizó la fórmula de (Maguire, 1962).

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

Donde:

IVE = Índice de Velocidad de Emergencia.

No. P = Número de plántulas emergidas.

d = Días después de la siembra.

Longitud de Plúmula (LP)

Esta variable se estimó en diez plántulas seleccionadas al azar de las cuatro repeticiones en cada tratamiento al séptimo día de la siembra, reportándose las longitudes en centímetros.

Análisis Estadístico

Las variables evaluadas fueron analizadas mediante el paquete estadístico SAS (1989) (versión 6.0) mediante un diseño completamente al azar para cada especie, utilizándose diez tratamientos con cuatro repeticiones bajo el siguiente modelo estadístico (Steel y Torrie, 1985).

Modelo Lineal:

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

Donde:

Y_{ij} = Variable observada

μ = Media general

α_i = Efecto de tratamientos

E_{ij} = Error experimental

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

j = 1.....4 repeticiones

Aquellas variables de laboratorio e invernadero que no cumplieron con el supuesto de homogeneidad de varianza, se realizaron transformaciones de los datos, utilizando la transformación: arco-seno de $\sqrt{x/100}$. Se utilizó la prueba Diferencia Mínima Significativa (DMS $P \leq 0.05$) en la comparación de medias, mediante la expresión siguiente $t \sqrt{2S^2/r}$ donde; S^2 es el cuadrado medio del error, r es el número de repeticiones y t es el valor tabular de t para los grados de libertad del error.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Laboratorio

Brachiaria brizantha

Se puede observar en el Cuadro 4.1 los resultados obtenidos de las variables estudiadas. Para la variable capacidad de germinación (CG) que comprende plántulas normales (PN) y plántulas anormales (PA) se tuvieron diferencias altamente significativas ($P < 0.01$) entre los tratamientos.

Cuadro 4.1 Cuadrados medios y significancia de las variables estudiadas en la especie *Brachiaria brizantha* bajo condiciones de laboratorio.

FV	GL	PN	PA	IVG	LP	LR
TRAT	9	0.0047**	0.0008**	0.0005**	1.0665*	0.4937
ERROR	30	0.0015	0.0001	0.0001	0.3700	0.2889
C.V. (%)		4.406	1.561	1.748	21.488	21.072

** = Nivel de probabilidad de 0.01

* = Nivel de probabilidad de 0.05

PN = Plántulas Normales

PA = Plántulas Anormales

IVG = Índice de Velocidad de Germinación

LP = Longitud de Plúmula

LR = Longitud de Radícula

La comparación de medias reportó cuatro grupos estadísticamente diferentes entre ellos, en los cuales el tratamiento de temperaturas alternas (T2) presentó el mayor porcentaje de plántulas normales dentro de la variable (CG),

ya que mantuvo los valores más altos con un 40.5 por ciento comparado con el testigo (T1), quien fue el de menor valor con un 21.0 por ciento, como se puede apreciar en el Cuadro 4.2. Se observa también en este cuadro cuatro grupos estadísticamente iguales entre ellos para la variable plántulas anormales, mostrando en el primer grupo los tratamientos Biozyme - TS en combinación con temperaturas alternas (T7), ácido fúlvico más temperaturas alternas (T9) y GBM-044 en combinación con temperaturas alternas (T10), los cuales presentaron los mayores niveles de plántulas anormales con 7.00, 7.50 y 6.50 respectivamente, lo anterior probablemente se debió a una acción negativa de los productos utilizados o a semillas con embrión inmaduro, siendo el grupo cuatro con el tratamiento GBM - 044 (T6) el que registro el menor por ciento de PA (1.50) esto se puede apoyar con lo mencionado por Patiño *et al.* (1983) y Willan (1991), quienes encontraron que embriones rudimentarios en semillas cuyo embrión es apenas algo más que un pro embrión embebido en un endosperma al momento de la maduración del fruto, también en el endosperma existen inhibidores químicos que se vuelven activos con altas temperaturas y por lo cual con la aplicación de temperaturas y productos logra germinar pero se queda en una plántula anormal debido al embrión.

La variable índice de velocidad de germinación tuvieron diferencia altamente significativas en el análisis de varianza entre el factor tratamientos. En el Cuadro 4.2 se observan cuatro grupos estadísticos para la variable índice de velocidad de germinación (IVG), mostrando en el primer grupo al tratamiento de temperaturas alternas (T2) como el mejor valor numérico de

13.167, comparado con el grupo cuatro, en el cual se encuentra el testigo con el menor IVG de 7.250. Este resultado refleja, que el índice de velocidad de germinación se relaciona con la calidad de la semilla y la capacidad de germinación, en el cual entre mayor sea el por ciento de semilla germinada en los primeros días después de la siembra mayor será el IVG; con los resultados presentados se puede considerar que la semilla de *B. brizantha* con la aplicación de temperaturas alternas de 3°C por 8 horas y 35°C por 16 horas, obtuvo los mayores porcentajes de germinación e índice de velocidad, la cual ayuda al analista de semillas a obtener en menor tiempo un conocimiento real de la calidad fisiológica de la semilla, cuando se ensayan lotes de semillas para la prueba de germinación.

Cuadro 4.2 Comparación de medias para las variables evaluadas en laboratorio de la especie *Brachiaria brizantha*.

TRATAMIENTO	MEDIAS				
	PN (%)	PA (%)	IVG	LP (cm)	LR (cm)
Testigo	21.00 d	3.00 cd	7.250 d	1.955 d	2.457 b
T°A	40.50 a	2.00 cd	13.167 a	2.695 bcd	2.520 b
Biozyme-TS	33.50 abc	2.50 cd	10.458 abc	2.625 bcd	2.195 b
Biozyme-PP	34.50 ab	4.00 bc	11.000 abc	2.450 cd	2.397 b
Ac. Fúlvico	34.50 ab	3.50 cd	11.375 ab	3.252 abc	2.680 ab
GBM-044	28.50 bcd	1.50 d	8.167 cd	2.862 abc	2.090 b
Biozyme-TS+T°A	23.50 cd	7.00 a	8.542 bcd	2.502 cd	2.552 b
Biozyme-PP+T°A	34.00 ab	6.00 ab	10.959 abc	2.805 abc	2.795 ab
Ac. fúlvico + T°A	30.00 abc	7.50 a	10.750 abc	3.500 ab	3.360 a
GBM-044+T°A	23.00 d	6.50 a	8.375 bcd	3.662 a	2.462 b

Medias seguidas por la misma letra no son significativamente diferentes (DMS=0.05%)

PN = Plántulas Normales

PA = Plántulas Anormales

IVG = Índice de Velocidad de Germinación

LP = Longitud de Plúmula

LR = Longitud de Radícula

En lo que respecta a la variable longitud de plúmula (LP) se obtuvieron resultados con diferencias significativas entre los tratamientos (Cuadro 4.1). Al realizar la comparación de las medias entre los tratamientos para la variable LP se observaron cuatro grupos estadísticamente diferentes (Cuadro 4.2), siendo el mejor tratamiento GBM - 044 en combinación con temperaturas alternas (T10) con 3.662 cm., el que presentó la mayor longitud de plúmula siendo estadísticamente diferente al testigo (T1) que presentó la menor longitud con 1.955. Con lo anterior se observa una reacción positiva del producto y las temperaturas en el crecimiento de las plántulas, lo cual coincide con Bioenzimas (1989) quienes reportan que al utilizar estimulantes contribuye a mejorar la germinación y por ende la calidad de la plántula.

En la variable longitud de radícula (LR) no se encontraron diferencias entre los tratamientos (Cuadro 4.1), sin embargo, al comparar los medias de los tratamientos (Cuadro 4.2), se observaron dos grupos de significancia, siendo el ácido fúlvico más temperaturas alternas (T9) el mejor con 3.360 cm, en comparación al último grupo T1, T2, T3, T4, T6, T7 y T10, los cuales presentaron las menores longitudes de radícula. Se observa fácilmente la acción del ácido fúlvico en la semilla. Esto concuerda con Zulay (1998) y Ramos (1975), quienes reportaron trabajando que el ácido sulfúrico en semillas de especies forrajeras tropicales, agrietó y debilitó las cubiertas florales, lo cual permitió la entrada de agua e intercambio de gases, facilitando la expansión del embrión y la salida de la radícula más rápidamente.

Brachiaria decumbens

En el Cuadro 4.3, donde se observa que la capacidad de germinación (CG) en esta especie, no hubo diferencia significativa para plántulas normales (PN) y anormales (PA).

Al realizar la comparación de medias para plántulas normales (PN), nos reflejó tres grupos de significancia, presentando al tratamiento ácido fúlvico (T5) con 56.0 por ciento como el mejor, en comparación con el testigo (T1) ubicado en el último grupo con el menor porcentaje de PN obtenidas (42.5) por ciento. En lo que respecta a plántulas anormales, la comparación de medias reportó que los tratamientos fueron estadísticamente iguales como se aprecia en el Cuadro 4.4. se observó que no hubo significancia pero si se aprecia que el ácido fúlvico si tiene un efecto positivo comparado con el testigo, lo cual coincide con Fariñas *et. al.*, (1997), quienes trabajaron con ácido sulfúrico en semilla de *Centrosema* encontrando que el ácido no causo perjuicios en la semilla, si no al contrario estimuló la germinación aunque en baja proporción.

La variable índice de velocidad de germinación (IVG), en el análisis de varianza no presentó diferencias significativas entre los tratamientos en estudio. Pero en la comparación de medias se mostró dos grupos estadísticos, obteniendo al tratamiento con ácido fúlvico (T5) como el mejor con un IVG de 17.375, teniendo también como aceptables los tratamientos T2, T4, T6, T7 y T8 con índices de 14.708, 14.458, 16.125, 15.417 y 15.083 respectivamente, y

como los de menores IVG los tratamientos T1, T3, T9 y T10 con 13.500, 13.625, 14292 y 14.125 respectivamente (Cuadro 4.4).

Cuadro 4.3 Cuadrados medios y significancia de las variables estudiadas en la especie *Brachiaria decumbens* bajo condiciones de laboratorio.

FV	GL	PN	PA	IVG	LP	LR
TRAT	9	0.0015	0.0002	0.0002	0.7916**	4.7863**
ERROR	30	0.0014	0.0002	0.0001	0.1219	0.1693
C.V. (%)		3.811	1.991	1.565	11.216	8.619

** = Nivel de probabilidad de 0.01

* = Nivel de probabilidad de 0.05

PN = Plántulas Normales

PA = Plántulas Anormales

IVG = Índice de Velocidad de Germinación

LP = Longitud de Plúmula

LR = Longitud de Radícula

Cuadro 4.4 Comparación de medias para las variables evaluadas en laboratorio de la especie *Brachiaria decumbens*.

TRATAMIENTO	MEDIAS				
	PN (%)	PA (%)	IVG	LP (cm)	LR (cm)
Testigo	42.50 c	5.00 a	13.500 b	2.125 d	3.327 e
T°A	48.00 abc	3.50 a	14.708 ab	2.917 bc	5.077 c
Biozyme-TS	44.50 bc	5.00 a	13.625 b	3.275 abc	6.032 ab
Biozyme-PP	48.00 abc	2.50 a	14.458 ab	3.670 a	6.200 a
Ac. Fúlvico	56.00 a	3.00 a	17.375 a	3.450 a	5.905 ab
GBM-044	54.00 ab	4.50 a	16.125 ab	2.925 bc	3.685 de
Biozyme-TS+T°A	48.00 abc	3.50 a	15.417 ab	2.782 c	4.230 d
Biozyme-PP+T°A	47.50 abc	5.50 a	15.083 ab	3.232 abc	4.210 d
Ac. fúlvico+T°A	47.50 abc	2.50 a	14.292 b	3.470 a	3.595 e
GBM-044+T°A	46.50 abc	3.00 a	14.125 b	3.287 ab	5.480 bc

Medias seguidas por la misma letra no son significativamente diferentes (DMS=0.05%)

PN = Plántulas Normales

PA = Plántulas Anormales

IVG = Índice de Velocidad de Germinación

LP = Longitud de Plúmula

LR = Longitud de Radícula

En los resultados para la variable longitud de plúmula (LP) se encontraron diferencias altamente significativas ($P < 0.01$) entre tratamientos

Cuadro 4.3. En la comparación de las medias de tratamientos para longitud de

plúmula se formaron cuatro grupos estadísticamente iguales entre ellos, observándose que los tratamientos Biozyme – PP (T4), ácido fúlvico (T5) y ácido fúlvico en combinación con temperaturas alternas (T9) como los mejores con longitudes de 3.670, 3.450 y 3.470 cm respectivamente, comparado con el testigo que se encontró en el ultimo grupo con la menor longitud de plúmula de 2.125 cm.

En cuanto a la longitud de la radícula (LR) en esta especie, el análisis de varianza mostró diferencias altamente significativas ($P < 0.01$) entre los tratamientos (Cuadro 4.3); al realizar la comparación de medias se presentaron cinco grupos estadísticamente iguales entre ellos observándose como el mejor tratamiento al Biozyme - PP (T4) con una longitud de radícula de 6.200 cm comparado con el testigo que presentó 3.327 cm, siendo este el de menor longitud de radícula.

Se puede mencionar en forma general que el ácido fúlvico (T5) fue el mejor tratamiento juntamente con el Biozyme – PP (T4), ya que fueron los que mejor se comportaron en la CG, IVG, LP y LR respectivamente. Esto se justifica con lo que menciona Bioenzimas (1989) y Magalhaes *et al.* (1992) quienes citan que la aplicación de estimulantes y ácidos ayuda a la velocidad y uniformidad de la germinación, asegurando una mayor densidad de plantas y un crecimiento de las plántulas en sus primeras etapas de desarrollo.

Brachiaria humidicola

Esta especie presentó diferencias altamente significativas ($P < 0.01$) entre los tratamientos para plántulas normales, no habiendo significancia en plántulas anormales (Cuadro 4.5).

Al realizar la comparación de medias, se formaron tres grupos estadísticamente iguales entre ellos (Cuadro 4.6), observándose para PN, que en el primer grupo, el tratamiento GBM – 044 (T6) fue el mejor con un porcentaje de semilla germinada de 23.5, sin embargo se observó también al tratamiento GBM – 044 en combinación con temperaturas alternas (T10) fue estadísticamente igual al T6 con un por ciento de germinación de 22.5, se observó también que el producto GBM – 044 presentó una estimulación positiva en la semilla en comparación de los demás tratamientos todo esto comparado con el testigo quien fue el que menor por ciento de germinación (8.50) presentó. Lo cual coincide con Ramos (1975), quien reportó que ciertas especies de semillas requieren ser estimuladas por las giberelinas a fin de promover la acción enzimática que induce la ruptura del almidón y otras sustancias de reserva, así mismo trabajando con aplicación de giberelinas en semillas de *Brachiaris* aumento en un 47 por ciento la germinación.

También se mostró en este último grupo a los tratamientos T2, T3, T4, T5, T7 y T9 (temperaturas alternas, Biozyme - TS, Biozyme - PP y ácido fúlvico y en sus combinaciones con el (T2), los cuales fueron estadísticamente iguales

entre ellos y al testigo, quienes no tuvieron un efecto significativo en la semilla de *B. humidicola*.

En lo que respecta a plántulas anormales (Cuadro 4.6), se observan dos grupos estadísticos encontrando al ácido fúlvico (T5) como el tratamiento que mayor por ciento de plántulas anormales (3.5) en comparación con el Testigo (T1) y al Biozyme - TS (T3) que fueron los que menor por ciento presentaron (0.5) siendo estos los mejores tratamientos.

Para la variable índice de velocidad de germinación (IVG) se observó diferencia altamente significativa entre los tratamientos. Al comparar las medias de los tratamientos (Cuadro 4.6), se observó dos grupos de significancia, en donde se encontró que los mejores tratamientos fueron GBM – 044 (T6) y GBM – 044 en combinación con temperaturas alternas (T10) con un IVG de 8.584 y 8.167 respectivamente, donde repiten como los mejores tratamientos, igual que en la variable capacidad de germinación, estos dos tratamientos no presentan diferencia entre ellos, aunque se observó al tratamiento Biozyme - PP en combinación con temperaturas alternas como el tratamiento que se encuentra en los dos grupos con IVG de 5.792, siendo el resto de los tratamientos los que menor índice de velocidad de germinación presentaron.

Cuadro 4.5 Cuadrados medios y significancia de las variables estudiadas en la especie *Brachiaria humidicola* bajo condiciones de laboratorio.

FV	GL	PN	PA	IVG	LP	LR
TRAT	9	0.0042**	0.0001	0.0006**	3.2083**	1.3916**
ERROR	30	0.0011	0.0001	0.0001	0.1442	0.0890
C.V. (%)		4.193	1.810	1.871	19.423	16.534

** = Nivel de probabilidad de 0.01

* = Nivel de probabilidad de 0.05

PN = Plántulas Normales

PA = Plántulas Anormales

IVG = Índice de Velocidad de Germinación

LP = Longitud de Plúmula

LR = Longitud de Radícula

Cuadro 4.6 Comparación de medias para las variables evaluadas en laboratorio de la especie *Brachiaria humidicola*.

TRATAMIENTO	MEDIAS				
	PN (%)	PA (%)	IVG	LP (cm)	LR (cm)
Testigo	8.50 c	0.50 b	3.500 b	1.087 d	1.617 cd
T°A	12.50 c	2.00 ab	4.667 b	1.187 cd	1.867 bc
Biozyme-TS	10.50 c	0.50 b	2.875 b	1.695 bc	1.822 bc
Biozyme-PP	11.50 c	1.50 ab	4.208 b	1.812 b	2.177 b
Ac. Fúlvico	11.50 c	3.50 a	4.667 b	1.217 cd	1.312 d
GBM-044	23.50 a	2.50 ab	8.584 a	3.667 a	3.012 a
Biozyme-TS+T°A	8.50 c	2.50 ab	3.500 b	1.825 b	0.837 e
Biozyme-PP+T°A	15.00 bc	3.00 ab	5.792 ab	1.807 b	2.032 bc
Ac. fúlvico+T°A	14.50 c	1.50 ab	5.167 b	1.800 b	1.340 d
GBM-044+T°A	22.50 ab	2.50 ab	8.167 a	3.455 a	2.025 bc

Medias seguidas por la misma letra no son significativamente diferentes (DMS=0.05%)

PN = Plántulas Normales

PA = Plántulas Anormales

IVG = Índice de Velocidad de Germinación

LP = Longitud de Plúmula

LR = Longitud de Radícula

Con relación a la variable longitud de plúmula (LP), el análisis de varianza mostró diferencias altamente significativas ($P < 0.01$) entre tratamientos (Cuadro 4.5), en la comparación de medias ($P < 0.05$) se pueden observar cuatro grupos estadísticos (Cuadro 4.6), siendo los tratamientos GBM – 044 (T6) y GBM – 044 en combinación de temperaturas alternas (T10) como

las mejores, con longitudes de 3.667 y 3.455 cm respectivamente, comparado con el testigo que fue el que menor longitud presentó (1.087 cm).

En la variable longitud de radícula (LR), el análisis de varianza presentó diferencias altamente significativas entre tratamientos (Cuadro 4.6). Al realizar la comparación de medias se formaron cinco grupos de significancia, encontrando en el primer grupo al tratamiento seis (GBM – 044) con una LR de 3.012 cm, siendo el mejor tratamiento comparado con el testigo quien fue el que menor longitud presentó con 0.837 cm (Cuadro 4.6).

La respuesta positiva del producto GBM – 044 en la especie *B. humidicola* en el incremento de la capacidad de germinación es interesante, debido a que en especies de semillas de pastos es difícil de incrementar la germinación, la utilización de estos productos estimulantes del crecimiento son una alternativa para el incremento de germinación en esta especie, además se observó que la velocidad de germinación fue mayor, la cual se toma como una variable que ayuda a saber el atributo de la semilla y por consecuencia mejor calidad, esto coincide en gran parte con lo reportado por Bioenzimas (1989), al asegurar que en algunas especies, el uso de estimulantes en la semilla pueden mejorar el potencial fisiológico de las mismas al incrementar la velocidad y uniformidad de la germinación.

Brachiaria dictyoneura

En el Cuadro 4.7 se observa en el análisis de varianza para la variable capacidad de germinación (CG) que comprende plántulas normales (PN) y plántulas anormales (PA), no detectó diferencias significativas entre tratamientos.

Cuadro 4.7 Cuadrados medios y significancia de las variables estudiadas en la especie *Brachiaria dictyoneura* bajo condiciones de laboratorio.

FV	GL	PN	PA	IVG	LP	LR
TRAT	9	0.0022	0.0003	0.0002	0.5487*	0.4972
ERROR	30	0.0013	0.0003	0.0001	0.1968	0.3423
C.V. (%)		4.390	2.541	1.673	22.478	38.788

** = Nivel de probabilidad de 0.01

* = Nivel de probabilidad de 0.05

PN = Plántulas Normales

PA = Plántulas Anormales

IVG = Índice de Velocidad de Germinación

LP = Longitud de Plúmula

LR = Longitud de Radícula

La comparación de medias mostró dos grupos estadísticamente diferentes (Cuadro 4.8), en el primer grupo, el tratamiento nueve (ácido fúlvico en combinación de temperaturas alternas) apareció como el mejor tratamiento, dado que presentó el porcentaje más alto (31.50) en comparación con el segundo grupo (T1, T3, T4, T7, T8 y T10) quienes presentaron por cientos más bajos, siendo el testigo (T1) y Biozyme TS en combinación con temperaturas alternas (T7) los más bajos con un porcentaje de 18.00 de PN, en este mismo cuadro aparece la comparación de medias para plántulas anormales, encontrando dos grupos estadísticamente diferentes, siendo el tratamiento seis (GBM – 044) como el peor ya que presentó el mayor porcentaje de PA (8.50) en

comparación al testigo que fue el que menor porcentaje presentó (4.00) la acción del producto GBM – 044 quien fue el peor tratamiento si hace una estimulación positiva en la semilla pero debido a que la semilla pudo haber tenido un embrión inmaduro o rudimentario no fue capaz de germinar una plántula normal. Esto explica que el producto GBM – 044 tiene un efecto favorable tanto en el por ciento de plántulas normales y anormales. Se puede justificar con lo mencionado por Patiño *et al.* (1983) y Willan (1991), al mencionar que embriones rudimentarios en semillas cuyo embrión es apenas algo más que un pro embrión embebido en un endosperma al momento de la maduración del fruto, también en el endosperma existen inhibidores químicos que se vuelven activos con altas temperaturas y por lo cual con la aplicación de temperaturas y productos logra germinar pero se queda en una plántula anormal debido al embrión.

Cuadro 4.8 Comparación de medias para las variables evaluadas en laboratorio de la especie *Brachiaria dictyoneura*.

TRATAMIENTO	MEDIAS				
	P N (%)	P A (%)	I V G	L P (cm)	LR (cm)
Testigo	18.00 b	4.00 b	5.917 c	1.345 d	1.012 b
T°A	23.50 ab	8.00 ab	8.209 abc	2.172 abc	1.875 a
Biozyme-TS	20.00 b	6.50 ab	6.667 bc	2.112 abc	1.172 ab
Biozyme-PP	19.00 b	7.00 ab	6.667 bc	1.860 bcd	1.862 a
Ac. fúlvico	25.50 ab	8.00 ab	8.792 ab	2.100 abc	1.912 a
GBM-044	23.50 ab	8.50 a	8.292 abc	2.637 a	1.117 ab
Biozyme-TS+T°A	18.00 b	6.00 ab	6.500 bc	1.617 cd	1.207 ab
Biozyme-PP+T°A	21.50 b	6.00 ab	7.125 abc	1.732 bcd	1.520 ab
Ac. fúlvico+T°A	31.50 a	6.00 ab	9.792 a	1.852 bcd	1.797 ab
GBM-044+T°A	21.50 b	7.50 ab	7.792 abc	2.307 ab	1.607 ab

Medias seguidas por la misma letra no son significativamente diferentes (DMS=0.05%)

PN = Plántulas Normales
 PA = Plántulas Anormales
 IVG = Índice de Velocidad de Germinación
 LP = Longitud de Plúmula
 LR = Longitud de Radícula

Con relación a los resultados obtenidos para la variable Índice de Velocidad de Germinación (IVG), no presentó diferencia significativa entre los tratamientos. Sin embargo se observó en la comparación de medias tres grupos estadísticamente diferentes (Cuadro 4.8), siendo el tratamiento nueve (ácido fúlvico en combinación de temperaturas alternas) el que mejor IVG presentó (9.792) comparado con el T1 y T3, los que presentaron los porcentajes más bajos de IVG con 5.917 y 6.667 respectivamente.

En esta especie se reafirma que el índice de velocidad de germinación esta estrechamente relacionado con la capacidad de germinación, ya que entre mayor sea está en los primeros días después de la siembra mayor será el IVG, observando en forma indirecta con esta variable el comportamiento del vigor de la semilla.

Para la variable longitud de plúmula (LP), en el análisis de varianza se presentaron diferencias significativas ($P < 0.05$) entre los tratamientos en estudio (Cuadro 4.7). En la comparación de medias se observaron cuatro grupos estadísticamente diferentes entre ellos (Cuadro 4.8), observando al tratamiento seis (GBM – 044) como el mejor con una LP de 2.637 cm, aunque se observó también a los tratamientos dos, cinco, y diez (temperaturas alternas, ácido fúlvico y GBM – 044 en combinación del T2) como aceptables con una buena longitud de plúmula, comparado con el testigo que se encuentra en el último grupo con una LP de 1.345.

Finalmente para longitud de radícula (LR) no se detectaron diferencias significativas entre los tratamientos en cuestión (Cuadro 4.7), aunque al realizar la prueba de comparación de medias se observan dos grupos estadísticamente diferentes, siendo los tratamientos dos, cuatro y cinco (temperaturas alternas, Biozyme - PP y ácido fúlvico) como los mejores con una LR de 1.875, 1.862 y 1.912 respectivamente, comparado con el testigo que presentó la menor LR de 1.012 (Cuadro 4.8).

Es importante señalar que los mejores tratamientos fueron ácido fúlvico en combinación de temperaturas alternas (T9) para las variables CG e IVG, el tratamiento seis (GBM – 044) ayuda al incremento de la CG e IVG, pero fue más notorio su función en el incremento de LP y LR, en esta especie actúa muy bien las temperaturas alternas y el ácido fúlvico solo y combinado con temperaturas y el Biozyme – PP, que ayuda o actúa muy bien en la formación de un buen sistema radicular. Esto coincide en gran parte con lo mencionado por Bioenzimas (1989) y Magalhaes *et al.* (1992) quienes reportan que la aplicación de estimulantes y ácidos ayuda a la velocidad y uniformidad de la germinación, asegurando una mayor densidad de plantas y un crecimiento de las plántulas en sus primeras etapas de desarrollo.

Invernadero

Brachiaria brizantha

Al realizar el análisis de varianza presentaron diferencias altamente significativas ($P < 0.01$) entre los tratamientos para la variable capacidad de emergencia (CE), tal como se aprecia en el Cuadro 4.9.

Cuadro 4.9 Cuadrados medios y significancia de las variables estudiadas en la especie *Brachiaria brizantha* bajo condiciones de invernadero.

FV	GL	CE	IVE	LP
TRAT	9	47.822**	0.0002	0.696**
ERROR	30	15.415	0.0002	0.082
C.V. (%)		10.615	1.848	8.960

** = Nivel de probabilidad de 0.01

* = Nivel de probabilidad de 0.05

CE = Capacidad de Emergencia

IVE = Índice de Velocidad de Emergencia

LP = Longitud de Plúmula

Al realizar la comparación de medias se observaron cuatro grupos estadísticamente diferentes entre ellos (Cuadro 4.10), encontrándose como los mejores tratamientos temperaturas alternas, Biozyme – PP, ácido fúlvico y GBM – 044 (T2, T4, T5 y T6) con valores de 56.0, 56.0, 56.5 y 53.0 respectivamente, esto comparado con el testigo que presentó el porcentaje de germinación más bajo con solo 29.0. Esto coincide en gran parte con lo mencionado por Bioenzimas (1989) y Magalhaes *et al.* (1992) en donde la aplicación de estimulantes y ácidos ayuda a la velocidad y uniformidad de la germinación asegurando una mayor densidad de plantas y un crecimiento de las plántulas

en sus primeras etapas de desarrollo, también lo mencionan Cabello y Camelio (2002), quienes trabajando con temperaturas alternas encontraron que se tiene un efecto significativo sobre el porcentaje y velocidad de germinación.

Para índice de velocidad de emergencia no se encontró diferencia significativa en el análisis de varianza. En el Cuadro 4.10, se encontraron dos grupos estadísticamente diferentes y en el primer grupo aparece el Biozyme – PP como el mejor tratamiento, ya que obtuvo el mayor IVE (8.907), en comparación con el testigo quien se encuentra en el segundo grupo con el índice más bajo de 5.011.

Cuadro 4.10 Comparación de medias para las variables evaluadas en invernadero de la especie *Brachiaria brizantha*.

TRATAMIENTO	MEDIAS		
	CE	IVE	LP
Testigo	29.00 d	5.011 b	2.580 d
T°A	56.00 a	7.832 ab	2.722 d
Biozyme-TS	46.00 bc	6.871 ab	3.195 bc
Biozyme-PP	56.00 a	8.907 a	3.420 b
Ac. fúlvico	56.50 a	7.839 ab	3.282 b
GBM-044	53.00 a	7.043 ab	3.975 a
Biozyme-TS+T°A	44.50 c	7.418 ab	3.420 b
Biozyme-PP+T°A	47.00 ab	7.871 ab	2.790 cd
Ac. fulvico+T°A	47.00 ab	7.550 ab	3.487 b
GBM-044+T°A	47.50 ab	8.200 ab	3.235 b

Medias seguidas por la misma letra no son significativamente diferentes (DMS=0.05%)

CE = Capacidad de Emergencia

IVE = Índice de Velocidad de Emergencia

LP = Longitud de Plúmula

Para la longitud de plúmula (LP) se presentaron diferencias altamente significativas ($P < 0.01$) entre los tratamientos en estudio Cuadro 4.9 y al

realizar la comparación de medias de los tratamientos se observaron cuatro grupos estadísticos diferentes (Cuadro 4.10), encontrando al tratamiento seis (GBM – 044) como el mejor tratamiento en la longitud de plúmula con un valor de 3.975 comparado con el cuarto grupo, en el cual se encuentran los tratamientos testigo (T1) y temperaturas alternas (T2) como los que menor longitud presentaron con 2.580 – 2.722 respectivamente. Con lo anterior se interpreta fácilmente la reacción positiva del producto y las temperaturas en el crecimiento de las plántulas, lo cual coincide con Bioenzimas (1989) que quienes mencionan que utilizar estimulantes contribuye a mejorar la germinación y por ende la calidad de la plántula.

Brachiaria decumbens

Para la capacidad de emergencia (CE), en el análisis de varianza mostrarán diferencias significativas entre los tratamientos (Cuadro 4.11).

En la prueba de medias se encontraron tres grupos estadísticamente diferentes entre ellos (Cuadro 4.12), mostrando al tratamiento seis (GBM – 044) como el mejor tratamiento con un porcentaje de emergencia de 60.5, aunque se obtuvieron como muy aceptables los tratamientos T2, T4, T5, T7, T8 y T10 con porcentajes de 54.0 - 58.8 respectivamente observando en el tercer grupo como el peor al testigo como el mas bajo comparado con los tratamientos anteriores con porcentaje de 45.5 de capacidad de emergencia.

Cuadro 4.11 Cuadrados medios y significancia de las variables estudiadas en la especie *Brachiaria decumbens* bajo condiciones de invernadero.

FV	GL	C E	IVE	L P
TRAT	9	0.0017*	0.0040	2.437**
ERROR	30	0.0007	0.0030	0.164
C.V. (%)		3.996	2.036	9.789

** = Nivel de probabilidad de 0.01

* = Nivel de probabilidad de 0.05

CE = Capacidad de Emergencia

IVE = Índice de Velocidad de Emergencia

LP = Longitud de Plúmula

Cuadro 4.12 Comparación de medias para las variables evaluadas en invernadero de la especie *Brachiaria decumbens*.

TRATAMIENTO	MEDIAS		
	C E	IVE	L P
Testigo	45.50 c	9.382 b	3.075 e
T°A	58.00 ab	10.536 b	3.950 bcd
Biozyme-TS	53.00 b	9.929 b	3.825 cd
Biozyme-PP	54.00 ab	10.565 b	4.475 b
Ac. fúlvido	58.50 ab	10.739 ab	4.225 bc
GBM-044	60.50 a	13.229 a	5.362 a
Biozyme-TS+T°A	56.00 ab	11.132 ab	3.600 de
Biozyme-PP+T°A	57.50 ab	10.511 b	3.775 cd
Ac. fulvico+T°A	53.50 b	11.132 ab	3.667 cd
GBM-044+T°A	58.00 ab	11.314 ab	5.537 a

Medias seguidas por la misma letra no son significativamente diferentes (DMS=0.05%)

CE = Capacidad de Emergencia

IVE = Índice de Velocidad de Emergencia

LP = Longitud de Plúmula

Para la variable índice de velocidad de emergencia (IVE) no se observó diferencia significativa en el análisis de varianza. Al realizar la prueba de medias entre los tratamientos en estudio (Cuadro 4.12), se encontraron dos grupos estadísticamente diferentes entre ellos, encontrando en el primer grupo al tratamiento seis (GBM – 044) con un índice de velocidad de emergencia de 13.229, este comparado con el segundo grupo en el cual se encuentran los

tratamientos testigo (T1), temperaturas alternas (T2), Biozyme – TS (T3) Biozyme – PP (T4) y Biozyme – PP en combinación de T2 (T8) con los índices mas bajos 9.382, 10.536, 9.382, 10.562 y 10.511 respectivamente, siendo entre estos, el testigo el tratamiento con el IVE mas bajo.

En longitud de plúmula (LP), se presentaron diferencias altamente significativas ($P < 0.01$) entre los tratamientos (Cuadro 4.11); al realizar la comparación de medias se observaron cinco grupos estadísticamente diferentes entre ellos como se observa en el Cuadro 4.12, en los cuales se muestran como los mejores tratamientos el GBM – 044 (T6) y GBM – 044 combinado con temperaturas alternas (T10) con longitudes de 5.362 – 5.587 respectivamente, que comparado con el testigo que presentó la longitud más baja de 3.075 cm. Se observó que los productos y las temperaturas si tienen respuesta favorable en la germinación del pasto de *B. decumbens* y por ende la mayor longitud de plúmula debido a que germinan mas pronto y a la función de las giberelinas aplicadas a través de los productos, los cuales ayudan en el crecimiento de la plántula, lo cual coincide en gran parte con Don (1979), quien trabajó con ácido giberelico en semillas de cebada obteniendo resultados favorables en la estimulación de la germinación, así mismo Cabello y Camelio (2002) trabajando con temperaturas alternas encontraron significancia en el porcentaje y velocidad de germinación.

Brachiaria humidicola

En el Cuadro 4.13 se muestran los resultados obtenidos para la variable capacidad de emergencia (CE), cuyo análisis de varianza indico diferencias altamente significativas ($P < 0.01$) entre los tratamientos en estudio.

Al realizar la comparación de medias se encontraron tres grupos estadísticamente diferentes (Cuadro 4.14), en el cual se aprecia que los mejores tratamientos fueron Biozyme – PP (T4) y Biozyme – PP en combinación de temperaturas alternas (T8) los cuales presentaron los valores más altos de emergencia con 23.0 y 23.5 por ciento respectivamente, aunque se puede observar otros tratamientos como muy aceptables (T2, T3, T6, T9 y T10) con porcentajes que van desde 17.5 a 22.0 por ciento todos estos tratamientos comparado con el testigo quien fue el que menor porcentaje de capacidad de emergencia arrojó con 13.5.

Cuadro 4.13 Cuadrados medios y significación de las variables estudiadas en la especie *Brachiaria humidicola* bajo condiciones de invernadero.

FV	GL	CE	IVE	LP
TRAT	9	0.011**	0.0004	0.199**
ERROR	30	0.003	0.0003	0.063
C.V. (%)		5.896	0.774	16.940

** = Nivel de probabilidad de 0.01

* = Nivel de probabilidad de 0.05

CE = Capacidad de Emergencia

IVE = Índice de Velocidad de Emergencia

LP = Longitud de Plúmula

Cuadro 4.14 Comparación de medias para las variables evaluadas en invernadero de la especie *brachiaria humidicola*.

TRATAMIENTO	MEDIAS		
	C E	I V E	L P
Testigo	13.50 c	1.378 c	0.975 c
T°A	22.00 ab	2.478 ab	1.460 ab
Biozyme-TS	18.00 ab	2.153 ab	1.557 ab
Biozyme-PP	23.00 a	2.535 a	1.662 a
Ac. fúlvico	16.00 b	1.807 bc	1.417 ab
GBM-044	21.50 ab	2.443 ab	1.675 a
Biozyme-TS+T°A	16.00 b	1.946 b	1.587 ab
Biozyme-PP+T°A	23.50 a	2.593 a	1.620 ab
Ac. fulvico+T°A	18.50 ab	2.278 ab	1.667 a
GBM-044+T°A	17.50 ab	2.264 ab	1.262 bc

Medias seguidas por la misma letra no son significativamente diferentes (DMS=0.05%)

CE = Capacidad de Emergencia

IVE = Índice de Velocidad de Emergencia

LP = Longitud de Plúmula

Para la variable índice de velocidad de emergencia (IVE) no se encontró diferencia significativa entre los tratamientos. En esta especie, al realizar la comparación de medias se encontraron que los tratamientos Biozyme – PP (T4) y Biozyme – PP en combinación de las temperaturas alternas (T8) arrojaron los mejores índices 2.535 y 2.593 respectivamente, mientras que el testigo que presentó el índice más bajo con 1.378.

En esta especie se reafirma la estrecha relación de estas dos variables del índice de velocidad con la capacidad de emergencia observando en esta misma el efecto de los productos, mostrando como los mejores al Biozyme – PP (T4) y Biozyme – PP en combinación de las temperaturas alternas (T8), ya que presentaron los valores más altos, aunque se observó que si hay diferencia entre tratamientos para los índices de velocidad y capacidad de emergencia, estos no fueron muy altos debido a que la germinación en esta especie es muy

baja, pero si aumentó el por ciento de germinación al aplicar productos hormonales, el cual se observó fácilmente al ser comparado con el testigo.

Para la longitud de plúmula (Cuadro 4.13) se obtuvo diferencias altamente significativas ($P < 0.01$) entre los tratamientos en estudio, al realizar la comparación de medias se observaron tres grupos estadísticamente diferentes entre ellos (Cuadro 4.14), siendo los tratamientos Biozyme - PP (T4), GBM - 044 (T6) y ácido fúlvico en combinación de temperaturas (T9) los mejores tratamientos con valores de longitud de 1.662, 1.675 y 1.667 respectivamente, estos resultados superaron al testigo quién reportó una longitud de 0.975.

Brachiaria dictyoneura

La variable capacidad de emergencia en el análisis de varianza presentó diferencias altamente significativas (Cuadro 4.15) entre los tratamientos.

Al realizar la comparación de medias se obtuvieron tres grupos estadísticos diferentes entre ellos (Cuadro 4.16), presentándose el ácido fúlvico (T5) como el mejor tratamiento con un porcentaje de emergencia de 37.5, comparado con el tercer grupo estadístico, en el cual se reportan los tratamientos (T1, T3, T4, T6 y T7) con los porcentajes mas bajos de germinación, siendo el T1 el peor con un valor de 17.0 de emergencia.

Cuadro 4.15 Cuadrados medios y significancia de las variables estudiadas en la especie *Brachiaria dictyoneura* bajo condiciones de invernadero.

FV	GL	C E	IVE	L P
TRAT	9	0.024**	0.0037**	0.487**
ERROR	30	0.002	0.0006	0.062
C.V. (%)		5.263	0.952	12.733

** = Nivel de probabilidad de 0.01

* = Nivel de probabilidad de 0.05

CE = Capacidad de Emergencia

IVE = Índice de Velocidad de Emergencia

LP = Longitud de Plúmula

Cuadro 4.16 Comparación de medias para las variables evaluadas en invernadero de la especie *Brachiaria dictyoneura*.

TRATAMIENTO	MEDIAS		
	C E	IVE	L P
Testigo	17.00 c	2.618 d	1.237 e
T°A	28.50 b	4.075 bc	1.887 cd
Biozyme-TS	18.50 c	2.682 d	1.897 cd
Biozyme-PP	21.00 c	3.289 bcd	1.957 cd
Ac. Fúlvico	37.50 a	5.764 a	1.887 cd
GBM-044	19.50 c	2.667 d	2.325 ab
Biozyme-TS+T°A	18.50 c	3.092 cd	2.132 bc
Biozyme-PP+T°A	24.00 bc	3.392 bcd	1.700 d
Ac. Fúlvico+T°A	28.50 b	4.261 b	2.062 bc
GBM-044+T°A	23.50 bc	3.607 bcd	2.525 a

Medias seguidas por la misma letra no son significativamente diferentes (DMS=0.05%)

CE = Capacidad de Emergencia

IVE = Índice de Velocidad de Emergencia

LP = Longitud de Plúmula

Para la variable índice de velocidad de emergencia (IVE) si se observó diferencia altamente significativa en el análisis de varianza para los tratamientos. En los resultados de comparación de medias entre los tratamientos se obtuvieron cuatro grupos estadísticamente diferentes (Cuadro 4.16), presentando al ácido fúlvico (T5) como el mejor tratamiento con un índice de 5.764 comparado con el testigo (T1), Biozyme TS (T3) y GBM – 044 (T6)

quienes se encuentran en el cuarto grupo con índices de 2.618, 2.682 y 2.667 respectivamente.

La longitud de plúmula (LP) presentó diferencias altamente significativas ($P < 0.01$) entre los tratamientos en estudio (Cuadro 4.15) y al realizar la comparación de medias de los tratamientos se obtuvieron cinco grupos estadísticos diferentes entre ellos (Cuadro 4.16), encontrando al GBM – 044 en combinación de temperaturas alternas (T10) como el mejor en la longitud de plúmula con un valor de 2.525 cm, aunque se observó al tratamiento seis como aceptable con una longitud de 2.325 cm, estos comparado con el quinto grupo en donde se encuentra el testigo (T1) como el tratamiento de menor longitud 1.237 cm. El ácido fúlvico fue el producto que mejor se comportó en el porcentaje y velocidad de germinación al igual que GBM – 044 y temperaturas en la longitud de plúmula. Lo cual coincide con Castiblanco y Mendoza (1985), quienes trabajaron con ácido sulfúrico en semillas de gramíneas forrajeras como *Brachiarias* donde encontraron resultados satisfactorios en el porcentaje de germinación. La acción estimulante del GBM – 044 en la longitud de plúmula se debió a las giberelinas ya que ayuda en el crecimiento de la plántula y a la combinación de temperaturas que ayudo en la pronta germinación de las mismas.

CONCLUSIONES

De acuerdo con los resultados obtenidos se concluye lo siguiente en las cuatro especies de *Brachiarias* para los dos ambientes estudiados:

Las temperaturas alternas a 3°C por ocho horas y 35°C por dieciséis horas si tuvieron efecto significativo en la germinación de la especie de *Brachiaria brizantha*, así como en el índice de velocidad de germinación.

El ácido fúlvico influyó positivamente en el porcentaje y velocidad de germinación en semillas de *Brachiaria decumbens* en los dos ambientes estudiados por lo que dicho producto se puede aplicar comercialmente para la estimulación de mayores porcentajes de germinación en semillas de esta especie.

El GBM-044 si presentó un efecto en las especies de gramíneas estudiadas ayudando favorablemente en la germinación, así como la longitud de plúmula de la plántula en la especie de *Brachiaria humidicola*, observándose esto en los dos ambientes estudiados.

Las temperaturas alternas de 3 y 35°C, ácido fúlvico y GBM-044 si tuvieron un efecto favorable en la germinación y longitud de plúmula en la especie de *Brachiaria dictyoneura*, en condiciones de laboratorio e invernadero.

El producto biozyme – PP fue mas efectivo en la estimulación de las semillas de pastos tropicales bajo condiciones de invernadero al incrementar considerablemente la capacidad y velocidad de emergencia.

La combinación de productos estimulantes con temperaturas alternas si tuvieron efecto positivo en la germinación de las especies de forrajeras estudiadas, aunque algunas combinaciones no fueron significativas si se observó un aumento comparado con el testigo.

RESUMEN

Actualmente en México, la producción de semillas de especies forrajeras se hace en forma empírica, utilizando las semillas de las mismas praderas para establecer nuevos campos de producción. Para resolver en parte el problema de la latencia, se han estudiado algunas técnicas y/o métodos para eliminar la latencia y por consecuencia aumentar la germinación de las gramíneas forrajeras. Por lo anterior se realizó la investigación con el objetivo de conocer el efecto de las temperaturas alternas, productos estimulantes (Biozyme–TS, Biozyme–PP, Acido Fúlvico y GBM–044) y la combinación de ambos sobre la germinación de gramíneas tropicales: *Brachiaria brizantha*, *decumbens*, *humidicola* y *dictyoneura*. El estudio se realizó en dos ambientes en laboratorio e invernadero. El diseño de experimentos utilizado, consistió en un completamente al azar con cuatro repeticiones y para comparación de medias se utilizó la prueba de diferencia mínima significativa (DMS = 0.05 por ciento). Las variables estudiadas fueron: capacidad de germinación, índice de velocidad de germinación, longitud de plúmula y radícula en laboratorio y capacidad de emergencia, índice de velocidad de emergencia y longitud de plúmula para invernadero. Los tratamientos fueron: Testigo(T1), Temperaturas Alternas (T°A)(T2), Biozyme-TS (T3), Biozyme-PP (T4), Acido Fúlvico (T5), GBM-044 (T6), Biozyme-TS+T°A (T7), Biozyme-PP+T°A (T8), ácido fúlvico+T°A (T9),

GBM-044+T°A (10). Los resultados obtenidos indican que existen diferencias significativas al ($P \leq 0.05$) y ($P \leq 0.01$) nivel de probabilidad en los tratamientos, encontrando como mejores en *brizantha* T2 en capacidad de germinación e índice de velocidad de germinación, T10 en longitud de plúmula, para *decumbens* T5 en capacidad de germinación e índice de velocidad de germinación, T4 y T9 en longitud de plúmula y radícula, para *humidicola* T6 Y T10 en capacidad de germinación e índice de velocidad de germinación, longitud de plúmula y radícula y T9 en capacidad de germinación e índice de velocidad de germinación, T6 y T2, longitud de plúmula y radícula en la especie *dictyoneura* en condiciones de laboratorio, siendo en invernadero los mejores en la especie *brizantha* T2 en capacidad de emergencia, T4 en la variable índice de velocidad de emergencia y T6 en longitud de plúmula en la especie *decumbens* T6 y T10 en capacidad de germinación e índice de velocidad de germinación y longitud de plúmula, para *humidicola* T4, T9, T6 y T2 en capacidad de germinación e índice de velocidad de germinación y longitud de plúmula T5 en capacidad de germinación e índice de velocidad de germinación y T6 en longitud de plúmula los mejores tratamientos para la especie *dictyoneura*. Se tiene que los productos estimulantes, temperaturas alternas y la combinación de estos tratamientos, utilizados en el estudio si tuvieron efecto en la germinación de las especies tropicales estudiadas.

LITERATURA CITADA

- Aitken, G. R., D. M. Mcnight. 1985. An introduction to humic substances in soil, sediment and water. John Wiley and Sons. New York. p. 1-9.
- Alonso, S.I. and A. Peretti. 1995. Germination and seedling growth in *Briza subaristata* at different light, temperature and substrate conditions. *Seed Science and Technology*. Vol. 23, 793-800.
- Bewley, J. D. and M. Black. 1994. Some ecophysiological aspects of germination. Plenum Press, New York and London, pp. 445.
- Bierhuizen, J. F. and W. A. Wagenvoort. 1974. Some aspects of seed germination in vegetables I. The determination and application of heat sums and minimum temperature for germination. *Science Horticulturae* 2, 213-219.
- Bioenzimas, S. A. De C. V. 1989. Suplemento especial 1979 – 1989. Saltillo, Coah. México. 25 p.
- Boonmam, J. O. 1979. Producción de pastos tropicales en África, con referencia especial a Kenia. En: Tergas, L. E. y Sánchez, P. A. (Eds.). Producción de pastos en suelos ácidos de los trópicos. CIAT. Cali, Colombia. pp.385-402.
- Cabello, A. y M. E. Camelio. 2002. Germinación de semillas y producción de plantas de Maitén (*Maytenus boaria* MOL.) Depto. de silvicultura. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. Universidad de Chile.
- Carballo, C. A. B. 2001. Reguladores de crecimiento en la estimulación fisiológica de semillas en cultivos básicos. Tesis de Maestría. UAAAN. Saltillo, Coah. México. 72 p.
- Castiblanco, L. y P. Mendoza. 1985. Efecto de almacenamiento y tratamiento químico a las semillas sobre germinación de *Brachiaria humidicola* y *Brachiaria dictyoneura*. ICA-Infoma. 19 (3): 33-35.
- Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). 1981. Elementos esenciales para el éxito de un programa de semillas. Guía de estudio para ser usada como complemento de la unidad audiotutorial sobre el mismo tema. Cali, Colombia.

- Copeland, L. O. and M. B. McDonald. 1985. Principles of Seed Science and Technology. 2a Ed. Burgess Publishing Company. Minneapolis, Minnesota. USA.
- Cordero, J. y M. A. Oliveros. 1983. Efecto de varias condiciones de almacenamiento sobre la germinación de semillas de *Andropogon gayanus*. *Agronomía Tropical*. 33 (1-6):177-189.
- Delouche, J. C. 1985. Physiological seed quality. In: Proceedings 1985 Short Course for Seedsmen. Seed Technology Laboratory. Mississippi State University. Mississippi. United States of America. Volume 27. p. 51-59.
- Don, R. 1979. The use of chemical, particularly gibberelic acid, for breaking cereal seed dormancy. *Seed Science and Technology*. 7: 355-367. The Netherlands.
- Faría, J; L. G. Aguilar y B. González. 1996. Nota técnica: Métodos de escarificación de cuatro leguminosas forrajeras tropicales. *Rev. Fac. Agron. (Luz)*.13:573-579.
- Fariñas M. J., S. Damelys y A. Silva. 1997. Escarificación química de semillas de tres especies de *Centrosema* para Sabanas bien drenadas. *Zootecnia tropical*. 15 (2): 221-237.
- Ferguson, J. E. 1990. Métodos de cosecha forrajeras. Taller "Avances en el desarrollo del suministro de semillas forrajeras tropicales". Cuernavaca, Morelos, México. 15p.
- Ferrari L. and C. López. 2000. Germination condition for *Briza subaristata*: Pretreatments and temperature effect. *Seed Science and Technology*. 528: pp. 631-639.
- Fuchs, M. 1989. Condiciones de almacenamiento, germinación y latencia en semillas de *Brachiaria decumbens* y *Brachiaria humidicola*. Universidad Central de Venezuela. Facultad de Agronomía. Tesis Ms.Sc. Maracay, Venezuela. p.126.
- Fundación para el Desarrollo del Agro (Fundeagro, 1999). Manual de Control de Calidad de Semillas. Lima, Perú.
- Garay, E. A. 1989. La calidad de semilla y sus componentes. Primer Curso avanzado sobre sistemas de semillas para pequeños agricultores. CIAT, Mayo 15 – Junio 23. Cali, Colombia.

- García, V. A. P. 2002. Aplicación de reguladores del crecimiento para promover la germinación de semillas de hortalizas y su efecto en almacenamiento. Tesis de Maestría. UAAAN. Saltillo, Coah. México. 36 p.
- Gonzalez, Y., A. Perez y C. Matias. 1988. Problemática de la producción de semillas de los pastos tropicales: Segunda Parte. Pastos y Forrajes.11: pp. 105-127.
- Hartmann, H. y D. Kester 1988. Propagación de plantas. México D. F. Compañía Editorial Continental, S. A. De C.V. p. 760.
- Harty, R., J. Hopkinson, B. English and J. Alder. 1983. Germination, dormancy and longevity in stored seed of *Panicum maximum*. Seed Science and Technology. 11 (2): 341-351.
- Hipócrates. 2000. The miracle of Fulvic Acid. Silver Spring's Research. Internet Issue 1.209.
- Hopkinson, J. M., F. D. H. de Sousa, S. Diulgheroff, A. Ortiz y M. Sánchez. 1996. Fisiología reproductiva, producción de semilla y calidad de la semilla en el Genero, *Brachiaria*. En: Miles. J. N., Mass, B.L. y Valle Do, C.B. (Eds.). *Brachiaria*: Biología, Agronomía y mejoramiento. CIAT. Cali, Colombia. pp.136-155.
- International Seed Testing Association (ISTA). 1996. International rules for seed testing. Rules 1996. Seed Sci & Technol. Zürich, Switzerland. 274:1-333.
- Lebgue, T. y A. Valerio. 1986. Manual para identificar las gramíneas de Chihuahua. Primera Edición. Talleres Gráficos del Estado de Chihuahua. pp. 3 –17. México.
- Lodes, R. and M. Kuhns.1996. Growing shrubs from seed. Nebguide publication. Universidad de Nebraska. USA.
- Ludking, H. 1971. La Dormance de sementes des graminnées et les problemes qui en Resultent por les Essais de Semences Surtout en ce qui Concerne l'aplicatiu d'acide Gibberellin. Proc. Int. Seed Test. Assoc. Vol. 32 (2):303. The Netherlands.
- Magalhaes, E., D. Groth y A. Lago. 1992. Efeito de diversos processos de secagem sobre a qualidade fisiológica da semente de *Brachiaria humidicola* (Rendle) Schweick. Revista Brasileira sementes.14:195-200.

- Maguire, J. D. 1962. Speed of germination-aid in selection and evaluation for seedling emergence vigor. *Crop Sci.* 2:176-177.
- Manjarréz, S. M. 1996. Escarificación de semillas como medio de romper latencia en especies de gramíneas forrajeras tropicales. Tesis de Maestría. UAAAN. Saltillo, Coah. México. 72 p.
- Matías, C. y B. Bilbao. 1985. Influencia del almacenamiento en la germinación de las semillas de algunos pastos tropicales, almacenados al ambiente. *Pastos y forrajes.* 8: 53-63.
- McElgunn, J. 1974. Germination response of forage grasses to constant and alternating temperature. *Canadian Journal of Plant Science.* 54 (2): 265-270.
- Miles, J., B. Maass and C. Do Valle. 1996. *Brachiaria: Biology, Agronomy, and Improvement.* CIAT EMBRAPA. pp 288.
- Moreno, M. E. 1984. Análisis Físico y Biológico de Semillas Agrícolas. Instituto de Biología, UNAM. México, D. F. p. 103.
- Nava, V. y A. Nova. 1988. Germinación y viabilidad de la semilla de zacate Klein 75 *Panicum coloratum* L. bajo diferentes tratamientos de escarificación. In *Herbage Abstracts.* 60(1): 228.
- Paramathma, M; C. Surendran; R. Rai; P. Srimathi and R. Vinaya-rai. 1991. Studies on maximising germination and vigour in forage legumes. *Range Management and Agroforestry.* 12(2):125-128.
- Patiño, F., P. de la Garza, G. Y. Villa, I. Talavera y F. Camacho. 1983. Guía para la recolección y manejo de semillas de especies forestales. México D.F. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales. Subsecretaria Forestal. Boletín divulgativo No. 63. 181 p.
- Peralta, M. A. 1990a. Pasto insurgente (*Brachiaria Brizantha* Stapf) para incrementar la producción de carne y leche en el trópico de México. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias. Oaxaca, Oax. México. Folleto técnico No. 1.
- . 1990b. Valor Cultural y Costos de Semillas de Pastos. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias. Campo Experimental de Iguala, Gro. México. Despegable para Productores No.1.
- Phipps, R. 1973. Methods of increasing the germination porcentaje of some tropical legumes. *Tropical Agriculture.* 50 (4): 291-296.

- Pietrosemoli, S. 1997. Efecto del almacenamiento y la escarificación sobre la germinación de la semilla *Cajanus cajan* (L.) Millsp. Facultad de Agronomía, Universidad de Zulia, Venezuela. Arch. Latinoam. Prod. Animal. 5 (Supl. 1): 25-27.
- Pill, W. G. 1981. Fluid sowing of tomato seed influence of phosphorus additions to five gel. Vol. 6: 1. 38 – 49. USA.
- Ramos, N. 1975. Factores que influyen en la germinación del pasto (*Brachiaria decumbens* stapf). Universidad Nacional-Instituto Colombiano Agropecuario (UN-ICA). Tesis Ms. Sc. Bogotá, Colombia. 128 p.
- Rarivoson, C., M. Scharamm and Ch. Samson. 1987. Scarifiying seeds of green manure legumes. International Rice Research Newsletter. 12 (3): 47.
- SAS. 1989. SAS Institute Inc. SAS/STAT User's Guide.
- Steel, R. y J. Torrie. 1985. Bioestadística. Principios y procedimientos. (2^a ed.) México, McGraw-Hill.
- Tomer, R. and K. Singh. 1993. Hard seed studies in rice bean (*Vigna umbellata*). Seed Science and Technology.21(3):679-683.
- Valdez, O. A. 2001. Curso de Producción de semillas de especies forrajeras a nivel Maestría en la UAAAN. Enero – Junio. Saltillo, Coahuila.
- Vencer R. F.1989. Semillas; biología y tecnología. Mundi-Prensa. España.
- Vieira, D. H. 1998. Efeito de substancias reguladoras de crescimento sobre a germinacao de sementes de *Braquiarao* cv. Marandu. Revista Brasileira de Fisiología Vegetal.10 (2):143-148.
- Weir, T. E., G. R. Stocking y M. C. Barbour. 1983. Botánica. 5^a Ed. Ed. Limusa. México, D. F. pp. 325-331.
- Whiteman, P. y K. Mendra. 1982. Effects of storage and seed treatments on germination of *Brachiaria decumbens*. Seed Science and Tecnology.10 (2): 233-242.
- Willan, R. L. 1991. Guía para la manipulación de semillas forestales, estudio con especial referencia a los trópicos. FAO Montes 20/2. 502 p.
- Zulay, F. V. 1993. Evaluación de algunos métodos de ruptura de latencia y estudio del efecto de almacenamiento sobre la calidad de semillas de *Brachiaria dictyoneura*. Tesis M. Sc. U.C.V., FAGRO, Maracay, Venezuela. 95 p.

- _____.1996. Efecto del almacenamiento sobre la calidad de Semillas de *Brachiaria dictyoneura*. Zootecnia tropical.14(2):113-131.
- _____.1998. Efecto del almacenamiento y Tratamiento con ácido sulfúrico en semillas de *Brachiaria dictyoneura*. Zootecnia Tropical.16(2):277-286.