

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
“ANTONIO NARRO”**

**DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL
Departamento de Producción Animal**



Rompimiento de latencia utilizando biorreguladores, temperatura y almacenamiento en semilla de pasto Mulato (*Brachiaria híbrido* CIAT 36061) en condiciones de laboratorio e invernadero.

Por:

EDILBERTO ZÚÑIGA CÁRDENAS

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO ZOOTECNISTA

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. Junio de 2010.

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA

“ANTONIO NARRO”

DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL.

Rompimiento de latencia utilizando biorreguladores, temperatura y almacenamiento en semilla de pasto Mulato (Brachiaria híbrido CIAT 36061) bajo condiciones de laboratorio e invernadero

POR:

EDILBERTO ZÚÑIGA CÁRDENAS.

TESIS

Que somete a consideración del H. Jurado Examinador como Requisito

Parcial para obtener el Título de:

INGENIERO AGRÓNOMO EN ZOOTECNISTA.

APROBADA POR
Presidente del Jurado.
Dr. Ramón F. García Castillo

Sinodal
M.C. Antonio Valdés Oyervides

Sinodal
M.C. Federico Facio Parra.

Sinodal
ING. Francisco Avila Rebollar

El Coordinador de la división de ciencia animal.
ING. Rodolfo Peña Oranday

Universidad Autónoma Agraria
“ANTONIO NARRO”



COORDINACION DE
CIENCIA ANIMAL

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. Junio de 2010.

AGRADECIMIENTOS

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

Por abrirme sus puertas y darme la oportunidad terminar mi formación profesional. Gracias ALMA MATER

Al M.C. Antonio Valdez Oyervidez

Por haberme dado la oportunidad de realizar mi investigación de tesis y compartir nuevos conocimientos en mi formación profesional y personal gracias.

Al Ing. Francisco Ávila Rebollar

Por brindarme su valioso tiempo y conocimientos en la realización de este trabajo así como sus consejos que me ayudaron a enriquecer mi persona. Gracias.

Al DR. Ramón F. García Ramírez

Por su apoyo incondicional en la realización de este trabajo y por brindarme su valioso tiempo gracias.

Al M.C. Federico Facio Parra

Por su gran apoyo recibido para la realización de este trabajo de investigación. Gracias.

Al Ing. José Noé Martínez Ramírez por su valiosa aportación a este trabajo de investigación.

DEDICATORIAS

A Dios

Por la darme la oportunidad de estar vivo y lograr uno de los objetivos que me he propuesto en mi vida.

A mis padres

Vicenta Cárdenas Méndez y Amador Zúñiga Moreno, por todo el apoyo y cariño, que me brindaron para lograr unos de mis sueños, por sus consejos que me ayudaron, a ser de mi un hombre de bien y a levantarme en los momentos tan difíciles, por eso les digo que este logro es también de ustedes. Gracias papas.

A mis hermanos

Elvira, Martha, Francisco y Daniel, por todo su cariño y ser un motivo de mi superación como profesionista, los quiero muchos hermanos.

A mis tíos por su confianza y cariño, motivándome en todo momento para no dejar mis estudios.

A mis amigos Oliver, Nayeli y Erika por todos sus apoyos, consejos y motivaciones gracias.

A mis compañeros de generación

Celestino, Darwin, Carlos, Yorfe, Heriberto, Samuel, Pedro, Vladímir, Jacob, Vistrain, Exal, Justino, con los cuales conviví momentos inolvidables. Gracias.

INDICE DE CONTENIDO

	PAGINA
INDICE DE CUADROS	iii
ÍNDICE DE FIGURAS	iv
I. INTRODUCCION	1
Objetivo.....	3
Hipótesis.....	3
II. REVISIÓN DE LITERATURA	4
Concepto de Semilla.....	4
Calidad de las semillas.....	5
Calidad Genética.....	6
Calidad Física.....	6
Calidad Fisiológica.....	7
Calidad de semillas forrajeras	7
Latencia	8
Tipos de Latencia	9
Métodos Para Romper Latencia.....	13
III. MATERIALES Y METODOS.....	18
Ubicación del experimento	18
Material genético utilizado en el estudio	18
Brachiaria híbrido (CIAT36061)	18
Almacenamiento	19
Manejo de la Semilla.....	20
Productos Utilizados.....	21
Tratamientos en Estudio	22
Metodología.....	23
Variables evaluadas.....	24
Capacidad de germinación (CG%)	24
Índice de velocidad de germinación (IVG %)... ..	25
Longitud media de plúmula	25
Longitud media de radícula	25

Invernadero	26
Capacidad de Emergencia (CE %)	26
Índice de Velocidad de Emergencia (IVE)	26
Análisis estadístico.....	27
IV. RESULTADOS Y DISCUSION	28
Laboratorio	28
Invernadero	34
VII. CONCLUSIONES	40
RESUMEN	42
VIII. LITERATURA CITADA.....	44

INDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Por ciento de pureza de pasto mulato antes de su almacenamiento.....	20
Cuadro 2. Composición porcentual del producto comercial Biozyme PP	21
Cuadro 3. Composición química de Acido Giberelico	22
Cuadro 4. 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 Pasto Mulato (Brachiaria híbrido CIAT 36087) en laboratorio.....	28
Cuadro 5. Cuadrados medios y significancia para cada una de las variables en la calidad fisiológica y resultados de la comparación de medias (DMS) en semilla pasto Mulato (Brachiaria híbrido CIAT 36087) en invernadero.	34

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Comportamiento de 10 tratamientos en semilla de Pasto Mulato (Brachiaria híbrido CIAT 36087) en capacidad de germinación en laboratorio.	30
Figura 2. Comportamiento de 10 tratamientos en semilla de Pasto Mulato (Brachiaria híbrido CIAT 36087) en índice de velocidad de germinación en laboratorio.....	31
Figura 3. Comportamiento de 10 tratamientos en semilla de Pasto Mulato (Brachiaria híbrido CIAT 36087) en longitud media de plumula en laboratorio.....	32
Figura 4. Comportamiento de 10 tratamientos en semilla de Pasto Mulato (Brachiaria híbrido CIAT 36087) en longitud media de radícula en laboratorio.....	33
Figura 5. Comportamiento de 10 tratamientos en semilla de Pasto Mulato (Brachiaria híbrido CIAT 36087) de germinación en invernadero.....	36
Figura 6. Comportamiento de 10 tratamientos en semilla de Pasto Mulato (Brachiaria híbrido CIAT 36087) en índice de velocidad de germinación en invernadero.....	37
Figura 7. Comportamiento de 10 tratamientos en semilla de Pasto Mulato (Brachiaria híbrido CIAT 36087) en longitud media plumula en invernadero.	38
Figura 8. Comportamiento de 10 tratamientos en semilla de Pasto Mulato (Brachiaria híbrido CIAT 36087) en longitud media radícula en invernadero	39

I. INTRODUCCION

En todo cultivo es necesario tener en cuenta la calidad de la semilla para el éxito del mismo. Esta representa el material de partida para la producción, indispensable que tenga una buena respuesta bajo las condiciones de siembra y que produzca una plántula vigorosa con el fin de alcanzar el máximo rendimiento.

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. Por lo anterior es necesario mantener la calidad de la semilla desde la elección de la semilla madre y luego a través de todo el proceso productivo en el campo.

Actualmente la producción de semillas de especies forrajeras se realiza en praderas que han sido pastoreadas por el ganado, o tratando de producirla en zonas no utilizadas por el ganado, como bordes de carreteras o canales, lo cual trae como consecuencia producciones muy bajas y una deficiente calidad fisiológica, manifestándose esta en una baja germinación, y vigor además de una pureza física muy pobre, y un porcentaje muy alto de la latencia.

Referente a las gramíneas forrajeras la calidad es más variable que las de las leguminosas; esto frecuentemente se asocia con la inmadurez, latencia y deterioro de las semillas en condiciones de almacenamiento.

Por lo tanto las semillas poseen un mecanismo de protección complejo y efectivo que les ayuda a asegurar su sobrevivencia. Tienen un mecanismo de acción retardada el cual asegura que permanezcan inactivas o dormantes en tiempos malos, hasta que se presente otra estación lo suficientemente larga y adecuada que asegure el establecimiento de las plantas.

La latencia es característica en semillas del género *Brachiaria*, una alternativa para eliminar este fenómeno es sometiéndolas a períodos de almacenamiento variables. Sin embargo, este sistema no ha resultado ser muy eficiente, debido a que cada una de estas especies necesita diferente tiempo de almacenamiento.

Existen diferentes métodos para el rompimiento de latencia, como los promotores de germinación (el nitrato de potasio, etileno, ácido gibérelico (GA_3), citoquininas), estas sustancias se emplean en diferentes concentraciones y tiempos de remojo, dependiendo de la especie de que se trate. De los métodos que han mostrado mayor eficiencia en el rompimiento de este fenómeno, están las temperaturas alternas (altas y bajas), y la aplicación de productos químicos.

Debido al fenómeno de latencia en las semillas forrajeras es que se planteo la siguiente investigación y así determinar que métodos es el más óptimo para inhibir la latencia en esta especie.

PALABRAS CLAVES: BIORREGULADORES, LATENCIA, TEMPERATURA.

OBJETIVO

- Determinar el efecto de la combinación de almacenamiento, temperaturas y biorreguladores en la estimulación para romper latencia.

HIPÓTESIS

- El almacenamiento, los biorreguladores y las temperaturas alternas aplicadas a la semilla de pasto mulato (*Brachiaria* híbrido CIAT 36061), estimularan la germinación y eliminaran la latencia.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

Concepto de Semilla

La semilla es la unidad de propagación de muchas especies vegetales, esta es un ovulo que se encuentra maduro y fecundado conteniendo un embrión, con reservas alimenticias para originar una nueva planta.

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

Por su parte Garay (1989) menciona que la semilla es esencial e imprescindible en la producción de alimentos, constituyente de la tecnología, con un valor estratégico porque permite obtener una mayor eficiencia productiva.

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

La Fundación para el Desarrollo del Agro (Fundeagro, 1999) menciona que la formación de la semilla, inicia con la fecundación del ovulo y que a partir de ese momento, acumulan diversos factores que determinan su calidad cuando esta llegue a 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.

Calidad de las semillas

La madurez fisiológica es el estado el momento de desarrollo de la semilla cuando alcanza su máximo peso seco, lo cual se alcanza al finalizar el tiempo de llenado, durante este periodo la semilla obtiene su máxima germinación y vigor. A lo cual se le denomina máxima calidad.

Hampton (2001) menciona que la calidad de las semillas puede ser vista como un padrón de excelencia que van a determinar el desempeño en la siembra.

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

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.

Las calidades genéticas representan el primer componente de calidad de la semilla; determinan en gran medida su capacidad para producir plantas con las mismas bondades genéticas a través del tiempo.

Calidad Física.

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 la condición fisiológica.

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

Según Humphreys (1980) la calidad de las semillas en una muestra se define por las de germinar y 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.

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

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.

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

Calidad Fisiológica.

El resultado tangible de la calidad fisiológica esta en la capacidad de la semilla para germinar, emerger y dar origen a plantas uniformes y vigorosas.

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.

Calidad de semillas forrajeras

En lo que corresponde a las semillas forrajeras estas poseen características físicas y fisiológicas que hacen difícil evaluar su calidad, entre las que se encuentran la presencia de estructuras que rodean a la cariósido como la gluma lema palea y arista

Por su parte Maldonado 2005 menciona que la calidad de las semillas forrajeras están inhibidas por características físicas y fisiológicas que impiden la germinación y que las estructuras que rodean a las semillas funcionan como aislantes que impiden el contacto de la cariósida con el agua limitando la germinación

Las semillas de especies forrajeras, aunque cumplan con los criterios de calidad, tales como: calidad física, fisiológica, genética y sanitaria, no germinan fácilmente pues presentan un mecanismo que les impide hacerlo. Este fenómeno se conoce como latencia.

Latencia

La latencia es el estado de reposo o letargo en que se encuentra una semilla viable, sin que esta pueda germinar, aunque tenga las condiciones adecuadas de temperatura, agua, luz y aeración.

Referente a este tema Ferguson y Sánchez (1986), indican que la latencia es una condición interna de una semilla viable, o de su etapa de desarrollo que impide su germinación aunque se le proporcione humedad y temperatura adecuada.

Low (1985) define el concepto de latencia como mecanismo natural que las plantas utilizan para diseminarse en el tiempo y espacio. Este mecanismo contribuye a la sobrevivencia natural de las especies, sin embargo, en la agricultura moderna representa un problema.

Por su parte Salisbury (1992) define la latencia como la condición de una semilla que disminuye su germinación aun cuando disponga de las condiciones necesarias, humedad externas, suelos bien aireados y que la temperatura este dentro del rango comúnmente asociado con la actividad fisiológica.

Mientras tanto Camacho (1994) define latencia como el estado en que se encuentra una semilla viable sin que germine, aunque disponga de suficiente humedad, temperatura y oxígeno.

Tipos de Latencia

De acuerdo a Nikoalaeva citado por Baskin y Baskin (1998) menciona, en la semilla existen dos tipos de latencia orgánica: endógena y exógena. En la latencia endógena, el embrión previene la germinación, mientras que en la latencia exógena algunas características de estructura como: cubierta de la semilla, paredes de fruto, cubiertas del embrión, incluyendo endospermo, inhiben la germinación.

Hartmann y Kester (1999) presentan la clasificación propuesta por Nikolaeva basada principalmente en causas fisiológicas:

Latencia Física

Características en semillas de un gran número de especies, presentando una testa endurecida, lo cual la adquieren al final de la maduración, durante la desecación, cuando se cosecha antes de haber alcanzado su madurez y se siembra en seguida o se almacena en un ambiente húmedo. el embrión se

encuentra quiescente, pero se encuentra encerrado dentro de una cubierta impermeable.

Raleigh citado por Rolston (1978) menciona que la testa sufre un encogimiento que compacta las células del macroesclerenquima, presionándolas fuertemente unas contra otras

McDunough (1977), Rolston (1978), Taylorson (1979) mencionan en este periodo, la dormición física es resultado de la oxidación de fenoles en presencia de quinona, lo que da origen a un pigmento. En algunas especies hay una relación directa con la coloración de la testa: entre más oscura más impermeable.

Latencia Química

La germinación es bloqueada por sustancias químicas, que se encuentran en la cubierta, y que puede ser el pericarpio, la testa o las partes florales adheridas a la semilla.

Latencia Mecánica

Se presenta en semillas con testa o endospermos duros, lo cual retarda la germinación, debido a que estos tejidos impiden el crecimiento del embrión. Es posible que también se presenten otros factores que puedan producir latencia no únicamente la cubierta dura.

Embriones Rudimentarios

Las semillas cuyo embrión es apenas un proembrion embebido en un endospermo, en el periodo de maduración del fruto. En el endospermo existen también inhibidores químicos de la germinación que se acumulan activos con las altas temperaturas.

Embriones No Desarrollados

En el momento de la madurez del fruto, algunas semillas, 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 Morfológica

En este tipo de latencia el embrión es rudimentario o en maduro. En el primer caso, apenas es un preembrion, muy pequeño y no estructura bien definidas. puede ser ocasionada por inhibidoras en el endospermo, como consiguiente, no hay diferentes y desarrollo suficiente. En el segundo caso, el embrión es mas grande que el anterior, pero no ha madurado lo suficiente, de tal forma que llena completamente la cavidad de la semilla.

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.

Latencia Fisiológica

Es el resultado de bloqueos metabólicos en el embrión. Las semillas con latencia fisiológica la actividad enzimática es baja, lo mismo que la producción de enzimas, coenzimas y ácidos nucleícos.

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 inhibidores fuertes.

Latencia Combinada Exógena – Endógena

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

Métodos Para Romper Latencia

Valdés (1998) menciona hay especies donde se ha podido lograr germinar sus semillas latentes, pero existen otras en las que se desconoce la manera de lograrlo, por otra parte se ignoran los mecanismos que convierten a las semillas en latentes.

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

Los tratamientos para el rompimiento de la latencia mas comúnmente utilizados en semillas son:

Escarificación mecánica.

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

La 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.

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

Escarificación Química

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

En este caso la semilla se remoja en una solución concentrada de ácido sulfúrico por periodos de tiempo que varía para cada especie; en gramíneas forrajeras el ácido disuelve la lemma y la palea del cariósido y agrieta, debilita y adelgaza los tegumentos aumentando la permeabilidad.

Es importante conocer el tiempo óptimo de escarificación para cada especie, para evitar provocar daños al embrión. Actualmente, además del ácido se han usado enzimas como celulasa y pectinasa, las cuales alterna la cubierta y permeabilizan la semilla. El alcohol y la acetona se han utilizado para disolver componentes insolubles en agua.

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

Tratamiento con Promotores de Germinación.

Los promotores de germinación más comúnmente usados son compuestos como: el ácido giberelico, ácido absicico, citocininas, etileno, hipoclorito de sodio, nitrato de potasio y cloroformo.

El ácido giberelico es una hormona vegetal recomendada por la ISTA (1985) para romper latencia fisiológica ocasionada por requerimientos de luz y temperatura. Este actúa en la inducción de enzimas de los cromosomas y activa enzimas que actúan en la movilización de las reservas.

El ácido absicico contrarresta el efecto de las giberelinas; se considera como uno de los principales inhibidores endógenos siendo el responsable de la presencia de latencia en algunas semillas como *Onopodium nervosum* (Pérez-García y Durán, 1990).

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

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

Tratamiento con Temperaturas

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

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

Altas temperaturas de almacenamiento o secamiento (40 – 50 °C) durante varios días o semanas rompe la latencia de las semillas. No se sabe aun si la respuesta de la semilla se debe a la pérdida de humedad o a la exposición a la alta temperatura.

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

Johnston y Harty (1981) demostró que la semilla *Panicum máximum* tuvo mejor germinación con temperaturas alternas de 15/35 °C.

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

III. MATERIALES Y METODOS

Ubicación del experimento

La presente investigación se realizó en el laboratorio de Control de Calidad de Semillas del Centro de Capacitación y Desarrollo de Tecnología de semillas y bajo condición de invernadero, dentro de las instalaciones de la Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro”, en Buenavista, Saltillo. Coahuila, México durante el periodo de septiembre a diciembre de 2009.

La cual se localizan entre las coordenadas geográficas 25° 22' de latitud norte y 101°01'48 de longitud Oeste a una altitud de 1,743 msnm; presenta una temperatura media anual es de 19.8° C y una precipitación media anual promedio de 298.5 mm.

Material genético utilizado en el estudio

En el presente trabajo se utilizó semilla una especie de gramínea forrajeras ampliamente difundidas y explotadas en diferentes zonas tropicales del país, la cual se mencionan a continuación: Pasto Mulato (Brachiaria CIAT 36061)

Brachiaria híbrido (CIAT36061)

El Mulato es una gramínea perenne, de crecimiento semierecto que puede alcanzar hasta 1 m de altura. Los tallos son cilíndricos, pubescentes y vigorosos, algunos con hábito semidecumbente capaces de enraizar cuando entran en estrecho contacto con el suelo; las hojas son lineal-trianguulares (lanceoladas) de unos 3.8 cm de ancho y de color verde intenso, presentando abundante pubescencia en ambos lados de la lámina, la lígula es corta y membranosa.

La inflorescencia es una panícula con 4 - 6 racimos con hilera doble de espiguillas, que tienen aproximadamente 5 mm de largo y 2 mm de ancho.

Se adapta a condiciones del trópico húmedo y trópico sub-húmedo, con alturas 0 hasta 1800 m.s.n.m. En suelos ácidos (pH 4.2) y también en alcalinos (pH 8.0), siempre y cuando sean de mediana a buena fertilidad y bien drenados. La producción de forraje varía con las características del sitio, pero puede oscilar entre 10 y 27 t de MS/ha/año. Guiot (2005a) reporta valores de proteína cruda de entre 12% y 16 % y una digestibilidad de entre 55% y 62% en condiciones de pastoreo. La gramínea tiene resistencia antibiótica las especies de salivazo *Aeneolamia reducta*, *A. varia*, *Zulia carbonaria*, *Z.* por mencionar algunas. (CIAT, 2005).

La semilla que utilizó en la presente investigación se obtuvo de una sola cosecha, la cual paso por el proceso de pre-limpieza. para posterior mente ser almacenada a 10°C, con una humedad relativa de 50 por ciento.

Almacenamiento

Una vez obtenido el material vegetativo se procedió a su almacenamiento, el área de almacenamiento contaba con las siguientes especificaciones:

- Temperatura 12°C
- Humedad relativa 60 por ciento.

El tiempo de almacenamiento por parte de la semilla fue 120 días.

Manejo de la Semilla

Antes de iniciar los tratamientos a los que se sometía la semilla, se procedió a eliminar 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 dos 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.

Para este tipo de limpieza se tomo una muestra de 80 y 100 gramos de semilla se le abrió un diámetro de 1.0 a 3.5 cm para el soplado del aire reportando los porcentajes de pureza, obteniéndose los valores que se observan en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Porcentaje de pureza de pasto mulato antes de su almacenamiento.

Especie	Pureza (%)
Brachiaria híbrido (CIAT36061)	93.5

Productos Utilizados.

Biozyme pp.

Es un estimulante hormonal de origen natural para tratamiento de semillas. La acción principal es el de acelerar los procesos metabólicos de transformación de los materiales energéticos de reserva. Este producto promueve una rápida y uniforme germinación de las semillas, un mejor desarrollo del sistema radicular y de la protección de algunas condiciones adversas en las primeras fases de desarrollo de plántulas.

Cuadro 2. Composición porcentual del producto comercial Biozyme PP

Ingredientes activos	
Extractos de origen vegetal y fitohormonas biológicamente activas	27.50%
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	72.50%
Total	100%

Acido Giberelico (A.G.3)

Es un fitorregulador de crecimiento de acción hormonal que estimula y regula el desarrollo de las plantas.

Cuadro 3. Composición química de Acido Giberelico

Ingrediente Activo:	
Acido Giberélico	4 % p/v (40 g/L)
Ingredientes inertes c.s.p completa	1 L
Acido (3S, 3aS, 4S, 4aS, 7S, 9aR, 9bR, 12S)-7,12 dihidroxi-3-metil-6-metilene-2-oxoperhidro- 4a,7-metano-9b,3 propeno [1,2-b] furan-4- ácido carboxílico.	

Tratamientos en Estudio

Los tratamientos consistieron en la aplicación de productos estimulantes de la germinación y temperaturas alternas tal como se describen a continuación.

Tratamiento 1	Semilla sin tratar (testigo)
Tratamiento 2	Semilla tratada, únicamente con el efecto de almacenamiento (120 días)
Tratamiento 3	Semilla tratada con temperaturas alternas, 3 °C durante 25 horas y 35°C durante 24 horas.
Tratamiento 4	Semilla tratada con temperaturas de 5°C durante 7 días.
Tratamiento 5	Semilla con tratamiento del producto comercial. Biozyme – PP., 2.5 gramos por cada 100ml. H ₂ O. 4 ml/ caja petri
Tratamiento 6	Semilla tratada con ácido giberélico (800 ppm) 4 ml/ caja petri
Tratamiento 7	Semilla tratada con la combinación de temperaturas alternas (T3) y aplicación de Biozyme – PP. (T5).
Tratamiento 8	Semilla tratada con la combinación de temperaturas alternas (T3) y la aplicación de ácido giberélico (800 ppm) (T6).
Tratamiento 9	Semilla tratada con la combinación de temperatura de 5°C durante 7 días (T4) y aplicación de Biozyme P.P. (T5).

Tratamiento 10	Semilla tratada con la combinación de temperatura de 5°C durante 7 días (T4) y aplicación de ácido giberélico (800 ppm) (T6).
-----------------------	---

Metodología

Laboratorio

La semilla de la especie investigada se colocó en cajas petri estándar de polietileno de 150 x 15 mm, provista de papel filtro previamente humedecidas, para lo cual se utilizaron doscientas semillas por tratamientos, divididos en cuatro repeticiones de cincuenta semillas cada una.

Los tratamientos fueron aplicados de la siguiente manera: a las semillas del tratamiento dos se le adicionó agua, al tercero y cuarto se le aplicó temperaturas alternas y bajas antes de la siembra, el tratamiento cinco al momento de la siembra aplicó el producto Biozyme P.P. El Ácido Giberélico se le aplicó al tratamiento seis al momento de la siembra, los tratamientos siete y ocho fueron tratadas con temperaturas alternas y posteriormente al momento de sembrarlas se les aplicó Biozyme P.P. al siete y Ácido giberélico al ocho, los tratamientos nueve y diez antes de la siembra las semillas fueron tratadas con temperaturas bajas y al momento de la siembra se les aplicó Biozyme P.P. al nueve y Ácido Giberélico al diez.

Invernadero

Las semillas fueron sembradas en charolas de polietileno negro de doscientas cavidades, con sustrato peat mosh utilizando cincuenta semillas por repetición, la aplicación de los tratamientos se realizo de la siguiente manera.

A las semillas del tratamiento dos se le adiciono agua, al tres fue tratada con temperaturas alternas y el tratamiento cuatro se le aplico temperaturas bajas antes de la siembra, al cinco se le aplico Biozyme PP al momento de sembrar las semillas, al seis se les aplico Acido Giberelico, los tratamientos siete y ocho antes de la siembra fueron tratadas con temperaturas alternas y al momento de la siembra se le aplico Biozyme PP al siete y Acido Giberelico al ocho. Los tratamientos nueve y diez antes de la siembra las semillas fueron tratadas con temperaturas bajas y posteriormente al momento de sembrarlas se les aplico Biozyme PP al nueve y Acido Giberelico al diez.

Variables evaluadas

Laboratorio

Capacidad de germinación (CG%)

Esta variable se obtuvo al contar al decimocuarto día, plantas normales, anormales y semillas sin germinar (ISTA 1996).

Variables de Vigor

Índice de velocidad de germinación (IVG %)

Esta variable se obtuvo con los conteos hechos al cuarto, séptimo, décimo y decimocuarto día.

Se considero como una semilla germinada cuando la plúmula presento una longitud de cuatro a cinco mm. Para ello se utilizo 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 = numero de semilla germinada en el día i

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

i = numero de días al momento del conteo desde la siembra

Longitud media de plúmula

Se midió veinte plantas al azar por tratamiento a los siete y catorce días respectivamente.

Longitud media de radícula

Para obtener esta variable se midieron veinte plantas por tratamientos evaluadas a los siete y catorce días después de 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 media de Plúmula (LMP)

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

Longitud media de la radícula (LMR)

Para obtener esta variable se midieron veinte plantas por tratamientos evaluadas a los siete y catorce días después de la siembra.

Análisis estadístico

Para analizar los resultados obtenidos en este trabajo se utilizó un diseño experimental completamente al azar, cuyo modelo matemático se presenta a continuación:

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

Donde

Y_{ij} = Valor observado

μ = Efecto de la media general

T_i = Efecto del tratamiento

ϵ_{ij} = Error experimental

$i = 1, 2, \dots, n$ tratamientos

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

IV. RESULTADOS Y DISCUSION

De acuerdo a los análisis realizados y a su respectiva interpretación, se presentan los siguientes resultados.

Laboratorio

Cuadro 4. 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 Pasto Mulato (*Brachiaria* híbrido CIAT 36087) en laboratorio.

GL		CAPACIDAD DE GERMINACION								VIGOR									
		PN		PA		SSG		GER		IVG (PTAS/DIA)		LMP cm		LMR cm					
		7 DIAS	14 DIAS	7 DIAS	14 DIAS	7 DIAS	14 DIAS	7 DIAS	14 DIAS	7 DIAS	14 DIAS	7 DIAS	14 DIAS	7 DIAS	14 DIAS				
Tratamientos	9	418.49**	138.23**	923.91**	923.91**					0.29**	10.14**	5.16**	3.71**	1.49**					
Error	30	46.33	10.23	78.63	78.63					0.72	0.8	0.86	0.16	0.26					
CV		23.31	35.24	14.37	23.17					48.24	25.3	20.9	16.38	22.5					
Comparación de medias	T1	26.00	bcd	3.75	c	70.25	abc	29.75	cde	0.22	c	0.85	c	2.41	b	0.71	c	1.30	c
	T2	39.50	ab	16.00	ab	44.50	de	55.50	ab	0.30	bc	5.16	a	5.17	a	2.96	ab	2.65	ab
	T3	40.00	ab	8.50	bc	51.50	cde	48.50	abc	0.56	abc	4.22	ab	4.29	ab	2.28	b	1.88	bc
	T4	34.50	ab	7.50	c	58.00	cd	42.00	bc	1.04	a	2.65	bc	5.00	a	2.89	ab	2.64	ab
	T5	26.00	bcd	5.00	c	69.00	abc	31.00	cde	0.94	ab	3.73	ab	4.39	ab	3.68	a	3.31	a
	T6	43.00	a	21.50	a	35.50	e	64.50	a	0.49	abc	5.31	a	5.09	a	3.10	ab	2.45	abc
	T7	16.50	cd	4.00	c	79.50	ab	20.50	de	0.30	bc	3.71	ab	3.98	ab	2.76	ab	2.30	abc
	T8	30.00	abc	10.50	bc	59.50	bcd	40.50	bcd	0.61	abc	4.95	a	5.28	a	2.66	b	1.88	bc
	T9	12.00	d	3.50	c	84.50	a	15.50	e	0.55	abc	0.99	c	2.76	b	0.78	c	1.59	bc
	T10	24.50	bcd	10.50	bc	65.00	abcd	35.00	bcde	0.55	abc	3.79	ab	6.01	a	2.40	b	2.78	ab
DMS		16.42		7.96		21.39		21.39		0.65		2.16		2.24		0.96		1.23	

** =Nivel de significancia (0.01 %), * =Nivel de significancia (0.05 %), NS =No significativo. PN=plantas normales, PA=plantas anormales, SSG=semilla sin germinar, GER (PN+PA)=germinación, 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%)

Plántulas Normales (PN)

De acuerdo al cuadro de análisis de varianza se puede observar que en Plántulas Normales se presentó diferencia altamente significativa entre los tratamientos, de tal manera que esto se puede ver en el cuadro 4 de cuadrados medios, en donde el Tratamiento 6 (Semilla tratada con ácido giberélico a 800 ppm), es el más sobresaliente al obtener una media de 43.00 (%); los tratamientos 2, 3, 4 y 8 son estadísticamente iguales, siendo el tratamiento 3 numéricamente mejor con una media 40.00 (%). Los Tratamientos 1, 5, 7, y 10 se comportaron de manera similar, se observa que el tratamiento 9 con una media de 12.00 (%) tiene resultado más bajo.

Plántulas Anormales (PA)

Para la variable plántulas anormales se presenta diferencia altamente significativa, se observa que el tratamiento 6 presentó el un resultado más alto con una media de 21.50. Seguidos del grupo de tratamientos 2, 3, 8, y 10 que se comportaron estadísticamente iguales. Los tratamientos 1, 4, 5, 7 se comportaron de manera similar. Por lo cual el tratamiento 9 con una media de 3.50 presenta el resultado mas bajo, es decir fue el mejor, como se muestra en el cuadro 4.

Semillas sin Germinar (SSG)

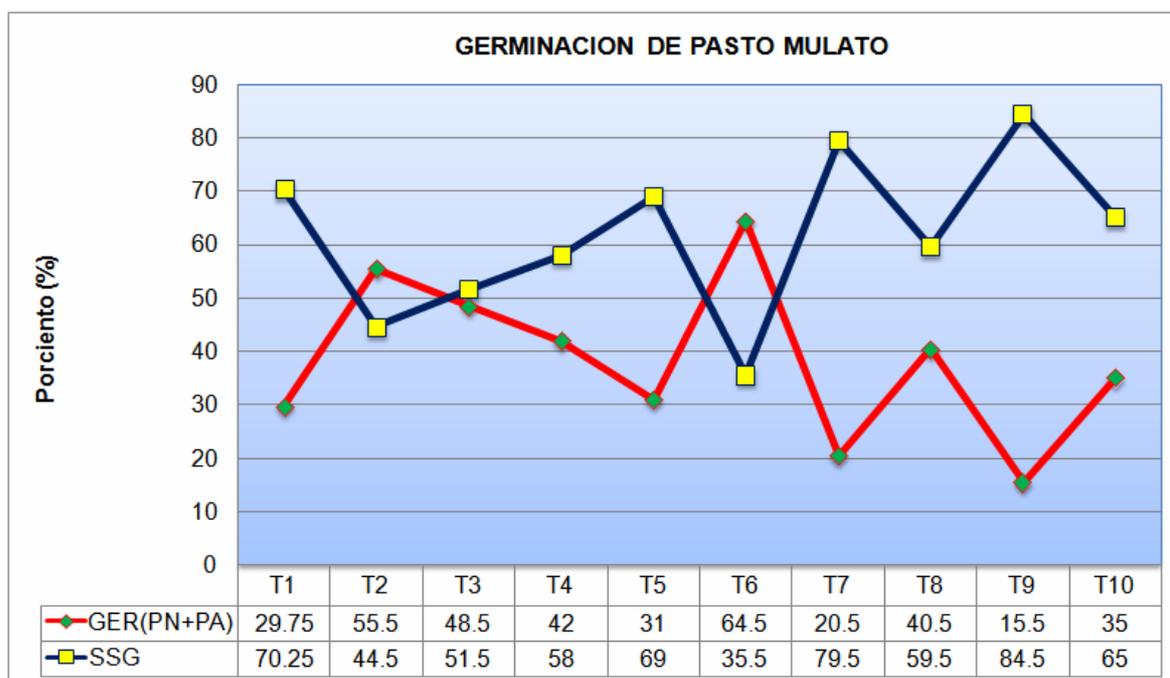
En lo que corresponde a esta variable, se presenta diferencia altamente significativa, por lo tanto en la comparación de medias, el tratamiento 9 obtuvo el valor mas alto con una media de 84.50, seguido de los tratamientos 1, 5, 7 y 10 que estadísticamente son iguales, se observa que los tratamientos 2, 3, 4 y 8 se comportaron estadísticamente iguales, pero numéricamente el tratamiento 8 obtuvo un valor más alto con una media de 59.50.

Mientras que el tratamiento 6 (Semilla tratada con ácido giberélico (800 ppm) 4 ml/ caja petri), obtuvo el resultado mas bajo con una media de 35.50 respectivamente.

Germinación Estándar (PN + PA)

De acuerdo a el análisis de varianza se puede observar que el tratamiento 6 es el mas sobresaliente con una media 64.50 porciento, seguido por los tratamientos 2 y 3 con una media 55.50 y 48.50 porciento. Los tratamientos 1, 4, 5, 7, 8 y 10 son estadísticamente iguales. Por lo que el tratamiento 9 tiene el resultado mas bajo con una media 15.50 porciento.

Figura 1. Comportamiento de 10 tratamientos en semilla de Pasto Mulato (*Brachiaria híbrido* CIAT 36087) en capacidad de germinación en laboratorio.

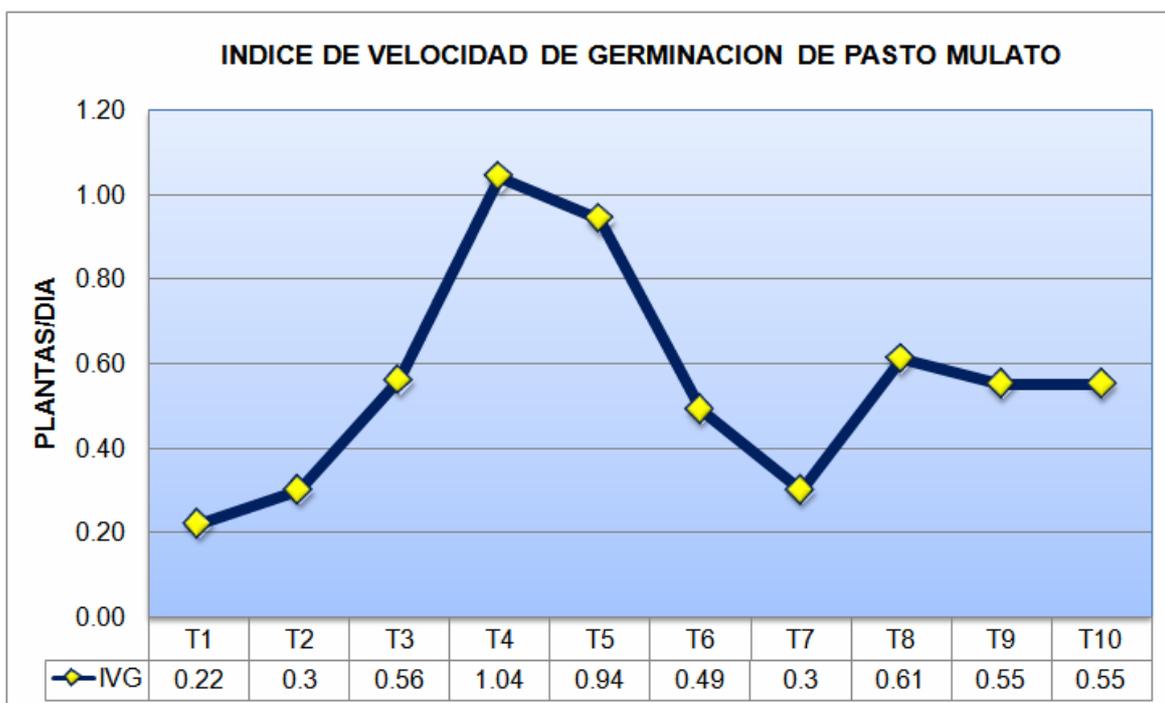


VARIABLES DE VIGOR

Índice de velocidad de germinación (IVG)

Con respecto a esta variable, se encontró diferencia altamente significativa, por lo que el tratamiento 4 fue el que obtuvo mejor resultado con una media de 1.04; con respecto a los tratamientos 3, 5, 6, 8, 9 y 10 se comportaron de manera similar. Los tratamientos 1, 2 y 7 son estadísticamente iguales. Asimismo, el tratamiento 1 obtuvo el resultado más bajo con una media de 0.22.

Figura 2. Comportamiento de 10 tratamientos en semilla de Pasto Mulato (*Brachiaria híbrido* CIAT 36087) en índice de velocidad de germinación en laboratorio.



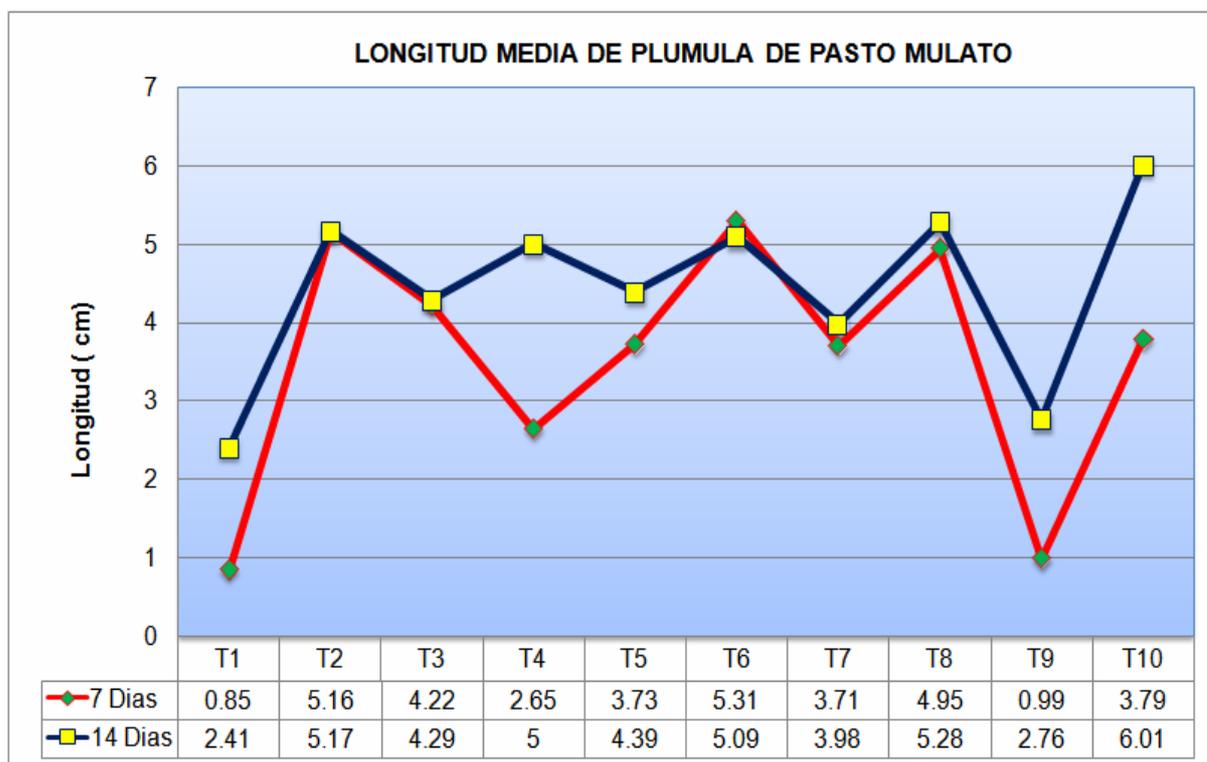
Longitud media de plúmula (LMP)

Para la variable longitud de plúmula se presenta diferencia altamente significativa para las dos fechas de evaluación. Con respecto al primer conteo a los 7 días podemos identificar que los tratamientos 2, 6 y 8 se comportaron estadísticamente iguales, pero numéricamente el tratamiento 5 fue el que obtuvo

el mejor resultado con una media de 5.31, seguido los tratamientos 3, 5, 7 y 10 que estadísticamente fueron iguales. Mientras que los tratamientos 1, 4 y 9 fueron los que presentaron menor longitud de plúmula.

En lo que corresponde a la segunda evaluación a los 14 días, los tratamiento 2, 4, 6, 8 y 10 se comportaron estadísticamente iguales, pero numéricamente el tratamiento 10 resulto el mejor con una media de 6.01. Seguido de los tratamientos 2, 5, y 7, que se comportaron iguales estadísticamente. Mientras que los tratamiento 1 y 9 fueron los que menor resultados obtuvieron una media de 2.76 cm y 2.41cm respectivamente.

Figura 3. Comportamiento de 10 tratamientos en semilla de Pasto Mulato (*Brachiaria híbrido* CIAT 36087) en longitud media de plumula en laboratorio.



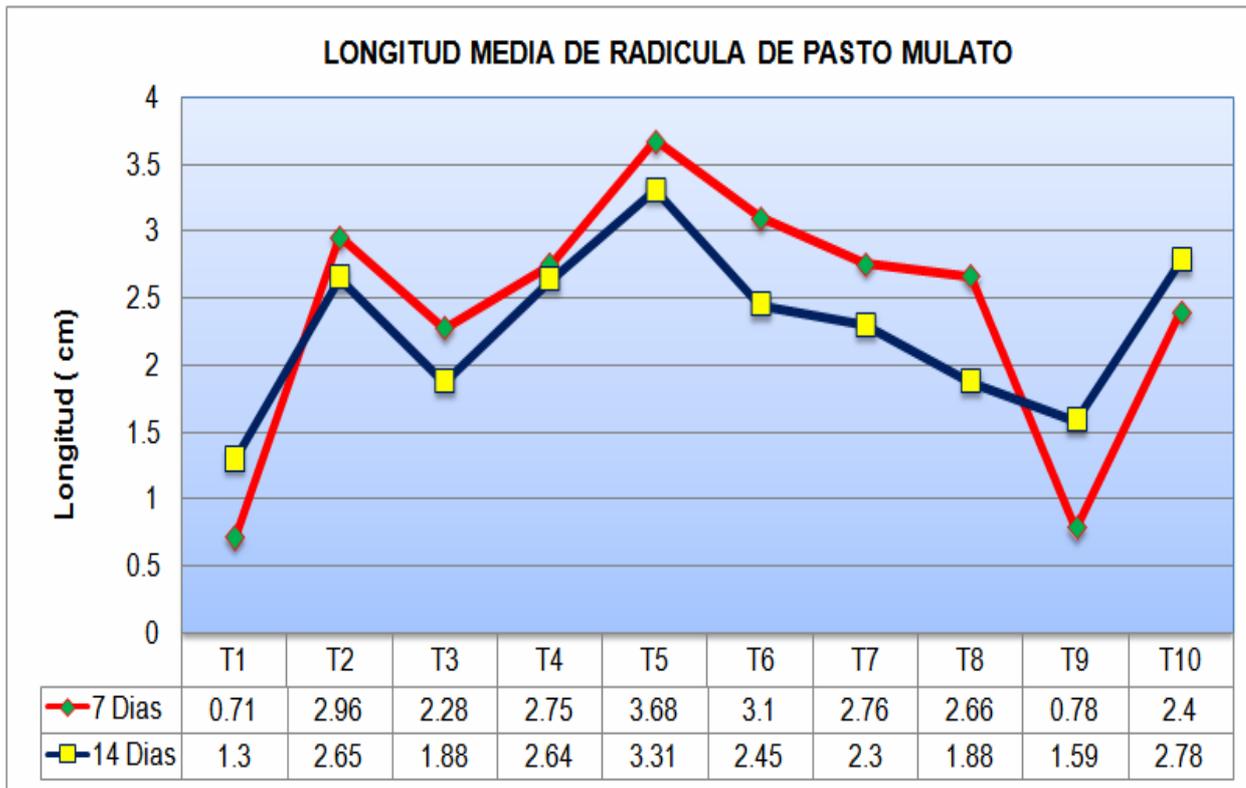
Longitud media de radícula (LMR)

Para el parámetro longitud media de radícula, se presento diferencia altamente significativa, para ambas fechas de evaluación.

Con respecto a la evaluación a los 7 días, se puede observar que el tratamiento 5, es el mas sobresaliente con una media de 3.68 cm. Seguidos del grupo de tratamientos 2, 4, 6, y 7 que se comportaron estadísticamente iguales, sin embargo numéricamente el tratamiento 6 obtuvo un mayor resultado. Seguido de los tratamientos 3, 8, y 10 que se comportaron estadísticamente iguales. Los tratamientos 1 y 9 son los que obtuvieron los resultados más bajos con una media de 0.85 cm y 0.99 cm.

Asimismo en la evaluación a los 14 días, el tratamiento 5 que obtuvo el mejor resultado con una media de 3.31cm. Seguido de los tratamientos 2, 4, 6, 7 y 10 que tienen un comportamiento estadísticamente igual, sin embargo numéricamente el tratamiento 10 obtiene el mayor resultado con una media de 2.78cm. Los tratamientos 3, 8, y 9 son estadísticamente iguales. Por lo que el tratamiento 1 obtuvo el resultado mas bajo con una media de 1.30 cm.

Figura 4. Comportamiento de 10 tratamientos en semilla de Pasto Mulato (*Brachiaria híbrido* CIAT 36087) en longitud media de radícula en laboratorio.



Invernadero

A continuación se presentan los resultados obtenidos para la semilla de Pasto Mulato (*Brachiaria híbrido* CIAT 36087) en invernadero.

Cuadro 5. Cuadrados medios y significancia para cada una de las variables en la calidad fisiológica y resultados de la comparación de medias (DMS) en semilla pasto Mulato (*Brachiaria híbrido* CIAT 36087) en invernadero.

GL		CAPACIDAD DE GERMINACION				VIGOR					
		PN	PA	SSG	GER	IVG (PTAS/DIA)	LMP cm		LMR cm		
							7 DIAS	14 DIAS	7 DIAS	14 DIAS	
Tratamientos	9	175.96**	3.88 ^{NS}	182.99**	182.99**	232.29**	3.68**	8.00**	5.58**	11.77**	
Error	30	40.73	4.7	35.97	35.97	25.88	0.17	0.95	0.6	0.5	
CV		16.49	62.84	10.44	14.09	18.35	16.34	19.74	18	15.81	
Comparación de medias	T1	26.00 c	2.50 a	71.50 a	28.50 c	16.01 d	1.09 d	1.91 c	2.15 c	4.15 cd	
	T2	48.00 a	2.50 a	49.50 c	50.50 a	35.38 a	3.21 a	5.91 a	5.01 a	4.82 b	
	T3	39.00 abc	3.00 a	58.00 abc	42.00 abc	28.36 abc	2.86 abc	5.23 a	4.46 a	5.59 abc	
	T4	36.50 abc	5.00 a	58.50 abc	41.50 abc	23.55 abcd	1.91 cd	5.00 ab	4.15 ab	2.64 de	
	T5	41.50 ab	4.00 a	54.50 bc	45.50 ab	34.33 ab	3.30 a	5.39 a	5.18 a	5.38 bc	
	T6	41.00 abc	2.50 a	56.50 bc	43.50 ab	33.61 ab	3.53 a	5.80 a	4.82 a	4.82 bc	
	T7	43.50 ab	4.50 a	52.00 c	48.00 a	35.21 a	3.07 ab	5.62 a	5.62 a	7.11 a	
	T8	42.50 ab	4.50 a	53.00 bc	47.00 ab	32.02 ab	3.35 a	5.66 a	5.31 a	6.08 ab	
	T9	30.00 bc	3.50 a	66.50 ab	33.50 bc	16.42 cd	0.94 d	2.76 bc	2.42 bc	1.59 e	
	T10	43.00 ab	2.50 a	54.50 bc	45.50 ab	22.40 bcd	2.12 bc	6.01 a	4.10 ab	2.78 de	
DMS		15.40	5.23	14.47	14.47	12.27	1.00	2.35	1.88	1.71	

** =Nivel de significancia (0.01 %), * =Nivel de significancia (0.05 %), NS =No significativo.

PN=plantas normales, PA=plantas anormales, SSG=semilla sin germinar, GER (PN+PA)=germinación, 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%)

Plántulas normales (PN)

De acuerdo al cuadro de análisis de varianza se puede observar que en Plántulas Normales, se presenta de manera altamente significativa.

Por lo tanto en la comparación de medias, el mejor resultado lo obtuvo el tratamiento 2 con una media de 48.00 por ciento , seguido por los tratamiento 3, 4, 5, 6, 7, 8 y 10 que son estadísticamente iguales, numéricamente el tratamiento 7 con una media de 43.50 por ciento es el mas sobresaliente dentro de este grupo de tratamientos. Mientras los tratamiento 1 y 9 obtuvieron los resultados más bajos con una media de 26.00 y 30.00 por ciento.

Plántulas anormales (PA)

De acuerdo al cuadro de análisis de varianza no hay significancia entre los tratamientos, por lo que todos los tratamientos son estadísticamente iguales. Numéricamente el tratamiento 4 fue el que obtuvo el valor más alto con una media de 5.00 por ciento. Se observa que los tratamientos 1, 2, 6 y 10 presentaron los valores mas bajo de plántulas anormales con una media 2.50 por ciento para cada uno de ellos.

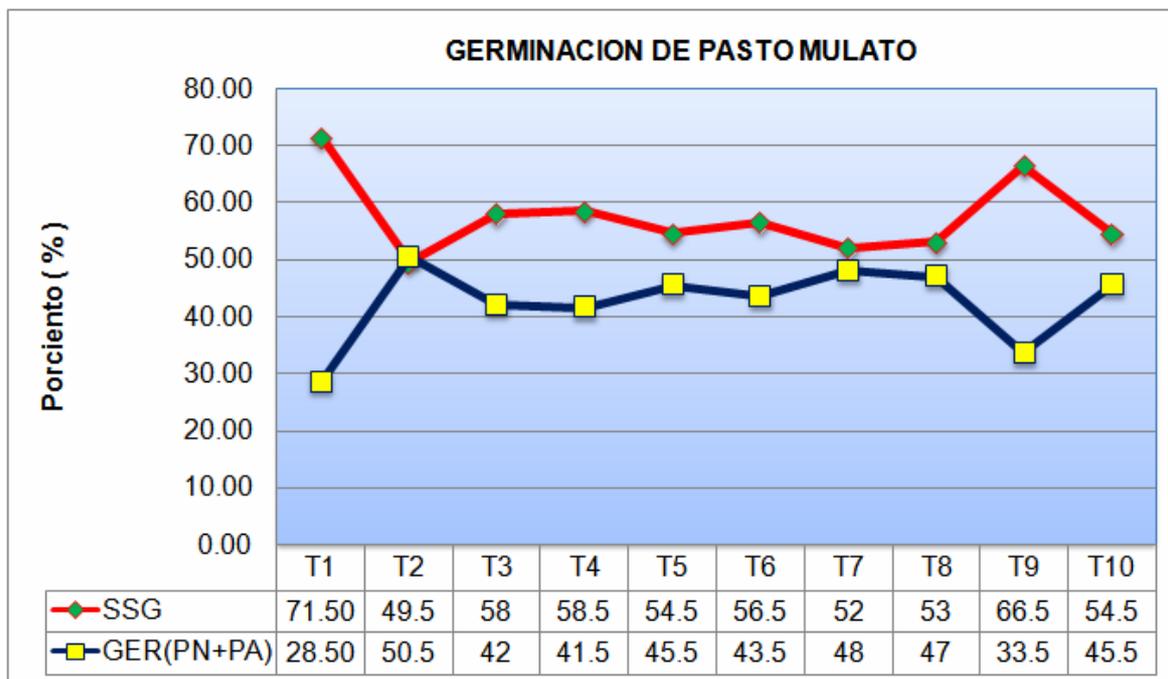
Semilla sin germinar (SSG)

En lo que se refiere a la variable semilla sin germinar el análisis de varianza, nos muestra que existe diferencia altamente significativa entre los tratamientos. Por lo cual el tratamiento 1 obtuvo el valor más alto con una media 71.50 por ciento, seguido por los tratamientos 3, 4, 5, 6, 8, 9 y 10 que se comportaron estadísticamente iguales. Mientras los tratamiento 2 y 7 obtuvieron los resultados mas bajos, con una 49.50 y 52.00 por ciento.

Germinación Estándar (PN+PA)

De acuerdo a el análisis de varianza se puede observar que el tratamiento 2 es el mas sobre saliente con una media 50.50 por ciento, seguido por el tratamiento 7 con una media 48.00 por ciento. Los tratamientos 3, 4, 5, 6, 8, 9 y 10 son estadísticamente iguales. Mientras el tratamiento 1 tiene el resultado mas bajo con una media 28.50 por ciento.

Figura 5. Comportamiento de 10 tratamientos en semilla de Pasto Mulato (*Brachiaria híbrido* CIAT 36087) de germinación en invernadero.

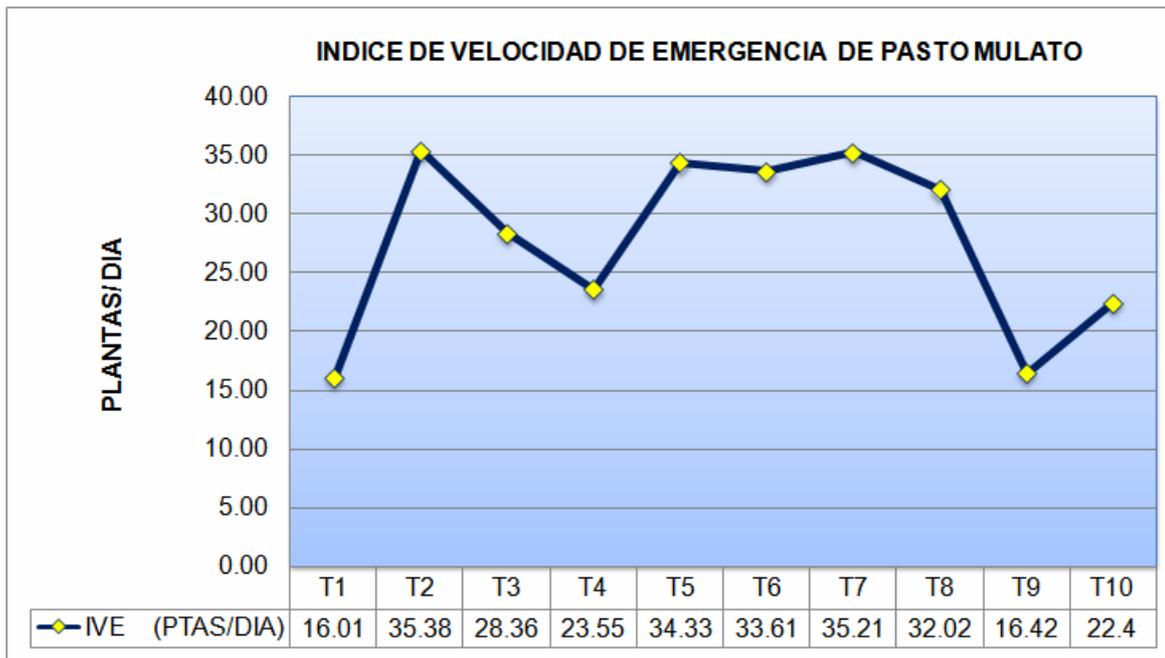


VARIABLES DE VIGOR

Índice de velocidad de emergencia (IVE)

En lo que corresponde al índice de velocidad de emergencia, existe diferencia altamente significativa entre tratamientos, se observa que los mejores tratamientos son 2 y 7 con una media 35.38 y 35.21; seguido de los tratamientos 5, 6 y 8 lo cual son estadísticamente iguales, numéricamente el tratamiento 5 es el que tiene el valor mas alto con una media de 34.33. Mientras que los tratamientos 1, 3, 4, 9 y 10 se comportaron estadísticamente iguales. El que menor resultado arrojó fue el tratamiento 1 con una media de 16.01 respectivamente.

Figura 6. Comportamiento de 10 tratamientos en semilla de Pasto Mulato (*Brachiaria híbrido* CIAT 36087) en índice de velocidad de germinación en invernadero.

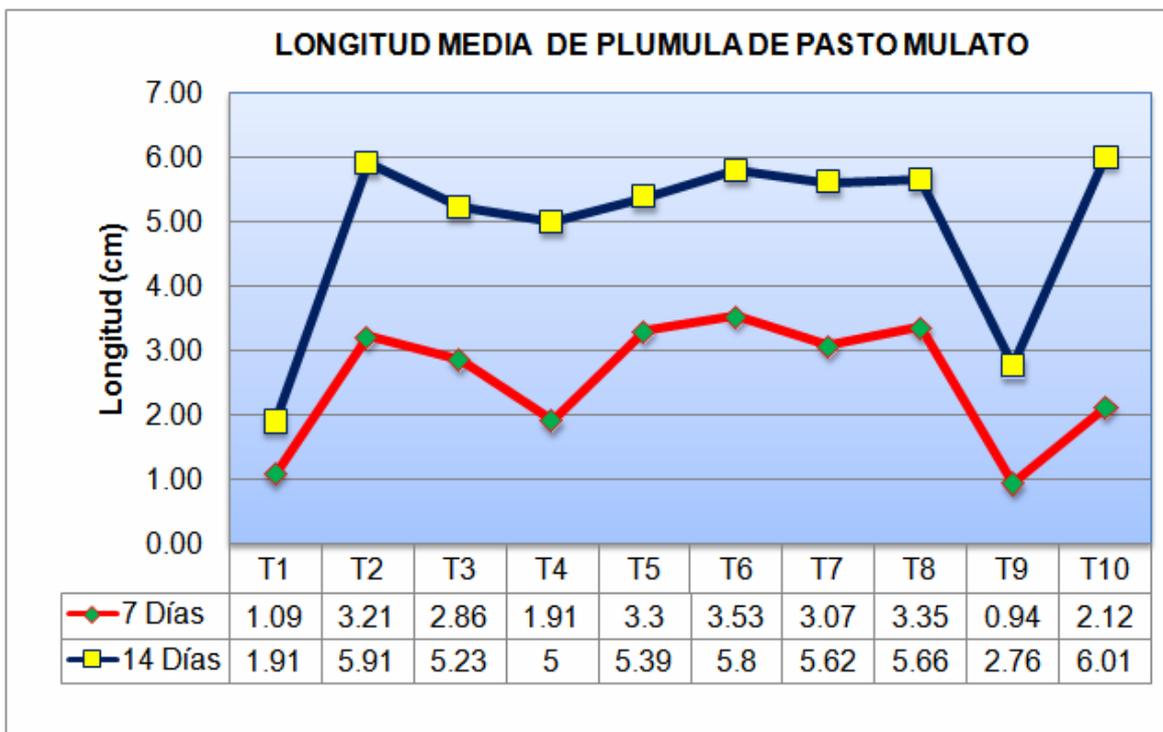


Longitud media de plúmula (LMP)

De acuerdo al análisis de varianza, se observa diferencia altamente significativa para las dos fechas evaluación. De acuerdo a la comparación de medias a los 7 días, los mejores fueron los tratamientos 2, 5, 6 y 8 mostrando resultados estadísticamente iguales, numéricamente el tratamiento 6 con una media de 3.53 cm, es el mas sobresaliente dentro de este grupo. Seguido de los tratamientos 3, 4, 7, y 10 que se comportaron estadísticamente iguales. Obteniendo los valores mas bajos el tratamiento 1 y 9 con una media de 1.09 cm y 0.94cm.

En lo que corresponde a la segunda evaluación los 14 días, los tratamientos 2, 3, 5, 6, 7, 8, y 10 se comportaron estadísticamente igual, numéricamente el tratamiento 10 sobresale de este grupo con una media de 6.01cm, seguido del grupo de tratamientos 4 y 9 con una media de 5.00cm y 2.76 cm. Obteniendo el resultado mas bajo tratamiento 1 con una media 1.91cm.

Figura 7. Comportamiento de 10 tratamientos en semilla de Pasto Mulato (*Brachiaria híbrido* CIAT 36087) en longitud media plumula en invernadero.



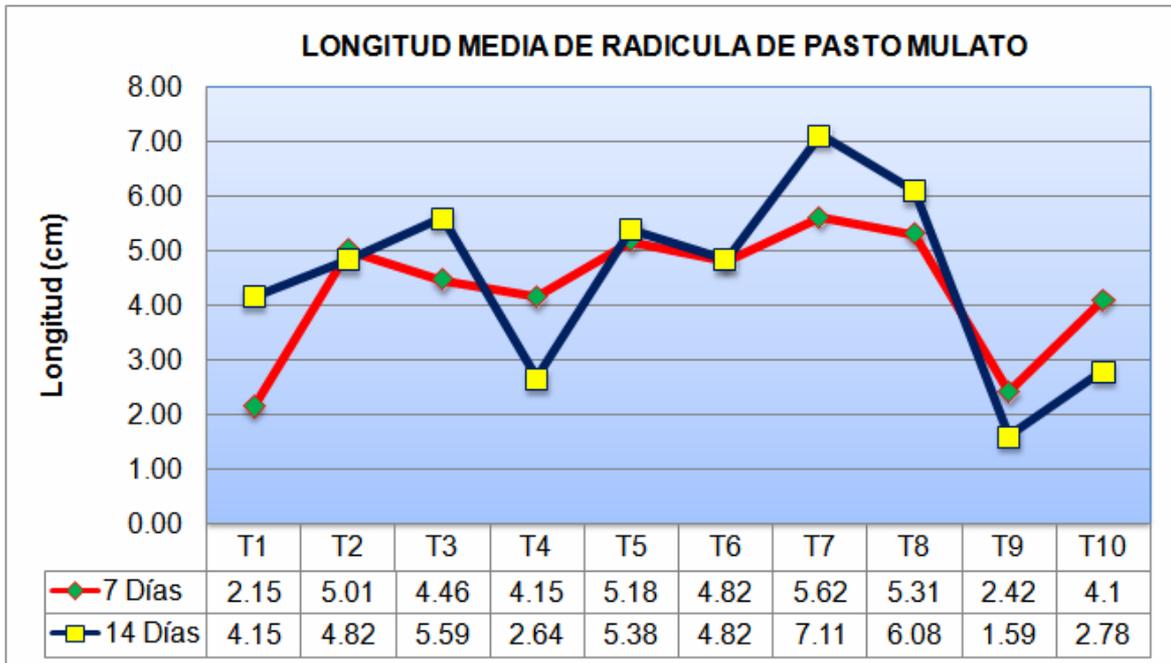
Longitud media de radícula (LMR)

De acuerdo a los resultados obtenidos, el análisis de varianza nos muestra que hay diferencia altamente significativa para ambas fechas de evaluación .

Se puede apreciar en la evaluación a los 7 días, los tratamiento 2, 3, 5, 6, 7, y 8 son estadísticamente iguales, numéricamente el tratamiento 7 es el mejor con una media de 5.62 cm, seguido por los tratamiento 4 y 10 se comportaron similares entre ellos con una media de 4.15 cm y 4.10 cm. Mientras que los tratamientos 1 y 9 obtuvieron los resultados mas bajo con una media de 2.15 cm y 2.42 cm.

Asimismo en la evaluación a los 14 días, el tratamientos 7 obtuvo el resultado mas alto con una media de 7.11cm , los tratamientos 2, 3, 5, 6 y 8 que se comportaron estadísticamente iguales, seguido por el grupo de tratamientos 1, 4, 9 y 10 que se comportaron estadísticamente iguales, obteniendo el resultado mas bajo el tratamiento 9 con una media de 1.59 cm .

Figura 8. Comportamiento de 10 tratamientos en semilla de Pasto Mulato (*Brachiaria hibrido* CIAT 36087) en longitud media radícula en invernadero .



VII. CONCLUSIONES

Con base a los resultados obtenidos en la investigación realizada se concluye lo siguiente.

Durante el estudio realizada en laboratorio, para la especie pasto mulato (*Brachiaria* híbrido CIAT 36087) se observó que la semilla tratada con ácido giberélico (800 ppm), reducen la latencia, provocando una mayor capacidad de germinación. Debido a que este biorregulador, induce a las enzimas de los cromosomas y activa a las enzimas que actúan en la movilización de las reservas, regulando el desarrollo.

Además dentro de las variables de vigor. Se observó que el ácido giberélico (800 ppm) tuvo una mejor respuesta, provocando una mayor longitud de plúmula y mayor longitud de área radicular, en los dos periodos de evaluación.

De la misma forma el almacenamiento 120, es una buena alternativa para el rompimiento de latencia. Ya que expresó buenos resultados en capacidad de germinación, además manifestó un resultado favorable en longitud de plúmula y radícula.

Para los resultados obtenidos en invernadero, se observó que la semilla tratada únicamente con el efecto del almacenamiento de 120 días, presentó una excelente capacidad de germinación. Del mismo modo para las variables de vigor, se obtuvo buenos resultados en índice velocidad de emergencia y longitud de plúmula.

Asimismo para la semilla tratada con la combinación de temperaturas alternas, Biozyme pp. Y el almacenamiento de 120 días, obtuvo una respuesta favorable en capacidad de germinación, igualmente para las variables de vigor se expresaron buenos resultados en índice de velocidad de emergencia y longitud de radícula.

Por lo tanto se recomienda aplicar ácido giberélico a (800 ppm) en condiciones de laboratorio dependiendo de la posibilidad de compra de dicho producto. El efecto del almacenamiento de 120 días, es una buena alternativa para romper la latencia, ya que el almacenamiento presentó mejores resultados en invernadero, además resulta económicamente más rentable para el productor.

RESUMEN

La presente investigación se realizó 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 es determinar el efecto de la combinación de almacenamiento, temperaturas y biorreguladores en la estimulación para romper latencia en semilla de pasto mulato (*Brachiaria híbrido* CIAT 36061).

Se evaluaron diez 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**). Los tratamientos fueron: T1: semilla sin tratar (Testigo), T2: semilla tratada únicamente con el efecto de almacenamiento 120 días, T3: semilla tratada con temperaturas alternas, T4: semilla tratada con temperaturas de 5°C durante 7 días, T5: semilla con tratamiento del producto comercial (Biozyme pp), T6: semilla tratada con ácido giberélico (800 ppm), T7: semilla tratada con la combinación de temperaturas alternas (T3) y aplicación de Biozyme pp (T5), T8: semilla tratada con la combinación de temperaturas alternas (T3) y la aplicación de ácido giberélico (800 ppm) (T6), T9: semilla tratada con la combinación de temperatura de 5°C durante 7 días (T4) y aplicación de Biozyme pp (T6), T10: semilla tratada con la combinación de temperatura de 5°C durante 7 días (T4) y aplicación de ácido giberélico (800 ppm) (T6).

Se depositaron 50 semillas en cajas petri estándar de polietileno de 150 x 15 mm, provista de papel filtro previamente humedecido. Una vez aplicados los tratamientos correspondientes, las cajas petri fueron colocadas en una cámara de germinación a una temperatura constante de 25 °C (± 1) .

En invernadero las semillas fueron sembradas en charolas de polietileno de doscientas cavidades, con sustrato peat mosh. Durante 14 días en la que se realizó la prueba.

Los resultados obtenidos en la investigación para conocer efecto de los tratamientos en las variables: Capacidad de Germinación, Índice de velocidad de germinación, Índice de velocidad de emergencia, Longitud media de plúmula y radícula. Para laboratorio el mejor tratamiento fue el de las semillas tratadas con ácido giberélico (800 ppm) (T6), seguido del tratamiento de la semilla tratada con almacenamiento 120 días (T2).

Para invernadero el mejor tratamiento fue la semilla tratada únicamente con el efecto del almacenamiento de 120 días(T2), en segundo lugar la semilla tratada con la combinación de temperaturas alternas, Biozyme pp. Y el almacenamiento de 120 días (T7).

VIII. LITERATURA CITADA

- Andrews, T. S., C. E. Jones And R. D. Whalley. 1997. Factors Affecting The Germination Of Giant Parramatta Grass. Australian J. Of Experimental Agriculture. 37:4, 439-446. Australia.
- Baskin, C.C. and J, M. Baskin. 1998. Seeds Ecology, Biogeography and Evolution of Dormancy and Germination. Academic Press. Pp 27-47.
- Bilbao, B. Y C. Matías. 1979. Efecto De Las Temperaturas Alternas En La Germinación De Las Semillas De Cenchrus Ciliaris. Pastos Y Forrajes. Matanzas, Cuba, P. 411-419.
- Bogdan A.V. 1997. Pastos Tropicales Y Plantas De Forraje. Traducción. México.Ed. Agt Editor. P. 460.
- Camacho M., F. 1994. Dormición De Semillas,.Causas y Tratamientos. Primera Edición. Editorial Trillas, S.A. De C.V. México, P.P. 125.
- 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 Sobre El Mismo Tema. Cali. Colombia. P. 7-9.
- CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical). 2005. Annual Report 2004. Project IP-5. Tropical Grasses and Legumes: Optimizing genetic diversity for multipurpose use. 217 p.

- Copeland, L. O. and M. B. McDonald. 1985. Principles of Seed Science and Technology. 2a Ed. Burgess Publishing Company. Minneapolis, Minnesota. USA.
- Felfoldi, M. E. 1983. Manual De Definiciones De Semilla Pura. Instituto De Semillas Y Plantas En Vivero. Madrid, España.
- Ferguson, J. E. 1990. Métodos de cosecha forrajeras. Taller “Avances en el desarrollo del suministro de semillas forrajeras tropicales”. Cuernavaca, Morelos, México. 15p.
- Ferguson, J.E. y Sanchez, M. 1986. Control integral de Malezas en la Produccion de Semillas Forrajeras. II Curso Intensivo sobre Produccion de Semillas de pastos Tropicales Noviembre 7. CIAT, Cali Colombia. P. 21.
- 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.
- Guiot, J. D. 2005a. Evaluación de híbridos de Brachiaria bajo pastoreo para producción de leche en Huimanguillo, Tabasco. XVIII Reunión Científica Tecnológica Forestal y Agropecuaria. Tabasco, México, 2005.
- Hampton, J. G. 2001. Que es Calidad de Semillas. New Zealand Seed Technology Institute. Citado en línea: www.seednews.inf.br.../artigocapa55_esp.shtml.

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, Coah. México.

Humphreys, L. R. 1980a. A Guide To Better Pastures For The Tropics And Subtropics. Wright Stephenson And Co. New South Wales, Australia. Pp. 95.

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

Jimenes, M.A. 1990. Semillas Forrajeras para Siembra. Uacha. Editorial. celsa Colosio Ruiz, exico pp 84.

Johnston, M. E. And R. L. Harty. 1981. Report Of The Germination Committee Working Group On Tropical And Subtropical Seed 1977-1980. Seed Science And Technology. International Seed Testing Association (ISTA.). Nineteenth International Seed Testing Congress. Vol. 9 Pp. 136-140. The Netherlands.

Khan, A. A. 1977. The Physiology And Biochemistry Of Seed Dormancy And Germination. The Sevier/North Holland Biomedical Press. Pp. 30-50. USA.

Low, H. 1985 Análisis De Semilla, Departamento De Industrias Primarias De Queensland, Meirs Road, Indooroopilly, Brisbane, Qld., Australia. 4068.

Maldonado.J.D. 2005. Metodos de analisis de pureza para determinar semilla pura viable en cinco gramineas forrajeras.

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

McDunough, D. 1977. Seed Physilogy. Range Sci. Vol. 4, pags 155-184

Metcalfe, S. D. 1976. The Botany Of Grasses And Legumes. The Iowa State University Press/Ames, Iowa, USA. Pp. 190-290.

Marroquin, T.A., M. Sánchez Y J. Chacon. 1981. Consideraciones Para La

Obtención Y Control De Calidad En Semillas De Pastos Tropicales. Primer Curso Avanzado En Protección Y Control De Calidad En Semillas. Oct. 28 Nov 25 Ciat. Colombia.

Pill, W. G. 1981. Fluid sowing of tomato seed influence of phosphorus additions to five gel. Vol. 6: 1. 38 – 49. USA.

Ramos, N. A. Y C. Romero. 1976. Efecto Del Almacenamiento Y La Escarificación En La Germinación Del Pasto Brachiaria Decumbens. En Seminario Sobre Producción De Semillas Forrajeras. Maracay, Venezuela. IICA. Serie Informes De Conferencias, Cursos Y Reuniones. No. 99 Pp. 66-81.

- 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.
- Salisbury, F.B y Ross, C.W. 1992. Fisiología Vegetal. Ed. por Grupo Editorial UNAM. México, 393. PP
- Rolston , M. P. 1978 . Water Impermealbe Seed Dormancy, The Bot. Rev. Vol. 4. Pp. 365-396
- Taylorson , R. B. 1979. Overcoming Seed Dormancy Whith Ethanol and Other Anesthetics, Planta , vol 145, pp. 507-510.
- Thomson, J. R. 1979. Introduccion A La Tecnologia De Semillas. Editorial Acribia Zaragoza, España. Pp. 30.
- Valdez, O. A. 2001. Curso de Producción de semillas de especies forrajeras a nivel Maestría en la UAAAN. Enero – Junio. Saltillo, Coahuila.
- Valdez O. A. 1998b La Latencia En Semillas Forrajeras. Memoria Para El Curso De Producción De Semillas Forrajeras UAAAN México.
- Vencer R. F.1989. Semillas; biología y tecnología. Mundi-Prensa. España.