

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA “ANTONIO NARRO”

DIVISION DE CIENCIAS SOCIOECONOMICAS

Departamento de Administración Agropecuaria



**GERMINACION EN SEMILLA DE PASTO TOLEDO (*Brachiaria brizantha* L.),
UTILIZANDO BIORREGULADORES, TEMPERATURAS ALTERNAS Y
ALMACENAMIENTO, BAJO CONDICIONES DE LABORATORIO E
INVERNADERO.**

POR:

GILBERTO SILVESTRE ROBLERO ROBLERO

TESIS

Presentada Como Requisito Parcial Para Obtener el Titulo de:

INGENIERO AGRONOMO ADMINISTRADOR

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. Noviembre de 2009.

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA "ANTONIO NARRO"

DIVISION DE CIENCIAS SOCIOECONOMICAS

GERMINACION EN SEMILLA DE PASTO TOLEDO (*Brachiaria brizantha* L.),
UTILIZANDO BIORREGULADORES, TEMPERATURAS ALTERNAS Y
ALMACENAMIENTO, BAJO CONDICIONES DE LABORATORIO E INVERNADERO.

Por:

GILBERTO SILVESTRE ROBLERO ROBLERO

TESIS

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

INGENIERO AGRONOMO ADMINISTRADOR

APROBADO POR

Presidente

M.C. Amador Garza Quintanilla

Vocal

M.C. Antonio Valdez Oyervidez

Vocal

M.C. Federico Facio Parra

Vocal

Ing. Francisco Ávila Rebollar

Coordinador de la división de ciencias socioeconómicas

M.A.E. Tomas E. Alvarado Martínez

Universidad Autónoma Agraria
"ANTONIO NARRO"



DIV. CS. SOCIOECONOMICAS
COORDINACION

AGRADECIMIENTOS

A mi alma terra mater:

Por brindarme el apoyo, formarme profesionalmente y ser parte de ella, lo cual aseguro no defraudar en los momentos difíciles.

A todos los maestros:

Que compartieron sus conocimientos durante mi estancia en las instalaciones de la Universidad.

AL M.C. Amador Garza Quintanilla, por el apoyo brindado en la elaboración de este trabajo de investigación.

Al M.C. Antonio Valdez Oyervidez, por concederme la oportunidad de realizar esta investigación, por sus conocimientos brindados que enriquecieron y se logró este trabajo, además de su amistad y confianza brindada, gracias.

AL M.C. Federico Facio Parra, por su gran apoyo otorgado para la realización de este trabajo de investigación.

Al Ing. Francisco Ávila Rebollar, por su gran colaboración y apoyo en el presente trabajo de investigación. Gracias.

Al Ing. José Luis Domínguez González, por su participación en la realización de este trabajo.

Al Ing. José Noé Martínez Ramírez, por su aportación en la elaboración de este trabajo de investigación.

DEDICATORIA

A Dios:

Gracias por darme la vida, salud y lograr mis anhelos.

A mis padres:

Ausencio Roblero Guzmán y Jovita Roblero Salas, porque gracias al cariño, guía y apoyo he llegado a realizar uno de los anhelos más grandes de mi vida, fruto del inmenso apoyo, amor y confianza que en mí se depositó y con los cuales he logrado terminar mis estudios profesionales que constituyen el legado más grande que pudiera recibir y por el cual les agradeceré eternamente.

A mis hermanos:

Idalia Lurdi Roblero Roblero, Ausencio Uribe Roblero Roblero, Leonila Roblero Roblero, Edilma Elizabeth Roblero Roblero; a quienes con mucho cariño y amor al igual que mis padres, me dieron confianza y consejos en todo momento. En especial a mi hermana Ing. **Lurdi** porque fue mi compañera de la carrera, ejemplo a seguir y ayudarme durante la estancia en la universidad, por ser amiga y confidente.

A mis amigos:

Diana Lizbeth, Luis Fernando, Iván, Elvira, Leyvi, Estela, Carmen, Carolina, Elodia, Jesús, Saulo Berlandino, Gabriel Daladier, Carlos Iván, Alfredo, Wilder, Hiber; gracias por compartir los buenos momentos.

ÍNDICE

ÍNDICE.....	iii
ÍNDICE DE CUADROS.....	v
ÍNDICE DE FIGURAS.....	vi
INTRODUCCIÓN	1
OBJETIVO GENERAL	4
HIPÓTESIS.....	4
META.....	4
REVISION DE LITERATURA	5
DESCRIPCIÓN DE LA ESPECIE.....	5
Descripción morfológica.	5
Requerimientos	6
Establecimiento.	7
Valor nutritivo.....	7
IMPORTANCIA DE LAS GRAMÍNEAS.....	8
CONCEPTO DE SEMILLA.....	9
LA CALIDAD DE LAS SEMILLAS.....	10
Calidad Genética	11
Calidad física	11
Calidad fisiológica.....	12
GERMINACIÓN	12
Condiciones para la germinación	14
LATENCIA.....	16
Tipos de latencia	16
HORMONAS REGULADORAS DE CRECIMIENTO.....	21
MATERIALES Y MÉTODOS	22
Ubicación del área de estudio.....	22
Material genético.....	22
Producto utilizado	22
Tratamientos	23
Metodología	24

Laboratorio.....	24
Invernadero.....	25
Variables a evaluar	26
Análisis estadístico.....	29
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	30
Laboratorio.....	30
Invernadero.....	37
CONCLUSIONES	43
RESUMEN	45
LITERATURA CITADA.....	47

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Composición porcentual del producto comercial Biozyme pp....	
.....	23
Cuadro 2. Cuadrados medios y significancia para cada una de las variables en la calidad fisiológica y resultados de la comparación de medias (DMS) en semilla de zacate de pasto Toledo (<i>Brachiaria brizantha</i> L.) en laboratorio.....	30
Cuadro 3. Cuadrados medios y significancia para cada una de las variables en la calidad fisiológica y resultados de la comparación de medias (DMS) en semilla de zacate de pasto Toledo (<i>Brachiaria brizantha</i> L.) en invernadero.....	37

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Comportamiento de 9 tratamientos en semilla de pasto Toledo (<i>Brachiaria brizantha</i> L.) en capacidad de germinación en laboratorio. ..	33
Figura 2. Comportamiento de 9 tratamientos en semilla de pasto Toledo (<i>Brachiaria brizantha</i> L.) en índice de velocidad de germinación en laboratorio.	34
Figura 3. Comportamiento de 9 tratamientos en semilla de pasto Toledo (<i>Brachiaria brizantha</i> L.) en longitud media de plúmula en laboratorio..	35
Figura 4. Comportamiento de 9 tratamientos en semilla de pasto Toledo (<i>Brachiaria brizantha</i> L.) en longitud media de radícula en laboratorio..	36
Figura 5. Comportamiento de 9 tratamientos en semilla de pasto Toledo (<i>Brachiaria brizantha</i> L.) en capacidad de germinación en invernadero..	39
Figura 6. Comportamiento de 9 tratamientos en semilla de pasto Toledo (<i>Brachiaria brizantha</i> L.) en índice de velocidad de emergencia en invernadero.....	40
Figura 7. Comportamiento de 9 tratamientos en semilla de pasto Toledo (<i>Brachiaria brizantha</i> L.) en longitud media de plúmula en invernadero.	41
Figura 8. Comportamiento de 9 tratamientos en semilla de pasto Toledo (<i>Brachiaria brizantha</i> L.) en longitud media de radícula en invernadero..	42

INTRODUCCIÓN

Desde su origen, el principal uso que se ha dado a la familia de las gramíneas ha sido fuente de forraje para la alimentación de ganado. Es precisamente su utilización como fuente de energía para el ganado doméstico y fauna silvestre, lo que convierte a las gramíneas forrajeras en el grupo de plantas más importantes para el hombre. En la economía de algunos países juegan también un papel fundamental, por ejemplo, en EE.UU., el monto de la venta de semillas de pastos para forraje y césped ocupa un segundo lugar, después de la semilla de maíz híbrido debido a que muchas de las especies forrajeras más importantes son también las empleadas para el establecimiento de céspedes y áreas verdes, así como para controlar la erosión (*vetiveria zizanoides*, *pennisetum alopecurioides*).

A nivel mundial, los zacates más intensivamente usados para el establecimiento de praderas y céspedes incluyen las festucas (*festucas spp.*), los ballicos (*Lolium spp.*), las pajillas (*Agrostis spp.*), los pastos azules (*Poa spp.*), las bermudas (*Cynodon.spp.*) y algunas especies de panicum. En particular, *Agrostis palustris* es la gramínea más empleada para el establecimiento de campos de golf.

En México la producción de semillas de especies forrajeras se hace en forma empírica, utilizando las praderas para producir semilla como una actividad secundaria o tratando de producirla en zonas marginales o no utilizables por el ganado, como bordes de carreteras y canales, por lo tanto normalmente se produce semilla forrajera de las praderas que han sido utilizadas por el ganado,

lo cual trae como consecuencia producciones muy bajas y una deficiente calidad fisiológica, manifestándose ésta en una baja germinación y vigor, además de una pureza física deficiente y un porcentaje muy alto de latencia, lo que ha traído como consecuencia establecimientos pobres irregulares así como el uso de grandes cantidades de semilla por unidad de superficie.

En las actuales circunstancias de globalización y apertura de mercados se hace aun más necesario, la producción agrícola en forma eficiente y competitiva. Para ello es fundamental, entre otros aspectos, la reconversión de los sistemas productivos, mediante la innovación tecnológica, haciendo un mejor y mayor uso del conocimiento e información, para poder elevar la productividad de los cultivos de forma sustentable y enfrentar los cambios en el entorno de una manera más apropiada.

Uno de los mayores riesgos en establecimiento de praderas es la utilización de semillas que no tienen capacidad para producir una planta normal. Con la finalidad de minimizar este riesgo, se han desarrollado técnicas de ensayo de semillas para valorar la calidad respecto a este atributo antes de proceder a su siembra.

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

La fisiología de la germinación ha sido estudiada por varios autores quienes consideran que diversos factores físicos y químicos son los responsables de la variación de la germinación de la semilla.

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

Tal es el caso de la empresa Papalotla en Chiapas, que almacena semillas de Brachiarias con un periodo de 6 meses hasta un año. Lo que no está aprovechando al máximo sus ingresos debido al almacenamiento por largo tiempo en dichas semillas. Por lo tanto, en el trabajo de investigación se busca el periodo de rompimiento de latencia con el efecto de biorreguladores a la germinación, para dar algunas alternativas a la producción de semillas de zacate de pasto Toledo.

PALABRAS CLAVE: Biorreguladores, Germinación, Latencia, Temperaturas y vigor.

OBJETIVO GENERAL

- ✚ Combinar biorreguladores, almacenamiento y temperaturas alternas, para eliminar latencia en semilla de zacate (*Brachiaria brizantha L.*).

HIPÓTESIS

- ✚ Con la utilización de biorreguladores, almacenamiento y temperaturas alternas será posible eliminar la latencia en semilla de zacate (*Brachiaria brizantha L.*)

META

- ✚ Para octubre de 2009 se tendrá a disposición información y habremos identificado en forma precisa el periodo de almacenamiento, así como la combinación de un biorregulador y temperaturas para el rompimiento de latencia en semilla de zacate (*Brachiaria Brizantha L.*).

REVISIÓN DE LITERATURA

DESCRIPCIÓN DE LA ESPECIE

Nombre científico:

(Brachiaria brizantha L.)

Nombres comunes.

Beard grass, palisade grass, palisade signal grass, Mauritius grass (Malaysia); signal grass , Palisadengras (German); brizantha, braquiarão, brizantão, capim braquiária, capim marandú, marandú, capim ocinde (Portuguese - Brazil); pasto alambre, pasto señal, zacate señal, zacate signal (Spanish).

Familia.

Poaceae (alt. *Gramineae*)

Subfamilia.

Panicoideae

Descripción morfológica.

Vagamente perenne con rizomas cortos y erectos o ligeramente inclinados, tallos 60-150 cm de alto (en ocasiones a 200 cm). Hojas planas, color verde brillante hasta 20 mm de ancho y hasta 100 cm de largo. Pueden ser de pelo corto o peludo. **Inflorescencia:** Espigas unilaterales en número de 2 a 9, distribuidas a lo largo de la caña florífera. Las espiguillas son normalmente una sola fila, morada, en forma de media luna con un raquis de 1 mm de ancho.

Requerimientos.

a) Suelos: Crece en una amplia gama de suelos con pH 4-8, texturas que van de la luz a los fuertes (poco drenaje) y la fertilidad, de mayor a menor, incluidos los de los suelos ácidos con altas concentraciones de Al soluble. Tolerancia a Mn varía entre las distintas líneas. Muestra una menor respuesta a la cal en suelos ácidos. En general las necesidades de media a alta fertilidad de los suelos a ser productivo. Nutricionalmente más exigente que otras especies de *Brachiaria*.

b) Humedad: Mejor adaptado a las zonas húmedas y sub-trópico húmedo con 1500-3500 mm AAR, pero también crecen en las regiones más áridas de las zonas tropicales con precipitaciones por debajo de 1000 mm. Puede soportar estaciones secas de 3-6 meses durante el cual puede seguir la hoja verde mientras que otras especies tropicales son doradas. Menos adaptado que cualquiera de los dos *B. humidicola* o *B. dictyoneura* a períodos de sequía cortos (<3 meses) o a los suelos húmedos.

La tolerancia a las inundaciones es variada. 'Toledo' puede estar a corto plazo a inundaciones (<1 mes), 'Marandú' tiene poca tolerancia.

c) Temperatura: *B. brizantha* es una hierba de la temporada cálida de las tierras bajas, a 2000 m de altura en los trópicos, pero sólo a los 1000 m en latitudes más altas. Su hoja es sensible a las heladas, pero la planta sobrevive a estas.

Establecimiento.

Las grandes áreas se establecen desde la semilla. Las semillas frescas no germinan debido a la latencia fisiológica y deben ser almacenados de 6-9 meses sin cubierta o con ácido antes de la siembra. Las semillas deben sembrarse a 2-4 kg / ha en un semillero bien preparado. Las mezclas con leguminosas son comúnmente plantadas. En las zonas húmedas, la plantación a principios de la temporada de lluvias resulta pérdida de plántulas por medio de las inundaciones, dejar pasar un periodo es la plantación más adecuada.

Valor nutritivo.

Depende de la base de fertilidad de los suelos, aplicación de abonos y de la edad del rebrote. En América tropical, los rangos de proteína cruda son de 7-16% y 51-75% de digestibilidad.

Potencial de producción:

Su materia seca es muy productiva y puede soportar altas tasas de densidad de población con buena persistencia bajo pastoreo rotacional o continuo. Buen

crecimiento en la estación seca. En materia seca los rendimientos oscilan entre 8-20 t / ha / año. (Canudas, 2008).

Periodo de latencia:

La semilla de Pasto Toledo tiene latencia de corta duración y cuando es almacenada en condiciones controladas (20° C y 50 % de humedad relativa) y escarificada con ácido sulfúrico presenta un promedio de germinación de 40 %, cuatro meses después de la cosecha. A partir de esa época la germinación incrementa significativamente y puede llegar a 80 %, ocho meses más tarde. (Lascano, 2002).

IMPORTANCIA DE LAS GRAMÍNEAS

El uso de semillas representa un gran potencial para llevar cualquier tipo de programa encaminado a incrementar la eficiencia de las áreas dedicadas a la ganadería. Los pastos introducidos están destinados a desempeñar un importante papel en la productividad de la ganadería nacional.

La familia de las gramíneas es de las más grandes dentro de las plantas vasculares encontradas sobre la superficie de la tierra, cuenta con un número estimado de 600 géneros y 7500 especies en todo el mundo.

Además de ser una de las 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).

CONCEPTO DE SEMILLA

En términos botánicos, las semillas de las gramíneas se consideran frutos, ya que la cubierta exterior (pericarpio) es la pared del ovario y no los tegumentos, esta semilla recibe el nombre cariósida (Valdez, 2002).

Camacho (1994) define a la semilla en un sentido botánico estricto, como un óvulo fecundado independiente de la planta madre, que ha madurado hasta adquirir la diferenciación y la capacidad fisiológica para originar un nuevo vegetal.

Una semilla es un óvulo maduro contenido dentro del ovario maduro o fruto; está compuesta por tres partes básicas que son: el embrión, los tejidos de reserva y la testa o cubierta de la semilla.

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

El órgano básico de crecimiento de los pastos es el tallo, el cual produce hojas para después iniciar la floración y las flores producirán las semillas. Este proceso que se inicia con la elongación y modificación del primordio vegetativo

hasta la emergencia de los primeros racimos de espigas y es llevado a cabo en cuatro a cinco semanas como máximo (Valdez, 2002).

Otra definición señala que la semilla es un óvulo maduro fecundado que consiste en un embrión, su reserva alimenticia almacenada y sus cubiertas protectoras (Hartmann y Kester, 1987; Weir et al., 1983).

Hopkinson y English (1985) mencionan que la semilla de la gramínea forrajera es brozosa y se considera así debido a su estructura o textura, se adhiere a otras semillas de la misma o diferentes especies o a objetos, por esto su limpieza muestreo y transporte son más difíciles de realizar. También caracterizaron como semillas maduras a todas aquellas en las que la carióspside ocupa completamente el espacio interno de la espiguilla, en donde el lema y la palea están completamente cerradas y selladas, y cuando la carióspside presenta endospermo de apariencia vítrea y no opaca ni harinosa.

LA CALIDAD DE LAS SEMILLAS

La calidad de las semillas comprende muchos atributos, en término individual incluye pureza varietal, viabilidad, vigor, daño mecánico, enfermedades, cobertura de tratamiento y tamaño; en un lote de semillas, las características incluyen contenido de humedad, potencial de almacenamiento, incidencia de contaminantes, semillas de otros cultivos y materia inerte, uniformidad del lote y potencial de su comportamiento, estos atributos pueden ser agrupados dentro de cuatro componentes: el genético, que contempla la pureza varietal; físico, que incluye los atributos de pureza física, incidencia y severidad de daño

mecánico y tamaño de semilla; el patológico que considera el tipo de incidencia de enfermedades transmitidas por semilla; y el factor fisiológico, que es la germinación y vigor (Delouche, 1985).

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

Calidad Genética

Influye tremendamente en la productividad de la cosecha. Define aspectos: potencial de rendimiento, tolerancia al estrés y resistencia a enfermedades. Dos atributos importantes: Identidad varietal y Pureza varietal. Una variedad debe ser uniforme en características como: tiempo de maduración y resistencia a plagas, pero puede ser muy variable en las que no afectan la productividad (color, pubescencia, forma o altura de planta).

Calidad física

Según Humphreys (1980) la pureza física nos indica el grado de contaminación que hay en un lote de semilla. El peso de la semilla es también un indicador de calidad ya que el tamaño y peso de las semillas influyen en el vigor.

El contenido de humedad juega un papel importante en la conservación de la semilla, ya que un alto porcentaje afecta en la condición fisiológica.

La calidad de las semillas en una muestra se define por la proporción de semillas capaces de germinar y formar nuevas plantas, además de semillas de otras especies, material muerto, semillas rotas, tierra, piedras, insectos y residuos vegetales incluidos como impurezas.

Bogdan (1997) menciona que en los pastos, la semilla botánica no puede ser separada del fruto, ya que es un cuerpo desarrollado a partir del ovario el cual contiene solo un óvulo y las paredes del ovario o fruto (pericarpio) se fusionan con el óvulo desde las primeras etapas del desarrollo y cuando maduran forman un cuerpo denominado cariósido o grano.

Calidad fisiológica

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

GERMINACIÓN

La germinación de las semillas desde el punto de vista morfológico, se define como la reanudación del crecimiento activo en partes del embrión, lo cual provoca la ruptura de los tegumentos seminales y el brote de la nueva planta (Meyer et al., 1972); desde el punto de vista fisiológico es la reanudación del metabolismo y el crecimiento, incluyendo además el cambio hacia la transcripción del genoma.

Humphreys (1980) dice que la germinación de las semillas se mide en porcentaje y se refiere a la proporción de semillas puras que germinan, en un lapso de tiempo determinado bajo condiciones estándar de laboratorio.

Valdez (2002) menciona que la germinación, es el proceso de reinicio del crecimiento activo por parte del embrión, caracterizado por la fractura de la cubierta seminal y la emergencia de la plántula.

Jiménez (1984) señala que la germinación de semillas de especies forrajeras tropicales solamente ocurre bajo ciertas temperaturas y ésta puede variar de acuerdo a la especie que se trate, mejorando notablemente con el uso de temperaturas alternas.

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

- a) La semilla seca absorbe agua con lo que el contenido de humedad aumenta y se estabiliza.

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

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

Estos compuestos son traslocados a los puntos de crecimiento del eje embrionario para usarse en el crecimiento y formación de nuevas partes de la planta.

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

Condiciones para la germinación

Bidwel (2002) menciona que los factores principales son: agua, oxígeno, temperatura y luz.

- **Agua**

El agua es primordial, las semillas están extremadamente-deshidratadas. Normalmente contienen solo del 5 al 20% de agua de su peso total y tiene que absorber una buena cantidad antes de que se inicie la germinación; el primer estadio de la germinación llamado imbibición es por lo tanto la rápida toma de agua.

- **Oxígeno**

Este es necesario para la germinación de la semilla. El metabolismo durante los estadios iniciales de la germinación pueden ser anaerobios cambiando a aerobios, tan pronto como la testa se rompa y el oxígeno se difunde en su interior.

- **Temperatura**

Una temperatura correcta es importante para la germinación; generalmente las semillas no germinan por debajo de una cierta temperatura diferente según la especie.

- **Luz**

La luz también es importante para la germinación de algunas semillas. Las semillas muy pequeñas tienen tan solo mínimas cantidades de alimento almacenado para los principios de crecimiento del embrión por lo que le es necesario volverse autótrofas cuanto antes. Si germinan en el suelo muy profundamente pueden agotar sus reservas antes de alcanzar la superficie.

VIGOR

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

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

LATENCIA

Camacho (1994) menciona, una vez que la semilla ha completado su desarrollo se inician los cambios que darán lugar al establecimiento del reposo en las semillas. Este reposo o reducción del metabolismo se denomina quiescencia cuando la causa de que no ocurra la germinación es fundamentalmente la falta de agua, como es el caso de las semillas almacenadas en condiciones artificiales, por ejemplo un frasco con frijoles en la alacena o las semillas que permanecen en los frutos unidos a la planta madre por largo tiempo.

También comenta que el concepto de latencia no es claro aunque comúnmente se define como un estado en el cual una semilla viable disminuye su germinación bajo condiciones favorables de humedad, temperatura y oxígeno.

Vieira (1998) estudió varios métodos para romper la latencia de semillas de *Brachiaria brizantha* L., 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.

Tipos de latencia

Por lo general, los autores (Villiers 1975; Delouche 1964; Hartmann et al. 1990), clasifican a la latencia de acuerdo a la forma o mecanismo que la ocasiona. De esta manera se han enunciado los siguientes tipos:

Semillas impermeables al agua: En este caso, las capas exteriores de la semilla impiden la penetración del agua, pueden haber sustancias hidrofóbicas

en la cubierta, esta semilla se conoce como semillas duras (no impiden cuando están dentro del agua). Esto es una característica principal en algunas semillas.

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

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

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

Latencia del embrión: Puede estar ubicada totalmente o únicamente en alguna parte de él, por ejemplo, en el epicotilo, hipocotilo y radícula, y que puede ser ocasionada por inhibidores químicos.

Se encuentra más generalizada en árboles de clima frío y en ornamentales; también existe en zonas templadas, en donde en forma natural, las especies

invernan y germinan en primavera. La acción de la anterior, no está bien entendida, parece ser que las bajas temperaturas promueven la formación de giberelinas, indispensables en la germinación.

Combinación de dos o más mecanismos: En este caso la latencia puede ser de la cubierta o del embrión (o alguna parte de él), primero se debe de inhibir la impermeabilidad y después promover al embrión, se puede usar la estratificación. Se presenta en áreas con inviernos fríos, principalmente en arboles o arbustos.

Tratamientos para romper latencia

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

- a) **Almacenamiento en seco:** Este es utilizado en especies en donde la latencia es de corta duración. Para lo cual solo se requiere que la semilla sea almacenada en un lugar seco por un periodo corto, para que la latencia pueda ser superada en forma natural.
- b) **Pre enfriamiento:** Las semillas que serán sometidas a germinación se colocan en contacto con un sustrato húmedo, para situarse a una temperatura baja por un periodo previo antes de ser cambiadas a una temperatura óptima para la germinación. Las semillas agrícolas son comúnmente mantenidas a temperaturas entre 5-10°C por un periodo inicial de 5 a 7 días. En algunos casos se requiere aumentar el periodo de pre enfriamiento de acuerdo al comportamiento de las semillas.

- c) **Luz:** Las semillas en ensayos de germinación a temperaturas alternas deberán ser iluminadas cuando menos 8 horas en ciclos de cada 24 horas durante el periodo de alta temperatura. La intensidad de la luz debe de ser de aproximadamente 750-1250 lux de lámparas de luz blanca. Se recomienda especialmente para ciertos pastos tropicales y subtropicales.
- d) **Nitrato de Potasio (KNO_3):** Éste es utilizado en lugar de agua para saturar el sustrato germinativo al inicio de la prueba; se aplica una solución de 0.2% de KNO_3 . El agua se utiliza para humedecer posteriormente el sustrato.
- e) **Ácido giberélico:** Es usado para una gran diversidad de especies que presentan latencia fisiológica. El sustrato germinativo es humedecido con una solución de GA_3 al 0.05%. Cuando la latencia es débil, con un 0.02% de concentración es suficiente; al contrario, cuando es muy fuerte, puede utilizarse hasta una concentración de 0.1%.
- f) **Escarificación mecánica:** Se usa en semillas duras o impermeables, con el objeto de alterar la integridad física del pericarpio o cubierta. Esto permite la absorción de agua y oxígeno, eliminando así mismo la restricción mecánica. El método consiste en frotar las semillas en superficies abrasivas o bien golpearlas. El tiempo de escarificación es variable para cada especie ya que depende del grosor y resistencia de la cubierta, sin embargo, el exceso puede dañar la semilla reduciendo el poder germinativo.

g) Alternancia de temperaturas: Para la germinación de gramíneas recién cosechadas que presentan latencia, se recomienda temperaturas alternantes, entre ellos 15-25°C, 15-30°C y 20-35°C.

Andrews et al. (1997) en dos experimentos donde almacenaron semilla de *Panicum máximum* por 6, 8, 10, 12 y 14 meses, expuestas a la luz, tratadas con solución de KNO_3 , escarificadas con ácido sulfúrico (H_2SO_4) por cinco minutos y sometidas a temperaturas alternas de 35°C durante el día y 15°C durante la noche por 8 a 27 semanas encontraron que en el primer experimento, la germinación más alta se obtuvo en semillas tratadas con KNO_3 y con H_2SO_4 . En este caso el enfriamiento redujo el porcentaje de germinación. El mejor porcentaje de germinación se obtuvo con la escarificación con 6, 8 y 14 meses de almacenamiento. El almacenamiento de 10 y 12 meses aumentó el porcentaje de germinación.

En el segundo experimento encontraron que las temperaturas alternas aumentaron la germinación en 95 %. Cuando se mantuvo a temperatura constante con la luz se obtuvo el 97 % de germinación, 59 % al reducir la luz y menor a 1 % a la oscuridad.

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

HORMONAS REGULADORAS DE CRECIMIENTO

Riley (1997) menciona que las hormonas son sustancias que aparecen en forma natural, muy eficaces en pequeñas cantidades, que estimulan o inhiben el crecimiento, o regulan algunos programas de desarrollo. En muchos casos las hormonas son activadas en un tejido específico diferente a los tejidos donde se producen.

Las auxinas, giberelinas, citocininas, ácido abscísico y el etileno son las hormonas que ejercen un efecto poderoso en algún aspecto de crecimiento y desarrollo de la planta. Es decir, las auxinas controlan la formación y el crecimiento de la raíz; las giberelinas regulan la síntesis de proteínas y alargamiento del tallo; las citocininas la diferenciación de órganos; el etileno la maduración de los frutos y el ácido abscísico el bloqueo de la germinación.

Los reguladores del crecimiento son una herramienta importante en la producción de una gran variedad de hortalizas y cosechas agronómicas. Sus efectos particularmente en una situación de dosis excesiva pueden ser bastante profundos, sin embargo, estos productos pueden usarse sutilmente en un proceso dado del crecimiento de la planta (por ejemplo: floración, crecimiento vegetativo, abscisión de frutos). El valor que presenta, particularmente en la producción de hortalizas puede ser bastante significativo y multidimensional.

MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación del área de estudio

El presente trabajo de investigación se llevó a cabo en el laboratorio de Control de Calidad de Semillas del Centro de Capacitación y Desarrollo de Tecnología de Semillas (CCDTS) y en el invernadero 2 de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN) que se encuentra ubicada a los 25° 22' Latitud Norte y 101° 00' de longitud oeste, con una altitud de 1742 msnm., presenta una temperatura media anual de 19.8 °C y precipitación anual promedio de 298.5 mm en Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

Material genético

Se utilizó semilla de zacate de Pasto Toledo, (*Brachiaria brizantha* L.). Éstas se trajeron de la empresa PAPALOTLA S.A. de C.V. la cual se encuentra ubicada en el Estado de Chiapas, dichas semillas tienen 120 días de almacenamiento.

Las semillas que se utilizaron en la presente investigación se obtuvieron de una sola cosecha, la cual se limpió y para la siembra se utilizó únicamente semilla pura viable, a estas mismas se les aplicó los tratamientos correspondientes.

Producto utilizado

Se utilizó el producto comercial Biozyme pp a 2.5 gr/100 ml de agua como coadyuvante de la germinación en semilla de zacate de pasto Toledo.

Cuadro 1. Composición porcentual del producto comercial Biozyme pp.

INGREDIENTE ACTIVO	PORCENTAJE EN PESO
Extractos de origen vegetal y Fito-hormonas biológicamente activas.	27.5 %
Giberelinas	28.50 ppm
Ácido Indolacético	12.25 ppm
Zeatina	47.80 ppm
Caldo de extracto (Equivalente a 2.72 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 %

Tratamientos

Tratamientos utilizados en el presente trabajo:

Tratamiento 1- Semilla sin tratar, únicamente con el efecto de almacenamiento (Testigo).

Tratamiento 2- Semilla tratada con temperaturas de 3 °C durante 25 horas y 35°C durante 24 horas.

Tratamiento 3- Semilla tratada con temperaturas de 5°C durante 7 días.

Tratamiento 4- Semilla con tratamiento del producto comercial (Biozyme pp), a 2.5 gr. /100 ml de agua.

Tratamiento 5- Semilla tratada con ácido giberélico (800 ppm).

Tratamiento 6- Semilla tratada con la combinación de temperaturas (T2) y aplicación de Biozyme pp (T4).

Tratamiento 7- Semilla tratada con la combinación de temperaturas (T2) y la aplicación de ácido giberélico (800 ppm) (T5).

Tratamiento 8- Semilla tratada con la combinación de temperatura de 5°C durante 7 días (T3) y aplicación de Biozyme P.P. (T4).

Tratamiento 9- Semilla tratada con la combinación de temperatura de 5°C durante 7 días (T3) y aplicación de ácido giberélico (800 ppm) (T5).

Es importante señalar que cada tratamiento lleva un periodo de almacenamiento de 120 días respectivamente.

Metodologia

Laboratorio

La semilla de zacate (*Brachiaria brizantha* L.) se colocó en cajas petri, provista de papel filtro humedecido, para tal efecto se colocaron doscientas semillas por tratamiento con cuatro repeticiones de 50 semillas cada una, para el cual se realizó un diseño experimental completamente al azar.

La semilla de los tratamientos uno y dos solo se les adicionó agua al primero y temperaturas al segundo, al tratamiento tres, semilla tratada con temperaturas de 5 °C durante 7 días, tratamiento cuatro se les aplicó el producto en cuestión al momento de la siembra, tratamiento cinco, semilla tratada con ácido giberélico (800 ppm), tratamiento seis, semilla tratada con la combinación de

temperaturas altas (T2) y aplicación de Biozyme pp. (T4), tratamiento siete semilla tratada con la combinación de temperaturas altas (T2) y la aplicación de ácido giberélico (800 ppm) (T5), tratamiento ocho, semilla tratada con la combinación de temperatura de 5°C durante 7 días (T3) y aplicación de Biozyme pp. (T4), tratamiento nueve, semilla tratada con la combinación de temperatura de 5°C durante 7 días (T3) y aplicación de ácido giberélico (800 ppm) (T5).

Las semillas fueron expuestas 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.

Invernadero

En este ambiente, la aplicación de los tratamientos se realizó de la siguiente manera: Al tratamiento 1 solo se aplicó agua y el segundo fue tratado con temperaturas alternas, el tratamiento 3, semilla tratada con temperaturas de 5°C durante 7 días, al tratamiento 4 se le aplicó el producto Biozyme pp. al momento de la siembra, el tratamiento 5, semilla tratada con ácido giberélico (800 ppm), tratamiento 6, semilla tratada con la combinación de temperaturas altas (T2) y aplicación de Biozyme pp.(T4), tratamiento 7, semilla tratada con la combinación de temperaturas altas (T2) y la aplicación de ácido giberélico (800 ppm) (T5), tratamiento 8, semilla tratada con la combinación de temperatura de 5°C durante 7 días (T3) y aplicación de Biozyme pp. (T4). Tratamiento 9 semilla

tratada con la combinación de temperatura de 5°C durante 7 días (T3) y aplicación de ácido giberélico (800 ppm) (T5).

Las semillas fueron expuestas a las temperaturas correspondientes y el día de la siembra se le aplicó el producto indicado. Estas semillas fueron sembradas en cuatro repeticiones de 50 semillas por tratamiento, en charolas de plástico de 200 cavidades con sustrato de peat moss, con riegos cada tercer día. A una temperatura de 25-35° C y Humedad Relativa de 80%.

Variables a evaluar

Laboratorio

Capacidad de germinación (CG %)

Esta variable se obtendrá con el conteo diario hasta el décimo cuarto día, en los cuales se considerarán las plantas normales obtenidas en esos días, anotándose las plántulas anormales y semillas sin germinar (ISTA1996).

Índice de velocidad de germinación (IVG)

Esta variable se determinará con los conteos hechos al cuarto, séptimo, décimo y decimocuarto día. Una semilla se considera como germinada cuando presente una longitud de plúmula o radícula de 5-6 mm. Para ello se utilizará 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 = Número de semillas germinadas en el día i

D_j = Número de semillas germinadas en el conteo desde la siembra

I = Número de días al momento del conteo desde la siembra

Longitud media de plúmula (LMP)

Ésta se medirá en 5 plantas al azar por repetición en cada tratamiento a evaluar a los 7 y 14 días de la siembra.

Longitud media de radícula (LMR)

Ésta se medirá en 5 plantas al azar por repetición en cada tratamiento a evaluar a los 7 y 14 días después de la siembra respectivamente.

Invernadero

Capacidad de germinación (CG%)

Esta variable se obtendrá con el conteo al décimo cuarto día, en los cuales se consideraran las plantas normales obtenidas en esos días, anotándose las plántulas anormales y semillas sin germinar (ISTA1996).

Índice de velocidad de emergencia (IVE)

Esta variable se obtendrá con los conteos diarios de las plántulas emergidas, consideradas aquellas que sobresalgan de 5 a 6 mm sobre la superficie del suelo. Se utilizará la formula de (Maguire, 1962).

$$IVE = \sum No P/d$$

Donde.

IVE = índice de velocidad de emergencia

No p = Número de plántulas emergidas

d = días después de la siembra

Longitud media de plúmula (LMP)

Ésta se mide en cinco plantas al azar por repetición en cada tratamiento a evaluar a los siete y catorce días después de la siembra.

Longitud media de radícula (LMR)

Ésta se mide en cinco plantas al azar por repetición en cada tratamiento a evaluar a los siete y catorce días después de la siembra respectivamente.

Analisis estadistico

El análisis estadístico se realizó con los valores que se obtuvieron del experimento., los resultados de las variables de los tratamientos seleccionados fueron analizados bajo un diseño experimental completamente al azar:

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

Donde:

Y_{ij} = valor observado.

μ = efecto de la media general.

T_i = efecto del tratamiento

E_{ij} = error experimental

$i = 1, 2 \dots n$ tratamientos

$J = 1, 2 \dots n$ repeticiones

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Laboratorio

A continuación se presentan los cuadros y figuras con los resultados obtenidos para semilla de zacate de Pasto Toledo (*Brachiaria brizantha* L.). Así como los tratamientos estudiados en laboratorio.

Cuadro 2. Cuadrados medios y significancia para cada una de las variables en la calidad fisiológica y resultados de la comparación de medias (DMS) en semilla de zacate de pasto Toledo (*Brachiaria brizantha* L.) en laboratorio.

G.L		CG %			IVG	LMP (cm)		LMR (cm)	
		PN	PA	SSG	%	7 Dias	14 Dias	7 Dias	14 Dias
Tratamientos Error	8	124.169*	144.52**	307.25**	0.42**	11.46**	4.28**	1.17**	2.35**
	27	40.03	22.29	66.70	0.12	0.54	0.60	0.32	0.45
CV		29.27	38.63	12.34	38.06	19.04	14.03	27.96	27.95
Comparación de media	T1	29.50A	17.50AB	53.00C	0.74B	3.31C	4.94C	2.06ABC	3.55A
	T2	25.00AB	18.50AB	56.50BC	1.73A	4.62B	5.25BC	2.51AB	2.42BC
	T3	17.00BC	8.50CDE	74.50A	0.73B	1.89D	3.68D	1.76BCD	1.80CD
	T4	30.00A	3.0E	67.0AB	0.91B	4.76B	5.82BC	2.73A	3.43A
	T5	23.00ABC	15.0ABC	62.0BC	0.62B	5.21AB	6.02BC	2.18ABC	2.30BC
	T6	15.00C	6.50DE	78.50A	0.78B	5.33AB	6.08B	2.57AB	2.89AB
	T7	18.50BC	20.50A	61.0BC	0.91B	6.12A	7.47A	2.01ABC	2.27BC
	T8	16.50BC	8.50CDE	75.0A	0.93B	1.66D	4.94C	1.57CD	1.80CD
	T9	20.00BC	12.0BCD	68.0AB	1.04B	2.02D	5.47BC	1.02D	1.24D
Valor DMS		9.18	6.85	11.85	0.51	1.07	1.12	0.83	0.97

** =Nivel de significancia (0.01 %), * =Nivel de significancia (0.05 %), NS =No significativo. PN=plantas normales, PA=plantas anormales, SSG=semilla sin germinar, IVG= Índice de Velocidad de Germinación, LMP=longitud media de plúmula, LMR=longitud media de radícula. Medias con la misma literal son estadísticamente iguales.

Capacidad de germinación (CG%)

Plantas Normales (PN)

De acuerdo al cuadro de análisis de varianza se puede observar que en Plantas Normales se presentó diferencia significativa entre los tratamientos, de tal manera que esto se puede ver en el cuadro 2 de cuadrados medios, en donde el Tratamiento 4 (Semilla con tratamiento del producto comercial (Biozyme pp), a 2.5 gr. /100 ml de agua, fue el más sobresaliente al obtener una media de 30.00; seguido del Tratamiento 1 (Semilla sin tratar, únicamente con el efecto de almacenamiento (Testigo), con una media de 29.50; seguido del Tratamiento 2 (Semilla tratada con temperaturas de 3 °C durante 25 horas y 35°C durante 24 horas), la cual obtuvo una media de 25.00; Siguió el Tratamiento 5 con una media de 23.00. Los Tratamientos 3, 7, 8 y 9 se comportaron de manera similar, mientras que el tratamiento 6 con una media de 15.00 fue el más bajo.

Plantas Anormales (PA)

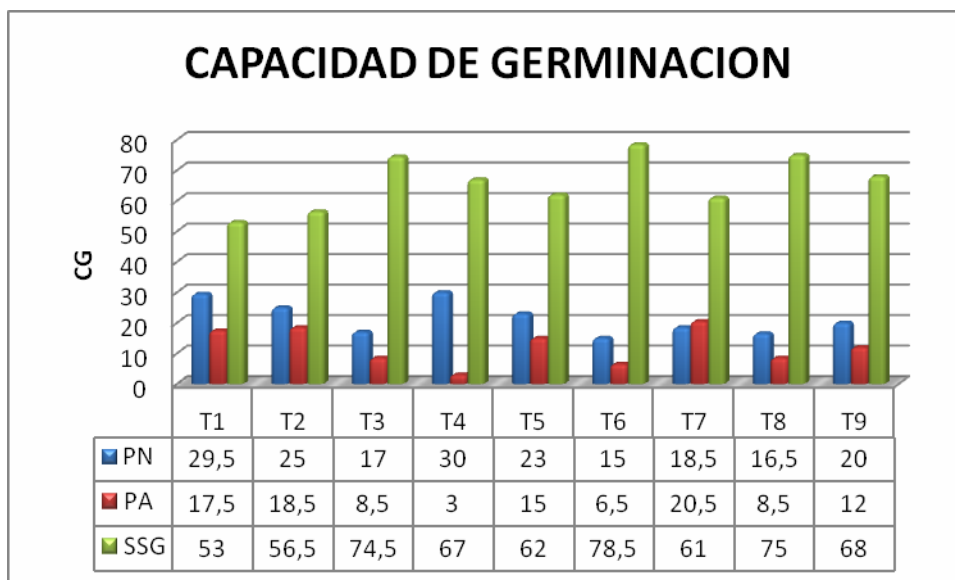
En el análisis de varianza se identifica que en esta variable se presenta diferencia altamente significativa, en la comparación de medias se tiene que el tratamiento 7 fue que presentó un valor más alto con una media de 20.50 de germinación. Seguidos de los tratamientos 1 y 2 con una media de 17.50 y 18.50, lo cual estadísticamente son iguales, pero numéricamente el segundo es el mayor. Seguido del tratamiento 5 con una media de 15.0 y el tratamiento 9 con una media de 12.0. Los tratamientos 3 y 8 se mantuvieron igual estadística

y numéricamente, seguido del tratamiento 6 con una media de 6.50 de germinación. Mientras que el tratamiento más bajo de plántulas anormales fue el 4 con una media de 3.0, es decir fue el mejor, como se muestra en el cuadro 2.

Semillas sin Germinar (SSG)

En el análisis de varianza se presentó diferencia altamente significativa, por lo tanto en la comparación de medias, de los tratamientos 3, 6 y 8 tuvieron el valor más alto estadísticamente iguales, numéricamente el tratamiento 6 fue el más alto en semillas sin germinar. Seguido por los tratamientos 4 y 9 que se comportaron iguales estadísticamente, pero numéricamente el tratamiento 9 obtuvo un valor más alto. Seguido de los tratamientos 2, 5 y 7 donde fueron iguales estadísticamente. Y el que menos resultados de semilla sin germinar obtuvo fue el tratamiento 1 (semilla sin tratar, únicamente con el efecto de almacenamiento (Testigo), con una media de 53.00 respectivamente.

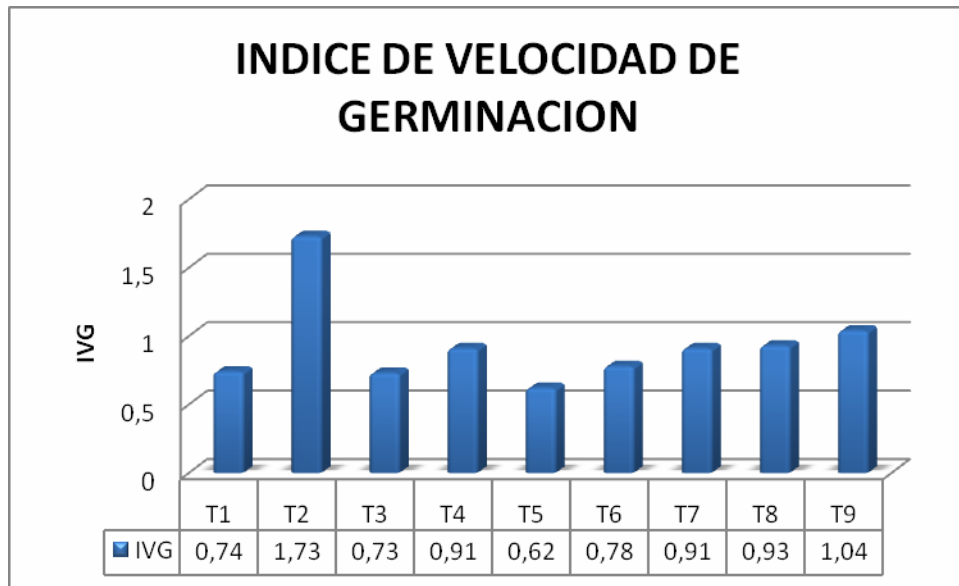
Figura 1. Comportamiento de 9 tratamientos en semilla de pasto Toledo (*Brachiaria brizantha* L.) en capacidad de germinación en laboratorio.



Índice de velocidad de germinación (IVG)

De acuerdo a los cuadrados medios, hubo diferencia altamente significativa, en los resultados para esta variable se presentaron 2 grupos estadísticos, en base a la comparación de medias, el que mejor resultados obtuvo fue el tratamiento 2 con una media de 1.73; seguido de los tratamientos 1, 3, 4, 5, 6, 7, 8 y 9 que se comportaron estadísticamente iguales.

Figura 2. Comportamiento de 9 tratamientos en semilla de pasto Toledo (*Brachiaria brizantha* L.) en índice de velocidad de germinación en laboratorio.

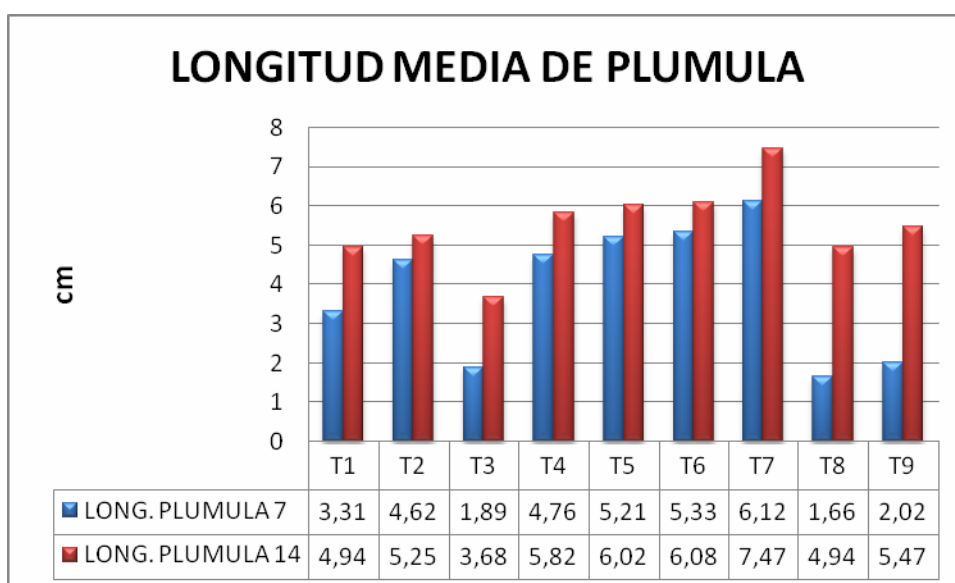


Longitud media de plúmula (LMP)

El análisis de varianza tanto en el primer conteo (7 días) como en el segundo (14 días) muestra diferencias altamente significativas. Por lo tanto, en la comparación de medias en el primer conteo a los 7 días podemos identificar que el mejor resultado en longitud de plúmula fue el tratamiento 7 con una media de 6.12, seguido de los tratamientos 5 y 6 que se comportaron estadísticamente iguales, seguido del grupo de los tratamientos 2 y 4 que estadísticamente fueron iguales, pero numéricamente el tratamiento 4 fue el mejor. Seguido del tratamiento 1 con una media de 3.31; por último los tratamientos 3, 8 y 9 fueron los que presentaron menor longitud de plúmula.

Por otra parte en la segunda evaluación a los 14 días, también el tratamiento 7 resultó mejor con una media de 7.47. Seguido del tratamiento 6 con una media de 6.08; después los tratamientos 2, 4, 5 y 9 que se comportaron iguales estadísticamente. El tratamiento que menor resultados obtuvo fue el tratamiento 3 con una media de 3.68 cm respectivamente.

Figura 3. Comportamiento de 9 tratamientos en semilla de pasto Toledo (*Brachiaria brizantha* L.) en longitud media de plúmula en laboratorio.



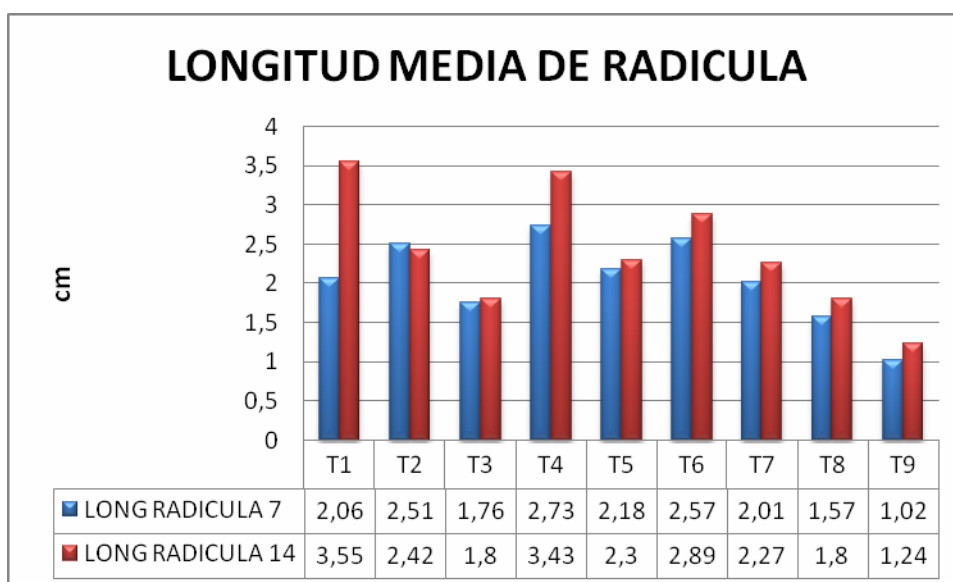
Longitud media de radícula (LMR)

En el análisis de varianza en las dos fechas de evaluación se puede identificar que ambas presentan diferencia altamente significativa. Por lo tanto en la evaluación a los 7 días, el mejor tratamiento fue el 4, con una media de 2.73.

Seguidos de los tratamientos 2 y 6, que se comportaron estadísticamente iguales. El menor fue el tratamiento 9 con una media de 1.02.

Por otra parte en la evaluación a los 14 días, arrojaron los mejores resultados el tratamiento 1 y 4 con una media 3.55 y 3.43, seguido del tratamiento 6 con una media de 2.89, seguidos de los tratamientos 2, 5 y 7 que se comportaron estadísticamente iguales. El que menor longitud arrojó fue el tratamiento 9 con una media de 1.24.

Figura 4. Comportamiento de 9 tratamientos en semilla de pasto Toledo (*Brachiaria brizantha* L.) en longitud media de radícula en laboratorio.



Invernadero

A continuación se presentan los cuadros y figuras con los resultados obtenidos para semilla de zacate de Pasto Toledo (*Brachiaria brizanta* L.). Así como los tratamientos estudiados en invernadero.

Cuadro 3. Cuadrados medios y significancia para cada una de las variables en la calidad fisiológica y resultados de la comparación de medias (DMS) en semilla de zacate de pasto Toledo (*Brachiaria brizantha* L.) en invernadero.

G.L		CG %			IVE	LMP (cm)		LMR (cm)	
Tratamientos Error		PN	PA	SSG	%	7 días	14 días	7 días	14 días
	8 27	76.36 [*]	46.27 [*]	34.77 ^{NS}	238.36 ^{**}	1.34 ^{**}	16.60 ^{**}	1.37 ^{NS}	2.14 ^{**}
		66.29	15.07	58.48	44.79	0.12	0.91	0.61	0.50
CV		20.58	104.30	13.48	18.48	8.44	10.62	20.06	12.09
Comparación de media	T1	39.00AB	4.00B	57.00A	32.61CDE	3.68B	7.46DE	3.27CD	4.96D
	T2	30.50B	12.50A	57.00A	38.95ABC	3.84B	8.83CD	3.03D	6.72AB
	T3	46.50A	3.00B	50.50A	30.23CDE	3.57B	8.23CD	3.40BCD	6.83A
	T4	40.50AB	2.50B	57.00A	46.64AB	4.63A	10.82B	4.73A	5.39CD
	T5	37.50AB	3.00B	59.50A	48.59A	4.93A	13.38A	3.81ABCD	5.02D
	T6	42.50A	1.50B	56.00A	35.65CDE	3.50B	6.45E	3.85ABCD	5.40CD
	T7	39.50AB	2.00B	58.50A	38.14BCD	4.81A	8.72CD	4.26ABC	6.30ABC
	T8	42.00AB	3.50B	54.50A	28.55DE	3.91B	7.94CD	4.33ABC	5.73BCD
	T9	38.00AB	1.50B	60.50A	26.42E	4.70A	9.11C	4.49AB	6.55AB
Valor DMS		1.81	5.63	11.09	9.71	0.51	1.38	1.13	1.03

** =Nivel de significancia (0.01 %), * =Nivel de significancia (0.05 %), NS =No significativo. PN=plantas normales, PA=plantas anormales, SSG=semilla sin germinar, IVE= Índice de Velocidad de Emergencia, LMP=longitud media de plúmula, LMR=longitud media de radícula. Medias con la misma literal son estadísticamente iguales.

Capacidad de germinación (CG%)

Plantas normales (PN)

En el análisis de varianza en capacidad de germinación, se presentó diferencia significativa en plantas normales. Por lo tanto en la comparación de medias se puede observar que dentro de los grupos los mejores resultados lo obtuvieron los tratamientos 3 y 6, con una media de 46.50 y 42.50, siendo estadísticamente iguales, pero el 3 es mejor numéricamente. Seguido de los tratamientos 1, 4, 5, 7, 8 y 9 que se comportaron de manera similar.

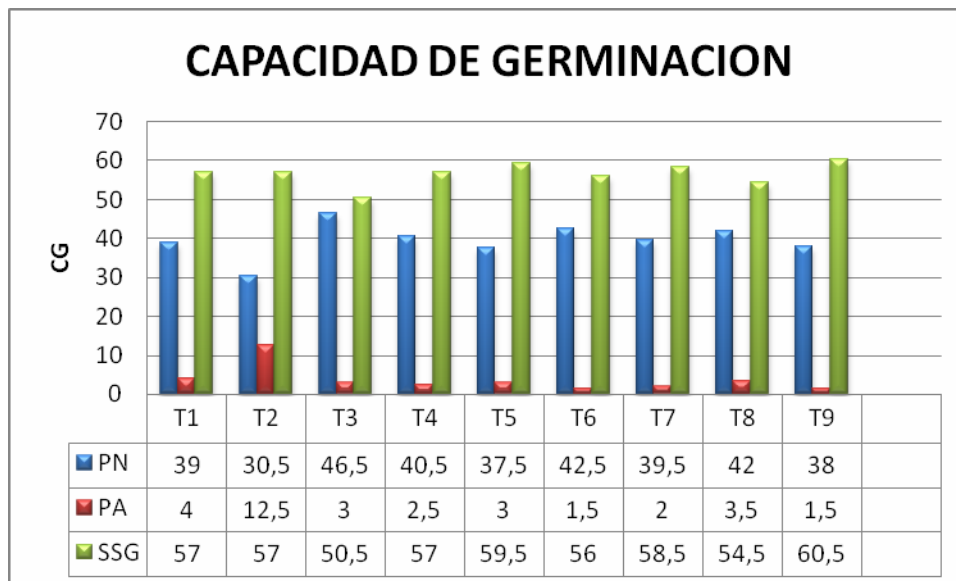
Plantas anormales (PA)

De acuerdo al análisis de varianza se presentó diferencia significativa, por lo tanto en la comparación de medias, el tratamiento que mayores plantas anormales obtuvo fue el tratamiento 2 con una media de 12.50, seguido de los demás tratamientos que se comportaron similares. Pero los tratamientos más bajos en plantas anormales fueron el 6 y 9 con una media de 1.50 respectivamente iguales, con los mejores resultados arrojados.

Semilla sin germinar (SSG)

De acuerdo al cuadro de análisis de varianza no hay significancia entre los tratamientos, por lo que todos los tratamientos son iguales estadísticamente. Numéricamente el tratamiento 3 fue el mejor con una media de 50.50, por lo tanto tiene menos porcentaje de semillas sin germinar.

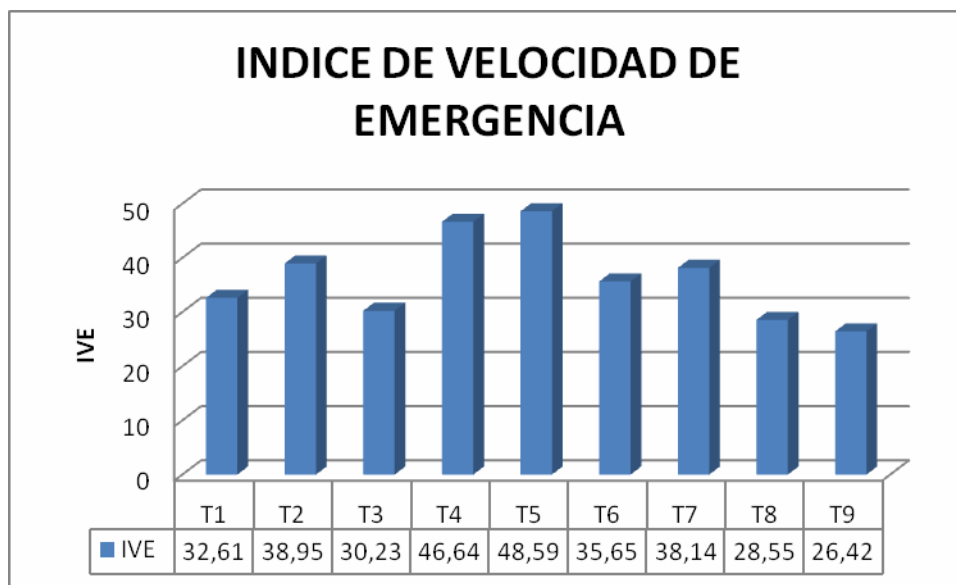
Figura 5. Comportamiento de 9 tratamientos en semilla de pasto Toledo (*Brachiaria brizantha* L.) en capacidad de germinación en invernadero.



Índice de velocidad de emergencia (IVE)

De acuerdo al cuadro de análisis de varianza existe diferencia altamente significativa entre tratamientos, lo cual en la comparación de medias, tenemos que el mejor tratamiento es el 5 con una media de 48.59; seguido del tratamiento 4 con una media de 46.64; como tercer lugar lo ocupa el tratamiento 2 con una media de 38.95. El que menor resultado arrojó fue el tratamiento 9 con una media de 26.42.

Figura 6. Comportamiento de 9 tratamientos en semilla de pasto Toledo (*Brachiaria brizantha* L.) en índice de velocidad de emergencia en invernadero.



Longitud media de plúmula (LMP)

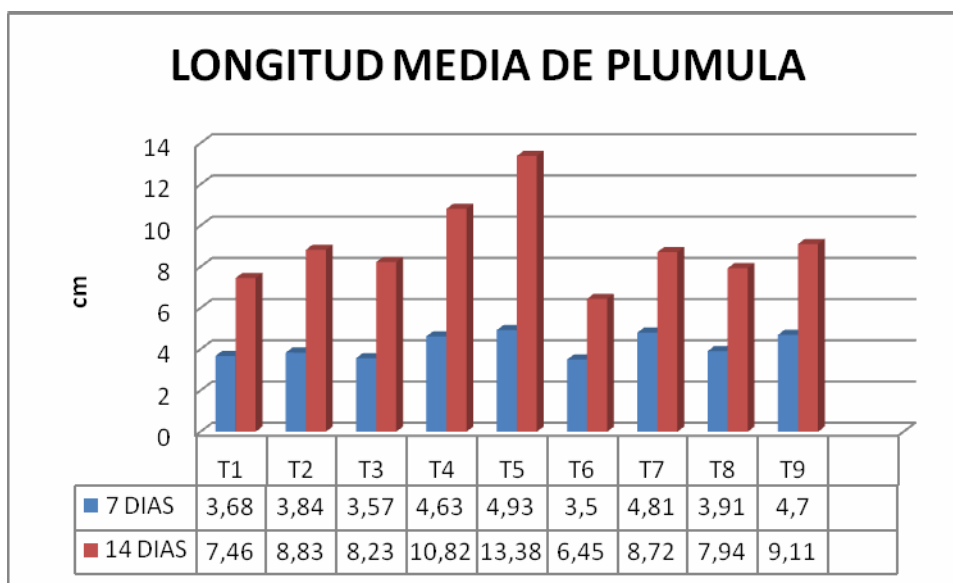
De acuerdo al análisis de varianza, nos muestran diferencia altamente significativa para las dos fechas.

De acuerdo a la comparación de medias a los 7 días, los mejores fueron los tratamientos 4, 5, 7 y 9 mostrando resultados iguales estadísticamente, dentro de este grupo el mejor fue el tratamiento 5 con una media de 4.93 numéricamente. Seguido de los tratamientos 1, 2, 3, 6, y 8, que se comportaron similares entre ellos.

En la evaluación a los 14 días, el mejor fue el tratamiento 5 (Semilla tratada con ácido giberélico 800 ppm), con una media de 13.38; seguido del tratamiento 4 (Semilla con tratamiento del producto comercial (Biozyme pp), a 2.5 gr. /100 ml de agua), con una media de 10.82. En tercer lugar lo ocupó el tratamiento 9 (Semilla tratada con la combinación de temperatura de 5°C

durante 7 días (T3) y aplicación de ácido giberélico (800 ppm) (T5).) con una media de 9.11. El tratamiento que menor resultado dio, fue el 6 (Semilla tratada con la combinación de temperaturas (T2) y aplicación de Biozyme pp (T4) con una media de 6.45.

Figura 7. Comportamiento de 9 tratamientos en semilla de pasto Toledo (*Brachiaria brizantha* L.) en longitud media de plúmula en invernadero.



Longitud media de radícula (LMR)

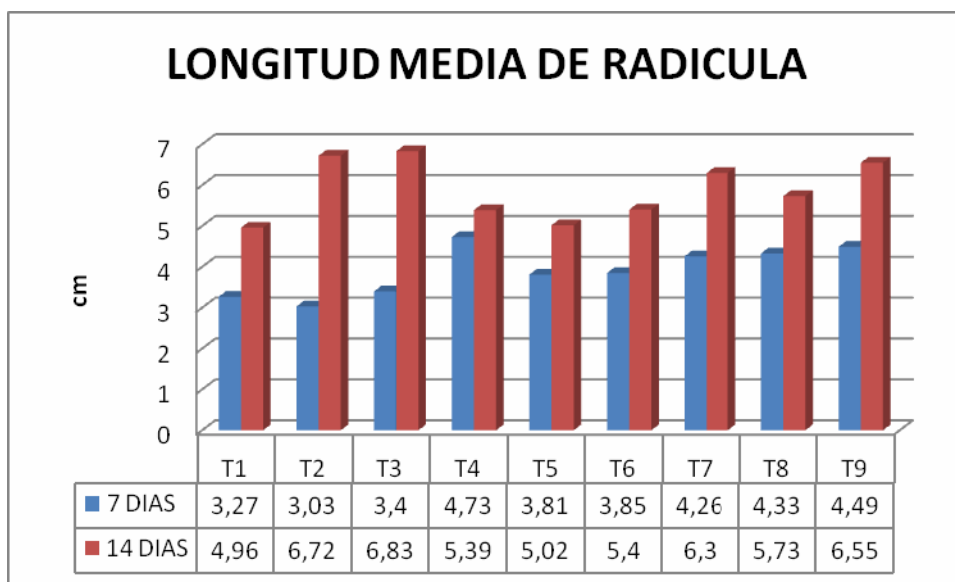
De acuerdo a los resultados obtenidos, el análisis de varianza nos muestra que en la evaluación a los 7 días se presenta de manera no significativa entre tratamientos, y a los 14 días nos muestra diferencia altamente significativa.

Por lo tanto en la evaluación a los 7 días dentro de los grupos, el mejor fue el tratamiento 4 (Semilla con tratamiento del producto comercial (Biozyme pp.), a 2.5 gr. /100 ml de agua) con una media de 4.73. Seguido del tratamiento 9 con una media de 4.49. El tratamiento 2 (Semilla tratada con temperaturas de 3 °C

durante 25 horas y 35°C durante 24 horas) fue el menor de todos con una media de 3.03.

Por otra parte en la evaluación a los 14 días, el mejor tratamiento fue el 3 (Semilla tratada con temperaturas de 5°C durante 7 días) con una media de 6.83. Seguido del tratamiento 2 Y 9 que se comportaron estadísticamente iguales. Los tratamientos más bajos fueron el 1 y 5 con una media de 4.96 y 5.02.

Figura 8. Comportamiento de 9 tratamientos en semilla de pasto Toledo (*Brachiaria brizantha* L.) en longitud media de radícula en invernadero.



CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos se concluyo lo siguiente:

Durante la investigación realizada en laboratorio, el producto comercial (Biozyme pp.) a 2.5 gr. /100 ml de agua provoca mayor número de plántulas normales y mayor longitud de área radicular.

Mediante dicho producto, podemos mencionar que se logro mejores resultados en rompimiento de latencia. Como también la combinación de temperaturas de 3°C durante 25 horas y 35°C durante 24 horas favoreció a la especie evaluada.

El almacenamiento a 120 días es una alternativa para romper latencia ya que se puede obtener buen porcentaje de plantas normales y longitud radicular, de acuerdo a los resultados obtenidos de esta investigación.

Por lo tanto se recomienda aplicar (Biozyme pp), temperaturas alternas y almacenamiento en laboratorio.

De acuerdo a los resultados obtenidos en invernadero, las semillas tratadas con temperaturas bajas de 5° C durante 7dias, dieron mejor porcentaje en plántulas normales y mayor longitud radicular.

El ácido giberélico (800 ppm) resultó mejor en el índice de velocidad de emergencia y mayor longitud de plúmula.

Por lo tanto, con la ayuda de temperaturas bajas y ácido giberélico a (800 ppm) se obtienen mejor calidad fisiológicas en plántulas de pasto Toledo (*Brachiaria brizantha L.*) en invernadero.

De manera general es recomendable aplicar Biozyme pp en condiciones laboratorio y Acido giberelico en invernadero, porque se obtienen mejores resultados comparándolo con temperaturas alternas en calidad fisiológica de pasto Toledo, dependiendo de la posibilidad de compra de dichos productos. El efecto de almacenamiento a 120 días también es una alternativa para germinación de semillas forrajeras, porque pueden resultar más económicos.

RESUMEN

El presente trabajo de investigación se llevó a cabo en el laboratorio de Control de Calidad de Semillas del Centro de Capacitación y Desarrollo de Tecnología de Semillas (CCDTS) y en el invernadero 2 de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN), con el objetivo general de Combinar biorreguladores, almacenamiento y temperaturas alternas, para eliminar latencia en semilla de zacate (*Brachiaria brizantha* L.).

Se evaluaron nueve tratamientos con cuatro repeticiones respectivamente, los cuales se analizaron mediante el diseño experimental completamente al azar.

Las variables evaluadas fueron:

- ✓ Capacidad de germinación (**CG %**).
- ✓ Índice de velocidad de germinación (**IVG**).
- ✓ Índice de velocidad de emergencia (**IVE**).
- ✓ Longitud media de plúmula (**cm**).
- ✓ Longitud media de radícula (**cm**).

Tratamientos utilizados en el presente trabajo:

Tratamiento 1- Semilla sin tratar, únicamente con el efecto de almacenamiento (Testigo).

Tratamiento 2- Semilla tratada con temperaturas de 3 °C durante 25 horas y 35°C durante 24 horas.

Tratamiento 3- Semilla tratada con temperaturas de 5°C durante 7 días.

Tratamiento 4- Semilla con tratamiento del producto comercial (Biozyme pp), a 2.5 gr. /100 ml de agua.

Tratamiento 5- Semilla tratada con ácido giberelico (800 ppm).

Tratamiento 6- Semilla tratada con la combinación de temperaturas (T2) y aplicación de Biozyme pp (T4).

Tratamiento 7- Semilla tratada con la combinación de temperaturas (T2) y la aplicación de ácido giberelico (800 ppm) (T5).

Tratamiento 8- Semilla tratada con la combinación de temperatura de 5°C durante 7 días (T3) y aplicación de Biozyme pp (T4).

Tratamiento 9- Semilla tratada con la combinación de temperatura de 5°C durante 7 días (T3) y aplicación de ácido giberélico (800 ppm) (T5).

Hubo buenos resultados esperados en este trabajo los cuales se mostraron a lo largo de este, que pueden ser de gran importancia para personas o productores que se interesen en semilla de zacate de pasto Toledo (*Brachiaria brizantha* L.).

LITERATURA CITADA

- Andrews, T.S., C.E. Jones And R.D. Whayes. 1997. Factors Affecting The Germination Of Giant Parra~tta Grass. Australian J. Of Experimental Agriculture. 37:4,439-446. Australia.
- Association of Official Seed Analyst (AOSA). 1983. Seed Vigour Testing Contribution No. 32 to the Handbook on Seed Testing. USA. Pp. 20-24.
- Bidwel, R.G.S. 2002. Fisiología vegetal. Primera edición en español. Editor A.G.T. México. D.F. pp. 600- 6001, 6008- 6010, 612- 613.
- Bogdan, A. V. 1997. Tropical Pasture and Fodder Plants. Logman Group Limited. Tropical Agriculture Series. Great Britain. 475 p.
- Camacho M., F. 1994. Dormición de semillas, Causas y Tratamientos. Primera Edición. Editorial Trillas, S. A. de C. V. México, P.P. 125.
- Canudas, L.E.G. 2008. Forrajes Tropicales. En línea: <http://forrajestropicales203.blogspot.com/2008/04/fw-brachiaria-brizantha.html>
- Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). 1991. Elementos esenciales para el Éxito de un Programa de Semillas. Guía de Estudio para ser usada como complemento de la unidad Audiotutorial. Cal. Colombia. Pp. 7-9.
- Delouche, J. 1964. Latencia en semillas. Seed Technology Laboratory Mississippi. USA.
- Delouche, J.C. 1985. Physiological seed quality. In: Proceedings 1985 Short Course for Seedsmen. Seed Technology Laboratory. Mississippi State University. Mississippi. USA 27: 51-59.
- Hartman, H. T. y K. E. Dale. 1982. Propagación de Plantas, Principios y Practicas. México, D.F. Editorial Cecsa. P.P. 162.

- Hartmann H.T. y D.E. Kester. 1987. Propagación de plantas principios y prácticas. Ed. Continental. México D.F.
- Hartmann, H.T; D.E. Kester and F.T. Davies. 1990. Plant Propagation. Principles and practice. Fifth Ed. Prentice Hall N.U. U.S.A.
- Herrera C.F. 1995. Efecto de Diferentes Métodos para Romper Latencia de semillas en Cuatro Especies de Gramíneas Forrajeras. Tesis de Maestría en Tecnología de Semillas. UAAAN. Buenavista; Saltillo, Coahuila, México.
- Hopkinson, J.M. y B.H. English. 1982. Harvest efficiency in seed in crops of Gatton panic (*Panicum maximum*) Journal of Applied Seed Production. 3:24-27.
- Humphreys, L.R. 1980 a. A guide to Better Pastures for the Tropics And Subtropics. Wright Stephenson and Co. New South Wales, Australia. Pp.95.
- International Seed Testing Association (ISTA) 1985. International Rules For Seed Testing Seed Sci. And Tech. 4:1-177 Netherlands.
- International Seed Testing Association. 1996. International rules for seed testing. Seed science and technology supplement., zurich, Suiza v. 24, p. 335.
- Jimenez, M.A. 1984. Escarificación, inoculación y peletizado de semillas de gramíneas y leguminosas forrajeras tropicales. Departamento de Zootecnia, Universidad Autónoma Chapingo. México. 383 p.
- Lascano, C. 2002. Gramínea de crecimiento vigoroso para intensificar la ganadería colombiana. En línea: http://www.ciat.cgiar.org/forrajes/pdf/brachiaria_brizantha_cv_toledo.pdf
- 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.

- Maguire, J. D. 1962. Speed of germination-aid in selection and evaluation for seedling emergence vigor. *Crop Sci.* 2:176-178.
- Meyer, B. S., D.B. Anderson, y R. H. Bohning. 1972. Introducción a la Fisiología Vegetal. Universidad de Buenos Aires. Argentina p. 59-63.
- Perry, D. A. 1973. Seed Vigour and Establishment. *Hort. Abst.* Vol. 42: 334-342. Englad.
- Potts, H.E. 1977. Semillas, Desarrollo, Estructura y función. Curso sobre Producción de Semillas. Centro Internacional de Agricultura Tropical. Cali, Colombia.
- Riley, J. M. 1997. Gibberellic acid for fruit set and seed germination. *CRFG. Journal* 19: 10–12.
- Valdez O.A. 2002. Material impreso del curso de Postgrado en producción de semillas de especies forrajeras. Buenavista, Saltillo, Coahuila. 147 p.
- Vieira, D. H. 1998. Efecto de sustancias reguladoras de crecimiento sobre germinación de semilla de braquiaria cv marandu. *Revista brasileña de fisiología vegetal.* 10 (2):143-148.
- Villiers, T.A. 1975. Dormancy and the survival of plants. *The Institute of Biology.* Num 57. P 1-68. Printed in Great Britain by Butler and tamer Ltd, Rome and London. *The Institute of Biology.* Num 57. Pp 1.68.
- Weir T.E.; G.R. Stocking, and M.C. Barbour, 1983. *Botánica.* 5ª. Edición, Editorial Limusa. México, D.F. p. 325-330.