

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA  
“ANTONIO NARRO”**

**DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL  
DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN ANIMAL**



**Uso de biorreguladores, temperaturas y almacenamiento como medio para romper latencia en semilla de Zacate Buffel (*Cenchrus ciliaris* L.) variedad común bajo condiciones de laboratorio e invernadero.**

**POR:**

**CARLOS DE SANTIAGO DE SANTIAGO**

**TESIS**

**Presentada como requisito parcial para obtener el título de:**

**INGENIERO AGRÓNOMO ZOOTECNISTA**

**Buenavista, Saltillo, Coahuila, México**

**Mayo de 2010**

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL  
DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN ANIMAL

Uso de biorreguladores, temperaturas y almacenamiento como medio para romper latencia en semilla de Zacate Buffel (*Cenchrus ciliaris* L.) variedad común bajo condiciones de laboratorio e invernadero.

POR:

CARLOS DE SANTIAGO DE SANTIAGO

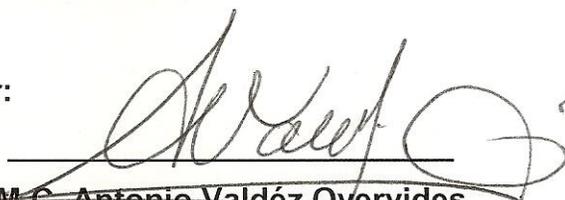
TESIS

Que se somete a consideración del H. Jurado Examinador como requisito parcial para obtener el título de:

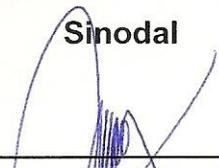
INGENIERO AGRÓNOMO ZOOTECNISTA

  
\_\_\_\_\_  
Dr. Ramón F. García Castillo  
Asesor principal

Aprobada por:

  
\_\_\_\_\_  
M.C. Antonio Valdéz Oyervides

  
\_\_\_\_\_  
Ing. Francisco Ávila Rebollar  
Sinodal

  
\_\_\_\_\_  
M.C. Federico Facio Parra  
Sinodal

  
\_\_\_\_\_  
Ing. Rodolfo Peña Oranday  
Coordinador de la División de Ciencia Animal

Buenavista. Saltillo. Coahuila. México.

Mayo de 2010.



## **AGRADECIMIENTOS**

**A MI ALMA TERRA MATER** por haberme forjado personal y profesionalmente, y darme la oportunidad de terminar mi carrera, siempre llevare tu nombre muy en alto y nunca te defraudare.

**AL M.C Antonio Valdez Oyervidez**, por su confianza y brindarme la oportunidad para realizar este trabajo de investigación.

**AL M.C Federico Facio Parra** por su buena disposición y el tiempo dedicado en la revisión del presente trabajo.

**AL Ing. Francisco Ávila Rebollar** por darme su amistad y por su gran colaboración, apoyo y orientación en la realización de esta investigación.

**AL Dr. Ramón F. García Castillo** por amistad, confianza y su valiosa colaboración en la revisión de este trabajo.

**Al Ing. José Noé Martínez Ramírez** por su apoyo en la realización de este trabajo de investigación.

**A las Laboratoristas T.A Magdalena Olvera Esquivel y T.A Martina de la Cruz**, por su apoyo y gran colaboración brindada en la realización de este trabajo de investigación.

A todos mis **amigos y compañeros de generación**, por compartir conmigo gratos momentos, que de alguna forma me brindaron su apoyo incondicional, al cual les deseo éxito en su vida personal y profesional.

## DEDICATORIA

**A Dios Nuestro Señor y la Virgen de Guadalupe** por haberme dado la vida, salud y una bonita familia, mis mejores regalos.

**A mis queridos padres:** María Salud De Santiago Baltazar y Patricio De Santiago Gudiño, el cual este logro es un premio para ustedes por todos los sacrificios que hicieron para que yo lograra cumplir el sueño de mi vida y por su paciencia que tuvieron para llegar donde ahora estoy, les debo mucho aun todavía, pero esta culminación de mi carrera es lo menos que les puedo dar, los amo.

**A mis abuelos paternos:** Sra. Juana Gudiño Álvarez (†) y Sr. Abundio De Santiago Martínez (†) que en mi infancia me brindaron protección y apoyo, así como consejos de la vida, Dios siempre los tendrá en sus manos.

**A mis abuelos maternos:** Sra. María Del Socorro Baltazar Baltazar (†) que aunque no conocí me dio vida a través de mi madre y Sr. Julián De Santiago Pérez (†) por sus cuidados en una parte de mi vida, que en paz descansen.

**A mis hermanos:** De Santiago De Santiago (†) que no pudo estar con migo pero me dio una gran alegría cuando llego, Patricio, Coco, Sandra y Martha, que con su amor y compañía me ayudaron a salir adelante, los quiero mucho.

**A mis sobrinas:** Yoselín y Cinthia que con su llegada dan alegría a la familia.

**A mis tíos y tías:** En especial a mi tío Dr. Reynaldo que desde mi infancia me dio consejos y orientación, y a todos que en algún momento me dieron su apoyo.

**A mis amigos:** En especial a Adriana Martínez Estrella por su amistad, confianza, cariño y por compartir con migo felices momentos.

Al Ing. Jacob Vásquez, Ing. Víctor Manzano, Ing. Erika Contreras, Ing. José Pérez, Ing. Eriberto, Edilberto, Darwin González, Yorfe, y Celestino, a todos ustedes por estar conmigo en momentos difíciles y por todos los buenos momentos que compartimos durante la carrera.

**A mi amiga** M.C. Edna M. González Martínez, por su amistad y confianza que aunque nos conocimos poco tiempo eres una gran persona.

## ÍNDICE DE CONTENIDO

	Pág
<b>ÍNDICE DE CUADROS</b> .....	i
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b> .....	i
<b>I. INTRODUCCIÓN</b> .....	1
<b>Objetivo</b> .....	3
<b>Hipótesis</b> .....	3
<b>II. REVISIÓN DE LITERATURA</b> .....	4
Importancia de las semillas.....	4
Definición de semilla.....	4
Definición de semilla de gramíneas forrajeras.....	5
Partes de las semillas.....	5
Calidad de la semilla.....	6
Componentes de la calidad de la semilla.....	8
Calidad en semillas de gramíneas forrajeras.....	11
Definición de germinación.....	11
Definición de latencia.....	12
Causas de la latencia.....	14
Tipos de latencia.....	14
Métodos para romper latencia.....	17
<b>III. MATERIALES Y MÉTODOS</b> .....	21
Ubicación del área de estudio.....	21
Material genético.....	21
Origen y descripción del Zacate Buffel.....	21
Almacenamiento de semillas.....	22
Manejo de la semilla.....	22
Productos utilizados en el estudio.....	23

Tratamientos Evaluados en el Estudio.....	24
Metodología.....	25
VARIABLES A EVALUADAS.....	26
Análisis estadístico.....	28
<b>IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>	<b>29</b>
<b>V. CONCLUSIONES.....</b>	<b>41</b>
<b>VI. LITERATURA CITADA.....</b>	<b>43</b>

## INDICE DE CUADROS

<b>Cuadro 1.</b> Por ciento de pureza del Zacate Buffel ( <i>Cenchrus ciliaris</i> L.) antes de su almacenamiento.....	23
<b>Cuadro 2.</b> Composición de ingredientes del producto Biozyme – PP.....	23
<b>Cuadro 3.</b> Tratamientos utilizados en el presente trabajo.....	24
<b>Cuadro 4.</b> 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 Buffel ( <i>Cenchrus ciliaris</i> L.) en laboratorio.....	29
<b>Cuadro 5.</b> 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 Buffel ( <i>Cenchrus ciliaris</i> L.) en invernadero.....	35

## ÍNDICE DE FIGURAS

- Figura 4.1.** Porcentaje de germinación de semilla de Zacate Buffel (*Cenchrus ciliaris* L.) a los 14 días después de la siembra en laboratorio.....31
- Figura 4.2.** Índice de velocidad de germinación de semilla de Zacate Buffel (*Cenchrus ciliaris*) a los 14 días después de la siembra en diferentes tratamientos en laboratorio.....32
- Figura 4.3.** Representación grafica de longitud media de plúmula a los 7 y 14 días, en semilla de Zacate Buffel de 10 Tratamientos en laboratorio.....33
- Figura 4.4.** Representación grafica de longitud media de radícula a los 7 y 14 días, en semilla de Zacate Buffel de 10 Tratamientos en laboratorio.....34
- Figura 5.1.** Porcentaje de germinación de semilla de Zacate Buffel (*Cenchrus ciliaris* L.) a los 14 días después de la siembra en invernadero.....37
- Figura 5.2.** Comportamiento del índice de velocidad de emergencia de 10 tratamientos en semilla de Zacate Buffel (*Cenchrus ciliaris* L.) en invernadero.....38
- Figura 5.3.** Representación grafica de longitud media de plúmula a los 7 y 14 días, en semilla de Zacate Buffel de 10 Tratamientos en invernadero.....40
- Figura 5.4.** Representación grafica de longitud media de radícula a los 7 y 14 días, en semilla de Zacate Buffel de 10 Tratamientos en invernadero.....40

## I. INTRODUCCIÓN

La producción de semillas de plantas forrajeras en el país es de gran necesidad, con el objeto de fomentar debidamente los programas de desarrollo ganadero que se requieren para satisfacer la demanda de productos pecuarios. En la actualidad esta necesidad es común en áreas de agostaderos naturales como para las áreas de cultivos de temporal y de riego que se encuentren destinadas a la producción de forrajes.

Entre los grandes problemas nacionales, se distinguen bajos niveles de producción agrícola y pecuaria, como resultado de un gran número de factores técnicos y socioeconómicos que inciden sobre la producción.

Uno de los factores más notables dentro de la problemática pecuaria es el relacionado con la alimentación del ganado debido a que los animales no están consumiendo de forma adecuada durante todo el año.

Dicho problema de la alimentación, está estrechamente relacionado con la disponibilidad de forraje, y a su vez la disponibilidad de forraje está relacionado con la producción, disponibilidad y sobre todo con la calidad de las semillas de las distintas especies forrajeras existentes en las áreas donde se pastorea el ganado, ya que a través de la calidad depende en gran medida el establecimiento de los pastizales.

Por ello, el uso de semillas representa un gran potencial para llevar cualquier tipo de programa encaminado a incrementar la eficiencia de las áreas dedicadas a la ganadería.

Las semillas de especies forrajeras destinadas al establecimiento de praderas deben ser semilla de calidad, la cual depende de tres componentes: la germinación, pureza

genética y pureza de los cultivos, lo que llevan al establecimiento de plántulas vigorosas; por otra parte el uso de semilla de mala calidad, es reflejado en el número de plantas por hectárea y como consecuencia se incrementan los costos de producción. Sin embargo aunque la semilla a usar presente todas las cualidades de calidad tanto como las condiciones externas adecuadas, presenta un fenómeno fisiológico que se denomina latencia, el cual es un problema que influye en la producción de semilla y forraje en las explotaciones ganaderas del país.

Este fenómeno en las semillas es un mecanismo que le permite retrasar su germinación hasta que representan las condiciones adecuadas, considerándose de esta manera una habilidad, o bien se considera también como una falla de las semillas viables, debido a que presentan un bloqueo en la germinación, el cual es causado por factores físicos y fisiológicos. Toda semilla que presenta este fenómeno son semillas viables que pueden ser inducidas a su germinación mediante algún método.

Actualmente existen diferentes métodos para eliminar la latencia y estimular la germinación de la semilla, de los cuales podemos mencionar los procedimientos químicos con ácidos o bases, tratamientos mecánicos como frotar las semillas con papel de lija, inmersiones en agua, inmersiones en agua caliente, tratamientos con temperaturas y almacenamiento, así como la combinación entre ellos.

Para dar una posible solución al problema de latencia en las semillas de especies forrajeras y contribuir en la atención de la demanda de los productores, es que se plantea el presente trabajo de investigación, el estudio es de suma importancia para la producción de semillas, cuyo trabajo fue llevado a cabo en semilla de Zacate Buffel especie de gramíneas forrajera y así determinar, que tratamiento es el más efectivo para inhibir la latencia.

## **Objetivo**

- Evaluar el efecto de almacenamiento, biorreguladores y temperaturas, así como sus combinaciones para romper el mecanismo de la latencia en la semilla de Zacate Buffel.
- Determinar el Tratamiento más eficiente para eliminar la latencia de la semilla de Zacate Buffel.

## **Hipótesis**

- Al menos uno de los factores aplicados (Almacenamiento, Temperaturas y biorreguladores) estimulara la germinación eliminando la latencia en la semilla de Zacate Buffel.

**Palabras claves:** Semilla. Calidad de semilla. Germinación. Latencia. Temperaturas y Almacenamiento.

## **II. REVISIÓN DE LITERATURA.**

### **Importancia de las semillas.**

Desde tiempos inmemoriales el hombre comprendió el significado de la semilla. Culturas antiguas y modernas la aceptaron como principio único. En numerosos escritos y lenguas se usa la palabra semilla para referirse a la descendencia o progenie, y en forma de parábola se ejemplifica: la buena y mala semilla. Existen muchos términos relacionados con la semilla (Flores, 2004).

En general para el hombre es de suma importancia la existencia de las semillas debido a que es una de las fuentes principales de alimento y obtención de muchos productos con una amplia gama de usos, desde la aplicación medicinal hasta materias primas para la industria, y más recientemente para la obtención de combustibles ecológicos. Además es esencial para la supervivencia de la humanidad.

### **Definición de semilla.**

Pina., 2008, menciona que es importante distinguir entre el concepto botánico y agrícola de la palabra semilla. Botánicamente, semilla es el ovulo fecundado, desarrollado y maduro. Sin embargo, agrícolamente, se entiende por semillas las estructuras de reproducción de las plantas procedentes del desarrollo de sus flores, que se utilizan en la práctica agrícola para realizar las siembras.

Por su parte Moreno., 1996, menciona que para fines agronómicos y comerciales una semilla es toda clase de granos, frutos y estructuras más complejas que se emplean en las siembras agrícolas.

Referente e este tema Flores., 2004, destaca que para efecto de la tecnología de semillas se considera como la unidad básica de vida, un embrión o parte de la planta

que dará origen a una planta de características superiores, que proporcionará una ventaja adicional a las variedades existentes. Lo cual incentivará su siembra.

Serrato., 1995. Define a la semilla desde el puntos de vista fisiológico como una planta embriónica que consta de una pequeña raíz y un pequeño brote.

### **Definición de semilla de gramíneas forrajeras**

La semilla de las gramíneas se considera frutos ya que la cubierta exterior, el pericarpio es la pared del ovario y no los tegumentos, esta semilla recibe el nombre de carióspside (Valdés, 2004).

Metcalf., 1976 (citado por Herrera, 1995), define la semilla de gramíneas forrajeras, a aquellas espiguillas con lema y palea incluyendo un carióspside (*Panicum* y *Chloris gayana* L.); flósculos bisexuales con lema y palea, sin aristas que contengan carióspside (*Cenchrus ciliaris* y *Dichantium aristatum*); flósculos bisexuales inferiores sin aristas, con carióspside y sin los flósculos masculinos estériles (*Andropogon gayanus*).

La semilla de gramíneas forrajeras es brozosa y se considera así, cuando debido a su estructura o textura; se adhiere a otras semillas, de la misma o diferentes especies o a objetos; esta particularidad ocasiona que su limpieza, muestreo y transporte sean más difíciles de realizar. Las especies que presentan por lo menos un tercio de semillas con esta característica, deben considerarse brozosas (Moreno, 1996).

### **Partes de la semilla.**

Desde el punto de vista botánico se ha visto a la semilla como un óvulo maduro que posee una planta en embrión conocida como semilla verdadera. Los frutos en algunos casos son sinónimo de semilla; como en las gramíneas que es un fruto seco

o cariósida. La semilla verdadera como se ha mencionado, es una planta en embrión en estado de reposo, que esta rodeada por una envoltura y que puede tener un endospermo o uno o más cotiledones que proporcionarán los nutrientes esenciales para que la semilla germine (Flores, 2004).

En toda semilla verdadera se distinguen tres partes principales: cubierta (testa o pericarpio), tejido de reserva (endospermo y/o cotiledones) y eje embrionario (embrión) (Flores, 2004).

Las funciones básicas de las tres estructuras anteriores son (Flores, 2004):

- **Testa o pericarpio:** tejido de protección contra golpes y daños físicos, mantiene unido el interior de la semilla y representa una barrera contra microorganismos. Es factor de regulación de niveles de hidratación de los componentes internos, niveles de difusión de gases (CO<sub>2</sub>) y la germinación al causar la latencia.
- **Endospermo y/o cotiledones:** fuente de energía para el desarrollo inicial del embrión y medio donde se movilizan alimentos durante el crecimiento inicial.
- **Embrión:** división y elongación celular, formación y desarrollo de una planta.

### **Calidad de la semilla**

El establecimiento de praderas es una estrategia importante de los productores para mantener de manera eficiente al ganado, en dicho establecimiento se deben tomar en cuenta factores como el clima, tipo de animal, costos de producción y sin duda uno de los más importantes es el relacionado con la calidad de la semilla de las especies forrajeras seleccionadas. En forma muy práctica la calidad de la semilla se define como el porcentaje de germinación y el porcentaje de pureza.

Perretti., 1994, señala que una semilla de calidad es una semilla altamente viable, es decir, es una semilla susceptible de desarrollar una plántula normal aún bajo condiciones ambientales no ideales, tal como puede ocurrir en el campo. Para ello, debe contar con propiedades que le aseguren germinar bajo un amplio rango de condiciones agroclimáticas.

De acuerdo al 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.

Missio., 2002, menciona que en una semilla que garantiza los mejores resultados están involucrados atributos como: variedad, germinación, vigor, sanidad, pureza, padronización, entre otros. Con certeza la calidad de la semilla no puede ser definida solamente por su poder germinativo.

Flores., 2004, cita que las características principales que determinan la calidad en semillas son: calidad genética, sanidad, pureza, contenido de malas hierbas, poder germinativo, contenido de humedad, peso por mil granos y peso volumétrico. Otros atributos que se reconocen son: integridad física, ausencia de dormancia, composición química, etcétera.

De acuerdo a Humphreys., 1980 (citado por Jiménez 1990), desde el punto de vista agronómico, la calidad de la semilla se define como la proporción de semillas que germinan y forman nuevas plantas, en una muestra y por la proporción de semillas de otras especies, material muerto, semillas rotas, tierra, piedras, insectos y residuos vegetales incluidos como impurezas.

## Componentes de la calidad de las semillas.

Para fines de investigación es importante conocer las cualidades que debe poseer una semilla de calidad, las cuales son calidad genética, fisiológica y sanidad. La calidad de la semilla se puede expresar como la integral de 3 componentes y las características físicas (Serrato, 1995).

$$\text{Calidad} = G + F + S + CF$$

G = Componente genético

F = Componente fisiológico

S = Componente sanitario

CF = Características físicas

**Componente genético.**- Viene determinado por el genotipo de la variedad o híbrido. Se refiere a un material de características sobresalientes (Serrato, 1995).

Por su parte Terenti., 2004, menciona que la calidad genética se produce en la etapa del mejoramiento genético. Los trabajos de cruzamiento, selección y las redes de verificación que han desarrollado los centros especializados en mejoramiento genético, están orientados a obtener variedades e híbridos de mayor productividad, precocidad, adaptabilidad, calidad del grano, mayor eficiencia en el uso del agua y nutrientes.

**Componente fisiológico.**- Se refiere a las características de que la semilla sea viable, tenga alta capacidad de germinación y vigor (Serrato, 1995).

Terenti., 2004, señala que la calidad fisiológica, es la capacidad de la semilla para germinar, emerger y dar origen a plantas uniformes y vigorosas. En el momento que la semilla madura llega a la máxima vitalidad; a partir de ese momento comienza a

envejecer o perder vigor, porque la misma sigue respirando y gastando energía para mantener sus funciones vitales.

**Componente sanitario.-** Se refiere a que el hecho de que la semilla se encuentre libre de microorganismos. Hongos, bacterias y virus que son los más comunes, estos se pueden encontrar en semillas de contaminantes o asociados superficial o internamente (Serrato, 1995).

Sandoval., 2001, menciona que la calidad sanitaria sigue siendo unos de los aspectos que mantiene preocupada a la comunidad semillera de este país, pues es bien sabido que las semillas son consideradas como el vehículo más eficiente para el transporte e introducción de los patógenos, por lo que se han venido intensificando los estudios que permitan la identificación de los hongos o bacterias que mayor incidencia tienen en las diferentes especies agrícolas, así como, sobre el uso y la evaluación del efecto de los tratamientos químicos sobre el vigor y sanidad de la semillas, buscándose además, tratamientos alternativos a base de extractos naturales.

**Características físicas.-** Algunas características son atributos o indicadores de la calidad de un lote de semillas como la pureza analítica (indica el grado de contaminación física); el peso de la semilla; el contenido de humedad (Serrato, 1995).

De acuerdo a Terenti., 2004, la calidad física se asocia con el color, brillo, daños mecánicos, la presencia o ausencia de cualquier contaminante distinto de la semilla deseable. Estos contaminantes pueden ser: materiales inertes, semillas de malezas, comunes y nocivas, formas reproductivas de plagas y enfermedades. Siendo exigente en la calidad física podemos evitar la diseminación de enfermedades, insectos y malezas.

Hampón., 2001, destaca que la calidad de semillas es un concepto múltiple que abarca diversos componentes, a pesar de que para muchos agricultores, semilla de calidad es aquella que germina y está libre de especies invasoras indeseables. Este concepto se refleja en el hecho de que para muchos laboratorios de análisis de semillas, entre 80 y 90% de todos los análisis solicitados son de pureza y germinación.

Sin embargo existen otros componentes de la calidad de semillas que pueden ser agrupados en tres categorías:

- Descripción: especie y pureza varietal, pureza analítica, uniformidad y peso.
- Higiene: contaminación con plantas invasoras, sanidad de semillas, contaminación con insectos y ácaros.
- Potencial de desempeño: germinación, vigor, emergencia y uniformidad en campo.

Estos componentes no presentan los mismos valores, ni el orden de importancia es el mismo en todas las circunstancias.

Al examinar los componentes de calidad se deduce que la semilla tiene una uniformidad asumiendo una calificación en base a contaminación de semillas de malezas, insectos, materia inerte, asociación con enfermedades, grado de daño mecánico, nivel de deterioro, estado de madurez y otros.

Serrato., 1995. Menciona que los factores incluidos en los componentes de calidad son los siguientes:

- Pureza varietal
- Viabilidad
- Capacidad de germinación
- Vigor
- Sanidad
- Pureza analítica
- Pureza de especies
- Presencia de semillas de malezas
- Tamaño
- Contenido de humedad

## **Calidad en semillas de gramíneas forrajeras.**

Al hablar de calidad en semillas de gramíneas forrajeras, estas poseen características físicas y fisiológicas que hacen difícil evaluar su calidad a nivel laboratorio entre las que se encuentran la presencia de estructuras que rodean al cariósido como glumas, lema, pálea y aristas que contienen inhibidores de la germinación o que estas mismas estructuras funcionan como aislante, no permitiendo contacto entre el cariósido y el agua, impidiendo su germinación, aunado a que otras especies son altamente brozosas y en consecuencia tienen gran cantidad de impurezas disminuyendo la calidad de semilla de un lote (Maldonado, 2005).

Otras características fisiológicas y diferencias en el grado de madurez de los cariósidos en la cosecha afectan el porcentaje de semilla pura viable, aunado a lo anterior, la producción de semillas de especies forrajeras normalmente constituye una actividad secundaria dentro de las explotaciones ganaderas del país, por lo que aplica poca inversión económica y tecnológica, en consecuencia, la mayor parte de estas semillas que se comercializan es de baja calidad, principalmente en los aspectos de pureza física y fisiológica (Maldonado, 2005)..

## **Germinación**

Al madurar una semilla el crecimiento y desarrollo del embrión se detiene por falta de condiciones adecuadas hasta que dichas condiciones sean favorables para iniciar el proceso de germinación, que es una secuencia de eventos que dan como resultado la transformación de un embrión en estado latente en una plántula.

De acuerdo a Rodríguez., 2003, germinación es la reanudación del estado de latencia al crecimiento del embrión. Dicho proceso termina cuando aparece la radícula, la parte aérea se torna verde y la planta es autosuficiente, es decir,

comienza con sus procesos fotosintéticos, y a través de la raíz sintetiza los minerales con total autonomía.

Pina., 2008, menciona que la germinación es el porcentaje de semillas de la especie que dan lugar a plantas normales, dependiendo del adecuado manejo y conservación de las semillas, grado de madurez en la recolección, tipo de flores recolectadas, etc.

Por su parte Samperio., 1999, cita que la germinación sucede cuando la semilla cuenta con humedad suficiente, pues las semillas están extremadamente deshidratadas, de modo que su función es absorber gran cantidad de agua en estado de inhibición; después el consumo de agua decrece y empieza el desarrollo. Una temperatura adecuada es factor importante para una rápida germinación.

Flores., 2004, la germinación la define como una serie secuenciada de eventos morfogénéticos que resultan en la transformación de un embrión en una plántula. Dicho proceso involucra la división y expansión celular y la formación de órganos de la planta, como hojas, tallos y raíces.

Moreno., 1996, define a la germinación como la emergencia y desarrollo de aquellas estructuras esenciales que provienen del embrión, y que manifiestan la capacidad de la semilla para producir una planta normal bajo condiciones favorables.

### **Definición de latencia.**

Al hablar de calidad en semillas de gramíneas forrajeras se ha determinado que es el conjunto de múltiples factores como características físicas, fisiológicas, genéticas y sanitarias, sin embargo aunque reúna todas esas cualidades, la semilla presenta un mecanismo llamado latencia.

Dentro de la definición de latencia tenemos que algunas semillas son capaces de germinar antes de terminar su desarrollo o inmediatamente después de ser

cosechadas, mientras que otras pueden ser latentes o dormantes; en estas se requiere un periodo de descanso o de adicional desarrollo para que la germinación pueda ocurrir.

Este fenómeno de latencia es una condición de las semillas que no pueden germinar por condiciones internas, aun cuando las condiciones externas (Temperatura, humedad y atmósfera) sean adecuadas (Salisbury y Ross, 1994).

Según Flores., 2004, latencia o dormancia se entiende como la capacidad de la semilla para retrasar su germinación hasta el tiempo y lugar propicio y representa un importante mecanismo de sobrevivencia de la planta.

Por su parte Cunha., 2005, menciona que la dormancia es un fenómeno común, principalmente en semillas de determinadas hortalizas y forrajeras, algunas fruteras y de especies arbóreas y ornamentales, que no germinan después de la cosecha debido a los mecanismos internos, de naturaleza física o fisiológica, que bloquean la germinación. Estos mecanismos son genéticos y acontecen durante el ciclo de vida de la especie, durante la maduración de la semilla, de modo que, después de la dispersión, la semilla todavía no estará apta para germinar.

Sin embargo Sandoval., 2001, dice que latencia, es un mecanismo que inhibe a la germinación y que en algunas especies han desarrollado principalmente como una alternativa que favorece su sobrevivencia, es también un fenómeno que ocupa la atención de los investigadores de semillas, se buscan alternativas que permitan obtener una germinación uniforme y segura en el esfuerzo por domesticar y cultivar aquellas especies que presentan cualidades de interés económico, para lo cual, han sido realizados una gran cantidad de trabajos, buscando conocer y dominar los mecanismos físicos, fisiológicos y genéticos involucrados en tales procesos, así como los efecto de las hormonas vegetales y otras substancias en los mecanismos que inhiben la germinación.

Camacho., 1994, menciona que es el estado en que se encuentra una semilla viable sin que germine, aunque disponga de suficiente humedad para embeberse y una aireación similar a la de las primeras capas de un suelo bien ventilado, y una temperatura entre 10 y 30°C. Por lo tanto, dormancia se entiende como la inhibición por no tener las condiciones ambientales adecuadas para germinar. Dormancia es sinónimo de dormición, letargo, latencia, reposo y vida latente.

### **Causas de la latencia.**

El criterio con el que clasificaron los tipos de dormición en semillas fue que tuvieran el mismo mecanismo inhibitor y las mismas exigencias para germinar. Para saber si esto último se cumplía, se requirió conocer tanto las causas y teorías de la dormición, como el efecto de condiciones ambientales y tratamientos en la germinación de semillas.

Maguire., 1980. Señala que los mecanismos causantes de la latencia son:

- a) Impermeabilidad al agua.
- b) Baja permeabilidad a los gases.
- c) Resistencia mecánica al crecimiento del embrión.
- d) Permeabilidad selectiva a los reguladores del crecimiento.
- e) Bloqueos metabólicos.
- f) Presencia de inhibidores.
- g) Embriones rudimentarios.
- h) Adquisición de mecanismos inhibidores.

### **Tipos de latencia.**

Debido a los diversos mecanismos biológicos que producen latencia en las semillas; se han desarrollado varias clasificaciones que tratan de explicar los mecanismos responsables de este problema.

Crocker., 1916, describe siete tipos de latencia en semillas que son: inmadurez del embrión, impermeabilidad de la cubierta al agua, restricción mecánica al crecimiento del embrión, impermeabilidad de la cubierta al oxígeno, latencia endógena del embrión, combinación de tipos de latencia y latencia secundaria.

Copeland y McDonald., 1985 (citado por De León, 2001) la clasifican en latencia primaria y secundaria; mencionan que la latencia primaria generalmente se refiere a la dureza de la cubierta de la semilla, impermeabilidad a gases y agua, y presencia de inhibidores; en cuanto a latencia secundaria, esta se presenta espontáneamente en algunas especies debido a cambios fisiológicos y bioquímicos.

De acuerdo a Nikolaeva existen dos tipos de latencia orgánica de la semilla: endógena y exógena. En la latencia endógena algunas características del embrión previenen la germinación, mientras que en latencia exógena algunas características de estructuras como: cubierta de la semilla, paredes de fruto, cubiertas del embrión, incluyendo endospermo (algunas veces pericarpio) inhiben la germinación.

Hartmann y Kester., 1999 presentan la clasificación propuesta por Nikolaeva basada principalmente por causas fisiológicas:

**a) Latencia exógena.**

- 1. Latencia física.** Este tipo de latencia es característico de un gran número de especies de plantas en las que la testa y secciones endurecidas de otras cubiertas de la semilla son impermeables. El embrión esta quiescente, pero se encuentra encerrado dentro de una cubierta impermeable que puede preservar las semillas con bajo contenido de humedad durante varios años, aun con temperaturas elevadas.

2. **Latencia mecánica.** La semilla de algunas especies posee cubiertas demasiado duras que no permiten que el embrión se expanda durante la germinación. En la mayoría de los casos este factor se combina con otros tipos de latencia para inhibir la germinación, por lo que raramente la cubierta dura de la semilla es la única causa de la latencia.
3. **Latencia química.** en el fruto o cubiertas de la semilla existen sustancias que inhiben la germinación. Los frutos carnosos o sus jugos pueden inhibir fuertemente la germinación de la semilla. Los inhibidores endógenos químicos de la germinación son una causa común de latencia.

**b) Latencia endógena.**

1. **Embriones rudimentarios.** Son aquellas semillas cuyo embrión es apenas algo más que un proembrión embebido en un endospermo, en la época de maduración del fruto. En el endospermo existen también inhibidores químicos de la germinación que se acumulan activos con las altas temperaturas.
2. **Embriones no desarrollados.** al tiempo de la madurez del fruto, algunas semillas tienen embriones poco desarrollados con 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.

**c) Latencia interna.**

La latencia es controlada internamente en el interior de los tejidos. En este tipo se encuentran implicados dos fenómenos: el primero es el control ejercido por la permeabilidad de las cubiertas de las semillas y en el segundo es un letargo presente en el embrión.

**Fisiológica.** En la mayoría de las especies de las zonas templadas la germinación es inhibida por un mecanismo fisiológico inhibitor que tiende a desaparecer con almacenamiento en seco.

**Interno intermedio.** Este tipo de latencia es inducida principalmente por las cubiertas de las semillas y los tejidos de almacenamiento circundante.

**Letargo del embrión.** Es la incapacidad del embrión separado de germinar con normalidad, se caracteriza por que para germinar requiere de un periodo de enfriamiento en húmedo.

### **Métodos para romper latencia.**

Valdéz., 1998, destaca que no todas las especies de semilla germinan fácilmente ya que algunas presentan ciertos mecanismos que les impiden hacerlo y para germinar requieren de un manejo especial.

Copeland., 1976, menciona que uno de los factores que afectan la germinación de las semillas de especies forrajeras, como ocurre en el zacate Buffel (*Cenchrus ciliaris*), son los inhibidores propios del embrión o de las estructuras que lo rodean.

Mientras Buttler., 1985, indica que la latencia de esta semilla se debe principalmente a la presencia de inhibidores en la estructura interna de los cariósides.

Referente a este tema Moreno., 1996, menciona que cuando en una prueba de germinación existan semillas frescas o latentes, se podrá recurrir a otra prueba después de un periodo de almacenamiento en un medio seco, pero también se pueden aplicar los métodos que a continuación se describen (ISTA, 1993):

## 1. Métodos para interrumpir la latencia fisiológica.

- a) **Almacenamiento en seco.** Para especies con latencia natural de corta duración, con frecuencia es suficiente almacenar la semilla en un lugar por un corto periodo de tiempo.
- b) **Preenfriamiento.** Se colocan las semillas en el substrato húmedo que se utiliza para la prueba de germinación y bajo esas condiciones se someten al periodo de enfriamiento. En algunos casos es necesario prolongar el periodo de enfriamiento o repetirlo. Para las semillas en latencia, se recomiendan temperaturas de 5 a 10°C por periodos de 5 a 30 días; generalmente son suficientes 3 a 7 días para romper la latencia.
- c) **Presecado.** Las semillas son colocadas a una temperatura que no exceda los 40°C (35-40°C), bajo continua circulación de aire, durante un periodo hasta de 7 días. Después de secarlas se someten a la prueba normal de germinación.
- d) **Luz.** Muchas gramíneas responden al tratamiento con luz; se recomiendan lámparas fluorescentes de luz blanca.
- e) **Ácido giberélico.** El substrato se humedece con una solución de ácido giberélico a 500 ppm, que se prepara disolviendo 500 mg de ácido en un litro de agua. Cuando la latencia es débil se puede usar una solución con 200 ppm de ácido giberélico; cuando es alta se pueden usar 1000 ppm. De 800 ppm para arriba, se recomienda usar una solución buffer 0.01 M de  $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ - $\text{NaH}_2\text{PO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ , en lugar de agua.

Entre otros métodos también se encuentran el humedecimiento con nitrato de potasio y sellado de los sobres de polietileno

## 2. Métodos para eliminar la dureza de las semillas.

Para algunas especies donde se presentan semillas duras y no se hace ningún intento de germinarlas, se reporta el porcentaje encontrado. Donde se requiere una evaluación, algún tratamiento especial es esencial. Éste puede ser aplicado previo a la prueba de germinación o si se sospecha que puede afectar a las semillas no duras, las duras pueden sacarse después del periodo de la prueba estándar.

- a) **Escarificación mecánica.** Las semillas se frotan en superficies abrasivas para ocasionar pequeñas aberturas en su cubierta.
  
- b) **Escarificación con ácido.** La digestión en ácido sulfúrico concentrado ( $H_2SO_4$ ) es efectiva para algunas especies (por ejemplo: *Macroptilium* sp y *Brachiaria* sp). La digestión puede ser rápida o tardar más de una hora, pero las semillas deben ser examinadas cada pocos minutos. Después de la digestión se deben lavar las semillas completamente en agua antes de iniciar la prueba de germinación

## 3. Métodos para remover sustancias inhibitoras.

- a) **Prelavado de las semillas.** Si existe la presencia de inhibidores de germinación, se puede eliminar este problema lavando las semillas con agua a 25°C antes de efectuar la prueba de germinación. Después del lavado, secar las semillas por uno y otro lado a una temperatura máxima de 25°C.
  
- b) **Remoción de estructuras alrededor de las semillas.** En ciertas especies la germinación es promovida al remover otras estructuras tales como involucro, o aristas de lema y pálea de ciertas gramíneas.

4. **Germinación a baja temperatura.** Se ha encontrado que ciertas semillas en latencia germinan cuando las temperaturas son más bajas que las recomendadas para la germinación normal.

### III. MATERIALES Y MÉTODOS

#### **Ubicación del experimento.**

El presente trabajo se llevo acabo en el laboratorio de ensayo de semillas del Centro de Capacitación y Desarrollo de Tecnología de Semillas y en el invernadero 2 de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, en Buenavista, Saltillo, Coahuila, ubicada a los 25° 22' de latitud norte y 101° 01' de longitud oeste, con una altitud de 1742 msnm; presenta una temperatura media anual de 19.8 °C y precipitación una promedio anual de 298.5 mm.

#### **Material genético.**

Para el presente trabajo de investigación se utilizó semilla de Zacate Buffel (*Cenchrus ciliaris* L.) variedad común, la cual fue cosechada de los campos de la universidad (UAAAN) en el mes de Junio del 2009.

#### **Origen y descripción del Zacate Buffel**

El Zacate Buffel (*Cenchrus ciliaris* L.) es originario de África Ecuatorial, India e Indonesia. Fue introducido a los E.U.A. en el año de 1917 por la Estación Experimental de Angleton, Texas. De allí se extendió a México en 1954. Es un pasto perenne, amacollado que emerge de una corona muy cerrada; con tallos de 90 cm de altura, posee hojas planas, lineales y lisas; su inflorescencia es una panícula de 4 a 12 cm de longitud, es de color rojizo-café y en algunas variedades blanca cremosa. (Valdéz, 1997).

Las semillas de Zacate Buffel presentan una marcada latencia en los cariósides que se debe principalmente a la presencia de inhibidores de la germinación en las envolturas (cerdas, glumas, lema y palea) de los mismos.

Tiene una gran área de adaptación, ya que prospera en diferentes medios ecológicos. En el norte del país es apreciado dado que en la actualidad hay más de 50 mil hectáreas establecidas bajo temporal, principalmente. Existe en el mercado diversas variedades, entre las que destacan Nueces, Higgins, Zaragoza 115, Común, Llano, Molopo y Texas 4464, que prácticamente está en extinción. (Valdez, 1997).

### **Almacenamiento de la semilla**

Una vez obtenida la semilla se procedió a su almacenamiento en un periodo de 120 días, el área de almacenamiento contaba con las siguientes especificaciones:

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

### **Manejo de la semilla antes de la aplicación de los tratamientos**

Antes de iniciar los tratamientos a los que se sometió 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 que regula la corriente de aire permitió un ajuste preciso.

Para este tipo de limpieza se tomó una muestra de 80 gramos de semilla y se le abrió un diámetro de 1-1.5 cm para el soplado del aire reportando el porcentaje de pureza.

Cuadro 1. Porcentaje de pureza del Zacate Buffel (*Cenchrus ciliaris* L.) antes de su almacenamiento.

Espece	Pureza (%)
<i>Cenchrus ciliaris</i> L.	69.3

## Productos Utilizados en el Estudio

### Biozyme – PP

Es un estimulante hormonal de origen natural para tratamiento de semillas (Cuadro 2). La acción principal es acelerar los procesos metabólicos de transformación de los materiales energéticos de reserva, promoviendo una rápida y uniforme germinación, así como mejorar el desarrollo del sistema radicular.

Cuadro 2. Composición de ingredientes del producto Biozyme – PP.

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

**Ácido Giberélico.** Es un producto experimental a base de ácido giberélico.

### Tratamientos Evaluados en el Estudio

Los tratamientos consistieron en la aplicación de temperaturas alternas y productos estimulantes de la germinación, tal como aparece en el Cuadro 3.

Cuadro 3. Tratamientos utilizados en el presente trabajo.

<b>Tratamiento 1</b>	Semilla sin tratar (Testigo).
<b>Tratamiento 2</b>	Semilla sin tratar, únicamente con el efecto de almacenamiento.
<b>Tratamiento 3</b>	Semilla tratada con temperaturas altas de 3 °C durante 25 horas y 35°C durante 24 horas.
<b>Tratamiento 4</b>	Semilla tratada con temperaturas de 5°C durante 7 días.
<b>Tratamiento 5</b>	Semilla con tratamiento del producto comercial. Biozyme – PP., 2.5 gramos por cada 100ml. H2O. 4 ml/ caja petri
<b>Tratamiento 6</b>	Semilla tratada con ácido giberélico (800 ppm) 4 ml/ caja petri
<b>Tratamiento 7</b>	Semilla tratada con la combinación de temperaturas altas y bajas (T3) y aplicación de Biozyme - PP. (T5).
<b>Tratamiento 8</b>	Semilla tratada con la combinación de temperaturas altas (T2) y la aplicación de ácido giberélico (800 ppm) (T6).
<b>Tratamiento 9</b>	Semilla tratada con la combinación de temperatura de 5°C durante 7 días (T4) y aplicación de Biozyme - PP. (T5).
<b>Tratamiento 10</b>	Semilla tratada con la combinación de temperatura de 5°C durante 7 días (T4) y aplicación de ácido giberélico (800 ppm) (T6).

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

## **Metodología**

### **Aplicación de los Tratamientos**

#### **Laboratorio**

La semilla de cada una de las especies investigadas se colocaron en cajas petri estándar de polietileno de 150 x 15 mm, provista de papel filtro estándar, el cual fue humedecido con el producto Biozyme - PP o Ácido giberélico de acuerdo al número de tratamiento como se indica en el cuadro 3, de esta manera quedaron sembradas las semillas. Para tal efecto se colocaron doscientas semillas por tratamiento con cuatro repeticiones de cincuenta semillas cada una.

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

#### **Invernadero**

A nivel de invernadero la aplicación de los tratamiento se hizo de la misma manera, la semilla se depositó en cajas petri provista de papel filtro estándar, el cual fue humedecido con el producto Biozyme - PP o Ácido giberélico de acuerdo al número de tratamiento como se indica en el cuadro 3, sin embargo la siembra se hizo en charolas usando como sustrato Peat Moss, las cuales fueron regadas cada tercer día para conservar la humedad.

## **Variables Evaluadas**

### **Laboratorio**

#### **Capacidad de Germinación (CG %)**

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

#### **Índice de la Velocidad de Germinación (IVG)**

Esta variable se determinó con los conteos hechos al cuarto, séptimo, décimo y décimo cuarto día. Una semilla se consideró como germinada cuando presentó una longitud de plúmula o radícula de 6 mm. Para ello se utilizó la ecuación propuesta por Pill (1981), la cual se describe a continuación:

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

#### **Donde:**

IVG = Índice de Velocidad de Germinación.

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

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

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

#### **Longitud de Plúmula (LP)**

Para la evaluación de esta variable se tomaron mediciones en centímetros al séptimo y decimo cuarto día de cinco plántulas en cada evaluación obtenidas al azar en las cuatro repeticiones de cada tratamiento sumando diez plántulas por repetición durante la investigación.

### **Longitud de Radícula (LR)**

La estimación de esta variable se realizó con la medición en centímetros de cinco radículas de cinco plántulas seleccionadas al azar de cada repetición en cada tratamiento al séptimo y decimo cuarto día posterior a la siembra.

### **Invernadero**

### **Capacidad de Emergencia (CE %)**

Esta variable se obtuvo al contar las plántulas emergidas que presentaron seis 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 seis mm sobre la superficie del suelo. Se utilizó la fórmula de (Maguire, 1962).

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

Donde:

IVE = Índice de Velocidad de Emergencia.

No. P = Número de plántulas emergidas.

d = Días después de la siembra.

### **Longitud de Plúmula (LP)**

Esta variable se estimó en cinco plántulas seleccionadas al azar en cada repetición de cada tratamiento en cada una de las evaluaciones al séptimo y decimo cuarto día después de la siembra, reportándose las longitudes en centímetros.

## Longitud de Radícula (LR)

La estimación de esta variable se realizó con la medición en centímetros de cinco radículas de cinco plántulas seleccionadas al azar de las repeticiones en cada tratamiento en cada evaluación las cuales fueron al séptimo y decimo cuarto día posterior a la siembra.

### Análisis Estadístico

Las variables evaluadas fueron analizadas mediante un diseño completamente al azar, utilizándose diez tratamientos con cuatro repeticiones bajo el siguiente modelo estadístico (Steel y Torrie, 1985).

**Modelo Lineal:**

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

Donde:

$Y_{ij}$  = Variable observada

$\mu$  = Media general

$\alpha_i$  = Efecto de tratamientos

$E_{ij}$  = Error experimental

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

$j$  = 1.....4 repeticiones

Para conocer el efecto de los nueve tratamientos sobre la semilla de cada una de las especies se realizaron pruebas tanto en laboratorio como invernadero.

## IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A continuación se presentan los cuadros y figuras con los resultados obtenidos de cada Tratamiento aplicado en semilla de Zacate Buffel (*Cenchrus ciliaris* L.) en laboratorio e invernadero.

### 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 Zacate Buffel (*Cenchrus ciliaris* L.) en laboratorio.

FV	GL	CAPACIDAD DE GERMINACIÓN				VIGOR				
		PN %	PA %	SSG %	G	IVG Pta/Día	LMP (cm)		LMR (cm)	
					PN + PA		7 Días	14 Días	7 Días	14 Días
<b>Tratamientos</b>	<b>9</b>	785.43**	116.45**	1446.71**	1446.71**	0.386 <sup>NS</sup>	3.781**	4.317**	0.599**	0.59**
<b>Error</b>	<b>30</b>	57.033	18.233	106.133	106.13	0.151	0.209	0.217	0.11	0.094
<b>CV</b>		29.55	35.14	16.53	27.32	50.92	21.24	17.78	27.64	24.065
<b>Comparación de medias</b>	<b>T1</b>	12.0 cd	7.0 b	81.0 ab	19.0 cd	0.325	0.96 cd	<b>1.125 c</b>	0.75 bc	1.28 ab
	<b>T2</b>	24.5 bcd	13.0 b	62.5 bc	37.5 bc	1.118	2.25 b	2.780 b	1.46 ab	1.35 ab
	<b>T3</b>	21.0 bcd	10.0 b	69.0 abc	31.0 bcd	0.432	2.28 b	2.830 b	1.45 ab	<b>1.73 a</b>
	<b>T4</b>	29.0 bc	15.0 b	56.0 c	44.0 b	0.932	2.16 b	2.820 b	1.19 abc	1.22 ba
	<b>T5</b>	<b>6.5 d</b>	6.0 b	<b>87.5 a</b>	<b>12.5 d</b>	0.307	<b>0.62 d</b>	<b>0.960 c</b>	<b>0.41 c</b>	<b>0.43 c</b>
	<b>T6</b>	17.0 cd	12.0 b	71.0 abc	29.0 bcd	0.839	1.78 bc	2.330 b	0.90 abc	0.85 bc
	<b>T7</b>	22.5 bcd	10.0 b	67.5 abc	32.5 bcd	1.100	2.11 b	2.660 b	1.32 ab	1.23 ab
	<b>T8</b>	29.5 bc	12.0 b	58.5 bc	41.5 bc	0.843	<b>3.51 a</b>	<b>4.235 a</b>	1.47 ab	1.54 ab
	<b>T9</b>	37.0 b	11.0 b	52.0 c	48.0 b	1.039	2.05 bc	2.490 b	<b>1.60 a</b>	1.53 ab
	<b>T10</b>	<b>56.5 a</b>	<b>25.5 a</b>	<b>18.0 d</b>	<b>82.0 a</b>	0.696	<b>3.80 a</b>	<b>4.000 a</b>	1.43 ab	1.56 ab
<b>Valor DMS</b>		18.216	10.3	24.849	24.849	0.937	1.103	1.125	0.800	0.739

\*\* = Nivel de significancia (0.01 %), \* = Nivel de significancia (0.05 %), NS = No significativo, PN = Plantas normales, PA = Plantas anormales, SSG = Semilla sin germinar, G = Germinación, IVG = Índice de velocidad de germinación, LPM = Longitud media de plúmula, LPR = Longitud media de radícula. Medias con la misma literal son estadísticamente iguales, Medias sin literal estadísticamente igual.

## Capacidad de germinación

De acuerdo al análisis de varianza se encontraron diferencias altamente significativas para la variable plantas normales (PN). En la comparación de medias se encontró que el Tratamiento 10 y 9 reportan el mayor número de plántulas normales con 56.5 y 37 % siendo estadísticamente diferentes, en el caso de los Tratamientos 8 y 4 reportaron 29.5 y 29 % respectivamente, respondiendo estadísticamente iguales. Por otro lado el Tratamiento 5 nos reporta 6.5 % el cual fue superado por el testigo obteniendo una media 12 %.

Para plántulas anormales (PA) de acuerdo al ANVA hay diferencias altamente significativas, en la comparación de medias se puede observar que el Tratamiento 10 generó un mayor número de plántulas anormales con una media de 25.5 %, mientras el resto de los Tratamientos se comportaron estadísticamente iguales.

En lo referente a semilla sin germinar (SSG) el análisis de varianza nos indica que hay diferencias altamente significativas entre los Tratamientos. Los resultados en la comparación de medias nos señala que el Tratamiento 5 arroja el mayor porcentaje de semilla sin germinar con una media de 87.5 %, seguido por el Testigo con 81 %, mientras los Tratamientos 6, 3 y 7 estadísticamente iguales reportaron 71, 69 y 67.5 % respectivamente de SSG. Por otra parte el Tratamiento 10 reportó el menor porcentaje de semilla sin germinar (18 %) siendo este el mejor. Numéricamente los tres mejores Tratamientos corresponden a semilla sometida a bajas temperaturas (5°C) durante 7 días.

En la variable germinación (G) los resultados del análisis de varianza indican diferencias altamente significativas en los Tratamientos. En la comparación de medias se observa al Tratamiento 10 con mayor germinación (82 %), seguido por los Tratamientos 9 y 4 con (48 y 22 % respectivamente), los cuales son estadísticamente iguales, mientras que los Tratamientos 8 y 2 obtuvieron una media de 41.5 y 37.5 %

siendo estadísticamente iguales, mientras el Tratamiento 5 reportó 12.5 % de germinación..

Numéricamente se puede observar que los Tratamientos 10, 9 y 4 fueron los más sobresalientes, esto significa que la semilla de Zacate Buffel tratada con almacenamiento, más la aplicación de bajas temperaturas (5° C durante 7 días) y biorreguladores ayudan a eliminar la latencia aumentando el grado de germinación (Figura 4.1).

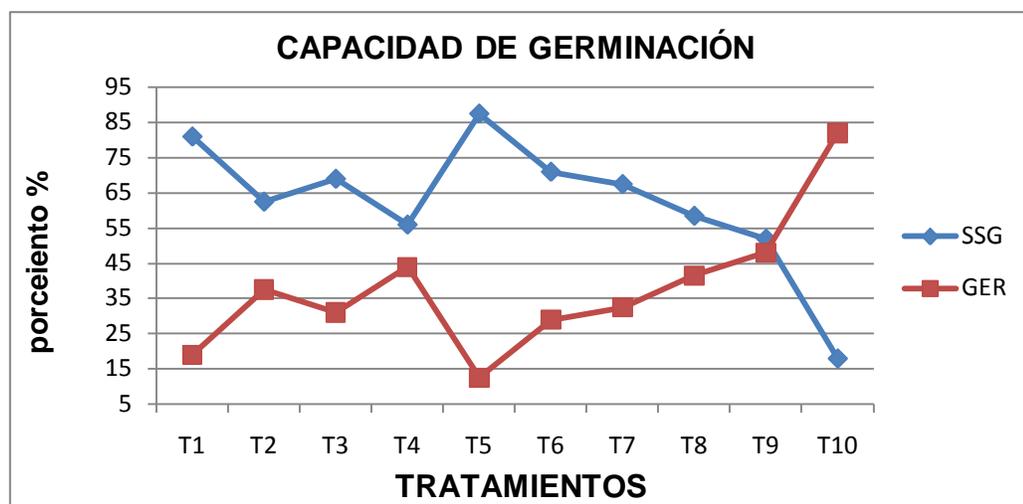


Figura 4.1. Porcentaje de germinación de semilla de Zacate Buffel (*Cenchrus ciliaris* L.) a los 14 días después de la siembra en laboratorio.

## Vigor

Al analizar los resultados del índice de velocidad de germinación (IVG) (Cuadro 4), el análisis de varianza nos señala que no hay diferencias significativas, por lo que todos los Tratamientos son estadísticamente iguales, sin embargo, al observar la comparación de medias podemos darnos cuenta que numéricamente el Tratamiento 2, 7 y 9 obtuvieron un mayor IVG (1.118, 1.1 y 1.03 plántulas/día respectivamente). Mientras que el Tratamiento 5 reporta el menor IVG con una media de 0.3 plántulas/día, comportándose como el peor Tratamiento (Figura 4.2).

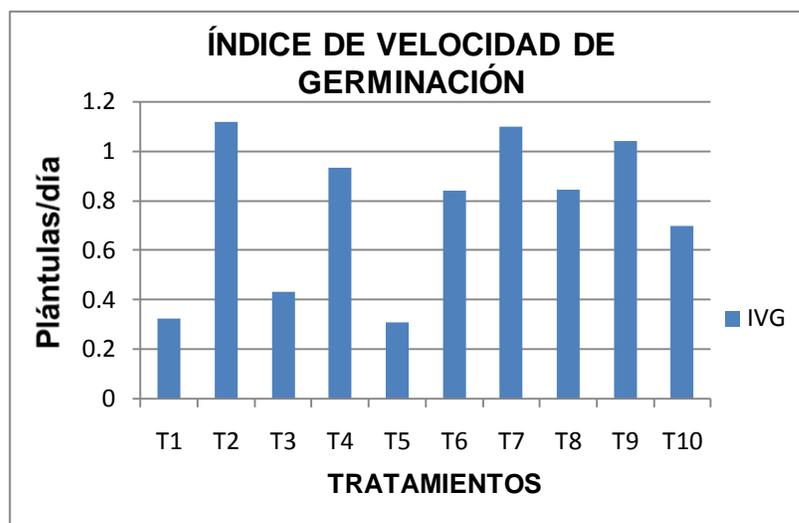


Figura 4.2. Índice de velocidad de germinación de semilla de Zacate Buffel (*Cenchrus ciliaris* L.) a los 14 días después de la siembra en diferentes tratamientos en laboratorio.

Por otra parte la variable longitud media de plúmula (LMP) fue evaluada a los 7 y 14 días, de acuerdo al análisis de varianza (Cuadro 4) nos muestra diferencias altamente significativas. En la comparación de medias se observa que a los 7 días los Tratamientos 10 y 8 desarrollaron mayor longitud de plúmula obteniendo 3.8 y 3.51 cm, siendo estadísticamente iguales, seguidos por los Tratamientos 3, 2, 4, y 7 con valores de 2.28, 2.25, 2.16 y 2.11 cm respectivamente los cuales son estadísticamente iguales, mientras el Tratamiento 5 obtuvo menor longitud de plúmula con una media de 0.62 cm.

En la segunda evaluación realizada a los 14 días, nuevamente los Tratamientos 8 y 10 se mantuvieron como los mejores, reportando 4.23 y 4 cm respectivamente, mientras los Tratamiento de menor desarrollo de plúmula fueron el 1 y 5, reportando 1.12 y 0.96 cm respectivamente. Se puede constatar el ácido giberélico tienen un mayor efecto en el crecimiento de plúmula (Figura 4.3).

En lo que respecta a longitud media de radícula (LMR), los resultados para esta variable que fue evaluado a los 7 y 14 días se encontraron diferencias altamente significativas entre los Tratamientos. A los 7 días el Tratamiento 9 fue el de mayor longitud de radícula con 1.6 cm, le siguieron los Tratamientos 8, 2, 3, 10 y 7 con valores de 1.47, 1.46, 1.45, 1.43 y 1.32 cm los cuales estadísticamente se comportaron iguales, mientras que el Tratamiento 5 fue el que desarrollo menor longitud de radícula con media de 0.41.

Por otra parte a los 14 días de acuerdo a la comparación de medias el Tratamiento 3 sobresalió con una media de 1.73 cm, así continuaron los Tratamientos 10, 8, 9, 2, 1, 7 y 4 se comportaron estadísticamente iguales con medias de 1.56, 1.54, 1.53, 1.35, 1.28, 1.23 y 1.22 cm respectivamente, por ultimo los Tratamientos 6 y 5 estadísticamente diferentes fueron les de menor desarrollo radicular (Figura 4.4).

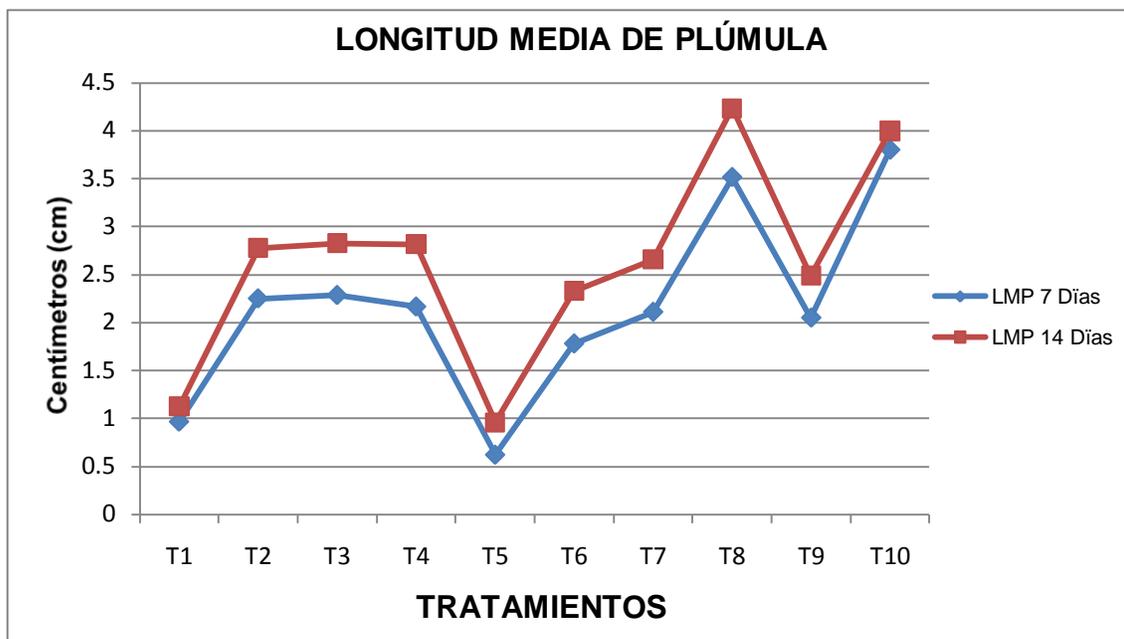


Figura 4.3. Representación grafica de longitud media de plúmula a los 7 y 14 días, en semilla de Zacate Buffel de 10 Tratamientos en laboratorio.

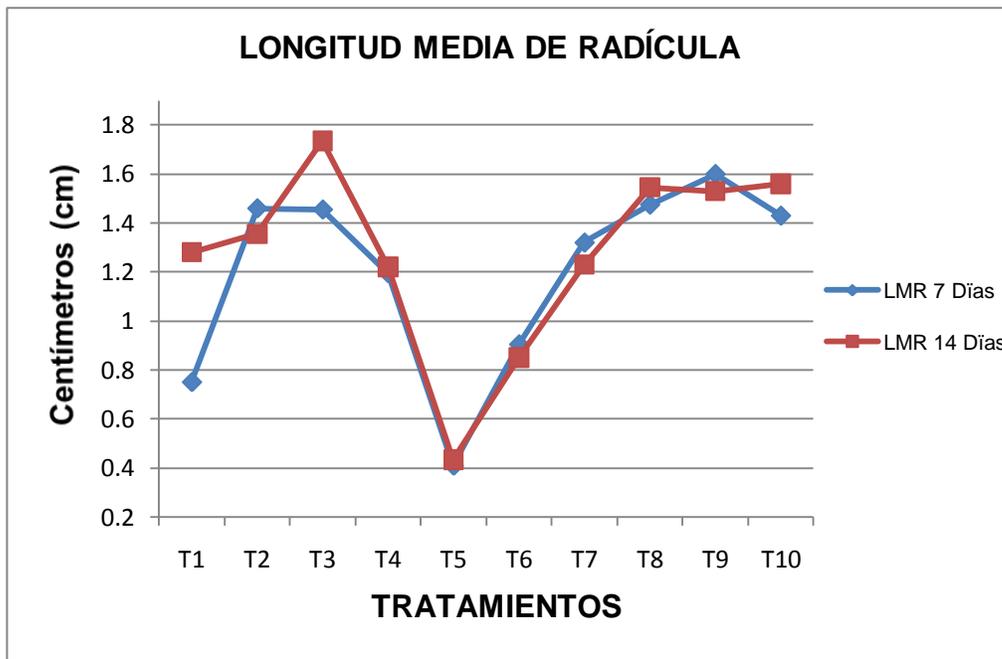


Figura 4.4. Representación grafica de longitud media de radícula a los 7 y 14 días, en semilla de Zacate Buffel de 10 Tratamientos en laboratorio.

## Invernadero

A continuación en el cuadro 5 se presentan los resultados de los efectos de la aplicación de biorreguladores, temperaturas y el efecto de almacenamiento aplicados en semilla de Zacate Buffel (*Cenchrus ciliaris* L.) a nivel de invernadero. Así como también las figuras de las variables estudiadas.

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 de Zacate Buffel (*Cenchrus ciliaris* L.) en invernadero.

FV	GL	CAPACIDAD DE GERMINACIÓN				VIGOR				
		CG %			G	IVE	LMP (CM)		LMR (cm)	
		PN	PA	SSG	%	%	7 Días	14 Días	7 Días	14 Días
Tratamientos	9	498.67**	19.35**	685.44**	685.44**	584.69**	6.472**	28.986**	5.114**	12.422**
Error	30	22.3	3.425	34.525	34.52	14.98	0.4601	1.396	0.3406	0.78
CV		23.205	37.19	7.86	23.20	24.28	25.19	19.831	29.05	21.405
Comparación de media	T1	16.0 d	3.75 b	<b>80.25 a</b>	<b>19.75 d</b>	<b>0.325 e</b>	<b>0.965 c</b>	<b>1.125 f</b>	0.751 de	<b>1.28 f</b>
	T2	<b>42.0 a</b>	<b>10.0 a</b>	48.0 d	<b>52.0 a</b>	<b>35.39 a</b>	3.41 ab	7.89 abc	2.76 abc	5.22 abc
	T3	12.5 d	4.5 b	<b>83.0 a</b>	<b>17.0 d</b>	8.37 cde	<b>1.73 c</b>	5.13 cde	1.17 de	3.25 cdef
	T4	14.5 d	2.5 b	<b>83.0 a</b>	<b>17.0 d</b>	13.38 cd	3.61 ab	7.03 bcd	3.26 ab	5.22 abc
	T5	15.5 d	6.0 ab	78.5 ab	21.5 cd	12.15 cd	2.44 bc	4.56 de	1.64 cde	3.55 cde
	T6	19.5 cd	5.5 b	75.0 ab	25.0 cd	16.88 bc	3.83 ab	7.24 bcd	2.10 bcd	4.50 bcd
	T7	9.5 d	3.0 b	<b>87.5 a</b>	<b>12.5 d</b>	6.38 de	<b>1.335 c</b>	3.83 ef	1.04 de	2.94 def
	T8	10.0 d	3.0 b	<b>87.0 a</b>	<b>13.0 d</b>	6.69 de	<b>1.33 c</b>	4.15 e	<b>0.57 e</b>	2.32 ef
	T9	29.0 bc	5.5 b	65.5 bc	34.5 bc	24.98 b	3.91 ab	8.20 ab	<b>3.64 a</b>	6.03 ab
	T10	35.0 ab	6.0 ab	59.0 cd	41.0 ab	<b>34.80 a</b>	<b>4.35 a</b>	<b>10.41 a</b>	3.14 ab	<b>6.94 a</b>
Valor DMS		11.391	4.464	14.173	14.173	9.3357	1.6363	2.8504	1.4077	2.1303

\*\* = Nivel de significancia (0.01 %), \* = Nivel de significancia (0.05 %), NS = No significativo. PN = Plantas normales, PA = Plantas anormales, SSG = Semilla sin germinar, G = Germinación, IVE = Índice de velocidad de emergencia, E = Emergencia, LPM = Longitud media de plúmula, LPR = Longitud media de radícula. Medias con la misma literal son estadísticamente iguales, Medias sin literal estadísticamente igual.

### **Capacidad de germinación.**

Los resultados del análisis de varianza (Cuadro 5) nos reporta diferencias altamente significativas entre los Tratamientos para plántulas normales (PN), la comparación de medias nos muestra a los Tratamientos 2, 10, 9 y 6 con mayor número de plantas normales con 42, 35, 29 y 19.5 % respectivamente, respondiendo estadísticamente diferentes, mientras los Tratamientos 1, 5, 4, 3, 8 y 7 fueron estadísticamente iguales.

En lo referente a plantas anormales (PA), el análisis de varianza nos reporta diferencias altamente significativas, en la comparación de medias el Tratamiento 2 es el de mayor número de plantas anormales (10 %), seguido de los Tratamientos 5 y 10 siendo numérica y estadísticamente iguales con una media de 6 %, mientras los Tratamientos 9, 6, 3, 1, 8, 7 y 4 respondieron estadísticamente iguales.

Para semilla sin germinar (SSG), el ANVA nos muestra diferencias altamente significativas en los Tratamientos y la comparación de medias nos refleja que los Tratamientos 7, 8, 3, 4 y 1 obtuvieron los porcentaje más altos de SSG (87.5, 87, 83, 83 y 80.25 % de germinación respectivamente), respondiendo estadísticamente iguales, por otra parte los mejores Tratamiento fueron el 9, 10 y 2 obteniendo 65.6, 59 y 48 % respectivamente, los cuales se comportaron estadísticamente diferentes (Figura 5.1).

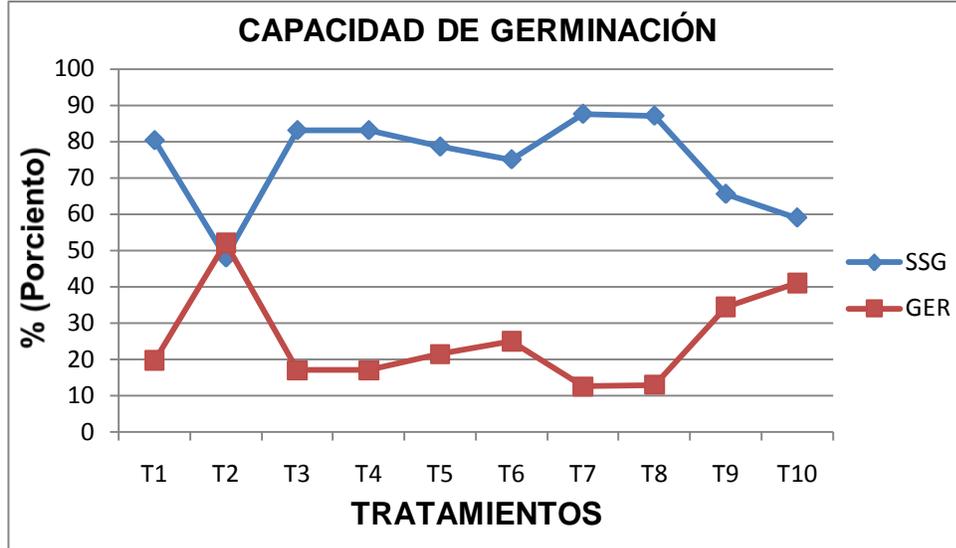


Figura 5.1. Porcentaje de germinación de semilla de Zacate Buffel (*Cenchrus ciliaris* L.) a los 14 días después de la siembra en invernadero.

En la variable germinación (G) los resultados del análisis de varianza (Cuadro 5) nos reporta diferencias altamente significativas, de acuerdo a la comparación de medias se puede observar que el Tratamiento 2 obtuvo el mayor porcentaje de germinación con media de 52 % el cual corresponde a semilla tratada solamente con efecto de almacenamiento, le sigue el Tratamientos 10 y 9 con medias de 41 y 34.5 % respectivamente, siendo estadísticamente diferentes, posteriormente el Tratamiento 6 y 5 con medias de 25 y 21.5 %. Mientras los Tratamientos 3, 4, 8 y 7 se comportaron estadísticamente iguales al Testigo, numéricamente el Tratamiento 7 obtiene el menor porcentaje de emergencia (12.5 %).

### Vigor.

Para el índice de velocidad de emergencia (IVE) el análisis de varianza muestra diferencias altamente significativas entre los Tratamientos. De acuerdo a la comparación de medias los Tratamientos 2 y 10 tuvieron mayor IVE con 35.39 y 34.8 % respectivamente, los cuales se comportaron estadísticamente iguales, seguidos

por el Tratamiento 9 y 6 con 24.9 y 16.8 % siendo estadísticamente diferentes, mientras que el Testigo reportó menor índice velocidad de emergencia con media de 0.32 %. Numéricamente con el puro efecto de almacenamiento se obtuvo el mayor IVE (Figura 5.2)

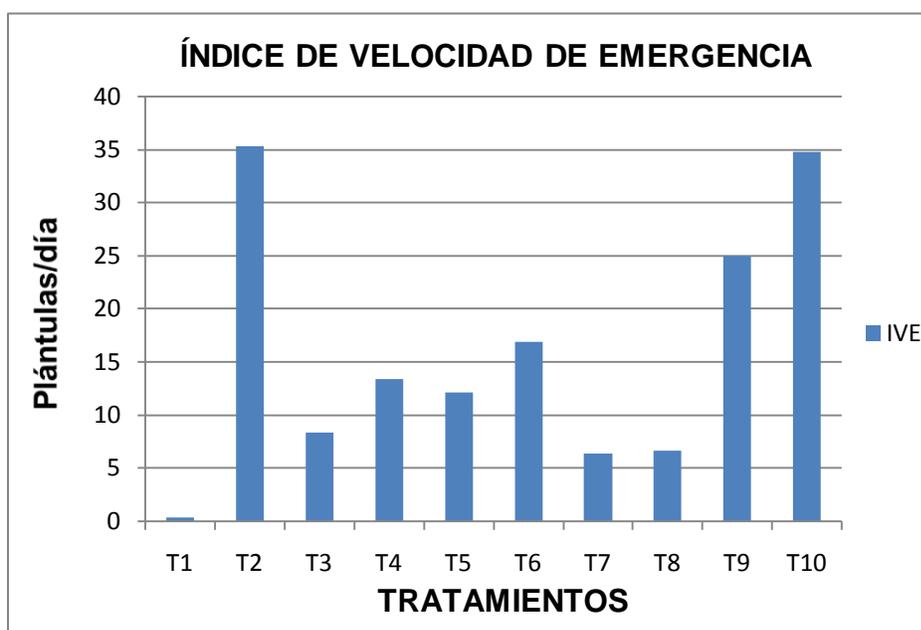


Figura 5.2. Comportamiento del índice de velocidad de emergencia de 10 tratamientos en semilla de Zacate Buffel (*Cenchrus ciliaris* L.) en invernadero.

Al igual que en laboratorio la longitud media de plúmula (LMP) en invernadero fue de la misma manera evaluándose a los 7 y 14 días, de acuerdo a los resultados del análisis de varianza existen diferencias altamente significativas, a los 7 días el Tratamiento 10 fue el que desarrollo mayor longitud de plúmula con una media de 4.35 cm, le siguieron los tratamientos 9, 6, 4 y 2 con medias de 3.91, 3.83, 3.61 y 3.41 cm respectivamente, los cuales respondieron estadísticamente iguales, mientras que el Tratamiento 5 fue tercero con valor de 2.44 cm, los de menor desarrollo de plúmula fueron los Tratamientos 3, 7, 8 y 1 respondiendo estadísticamente iguales.

Por otra parte a los 14 días nuevamente el Tratamiento 10 se mantiene con mayor LMP con media de 10.41 cm, seguido por el Tratamiento 9 y 2 con 8.2 y 7.89 cm, siendo estadísticamente diferentes, mientras que el Testigo fue el de menor desarrollo de plúmula con media de 1.12 cm (Figura 5.3).

En lo correspondiente a longitud media de radícula (LMR) al análisis de varianza nos arroja diferencias altamente significativas, en la comparación de medias se puede contrastar al Tratamiento 9 con mayor LMR a los 7 días con una media de 3.64 cm, seguido por el Tratamiento 4 y 10 con 3.26 y 3.14 respectivamente, siendo estadísticamente iguales, mientras que el Tratamiento 2 fue tercero con una media de 2.76 cm. Cabe mencionar que los tres Tratamientos con mayor desarrollo radicular corresponden a los sometidos a bajas temperaturas (Tratamiento 4, 9 y 10) ya que numéricamente fueron los más sobresalientes. El Tratamiento de menor desarrollo radicular fue el 8 con valor de 0.57 cm.

Sin embargo, en la segunda evaluación (14 días) se observa que el Tratamiento 10 fue el más sobresaliente con una media de 6.94 cm, seguido por el Tratamiento 9 con 6.03 cm, así continuaron los Tratamientos 2 y 4 con 5.225 y 5.22 cm respectivamente, los cuales respondieron estadísticamente iguales. Mientras el Testigo fue el de menor desarrollo radicular con 1.28 cm. Nuevamente los Tratamientos sometidos a bajas temperaturas con las aplicaciones de biorreguladores fueron los de mayor desarrollo radicular (Figura 5.4).

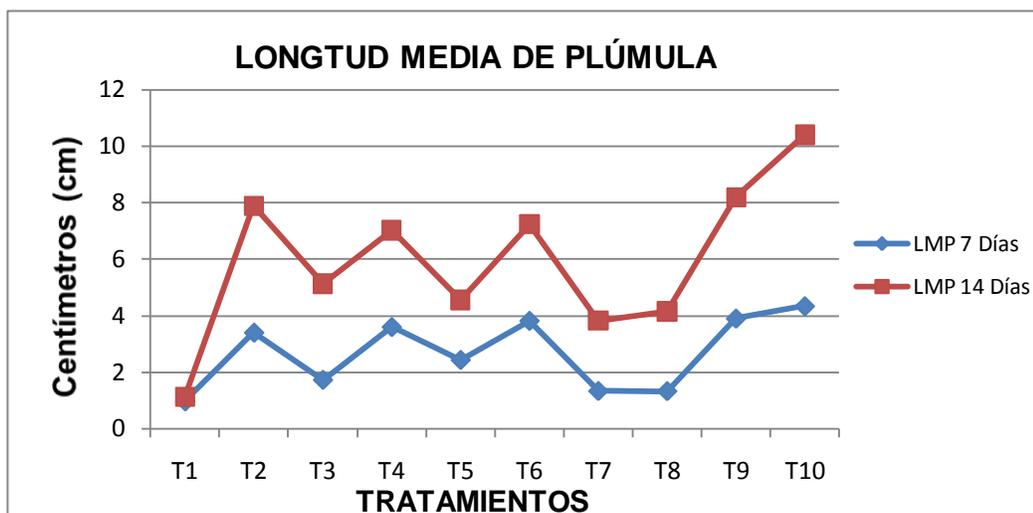


Figura 5.3. Representación grafica de longitud media de plúmula a los 7 y 14 días en semilla de Zacate Buffel de 10 Tratamientos en invernadero.

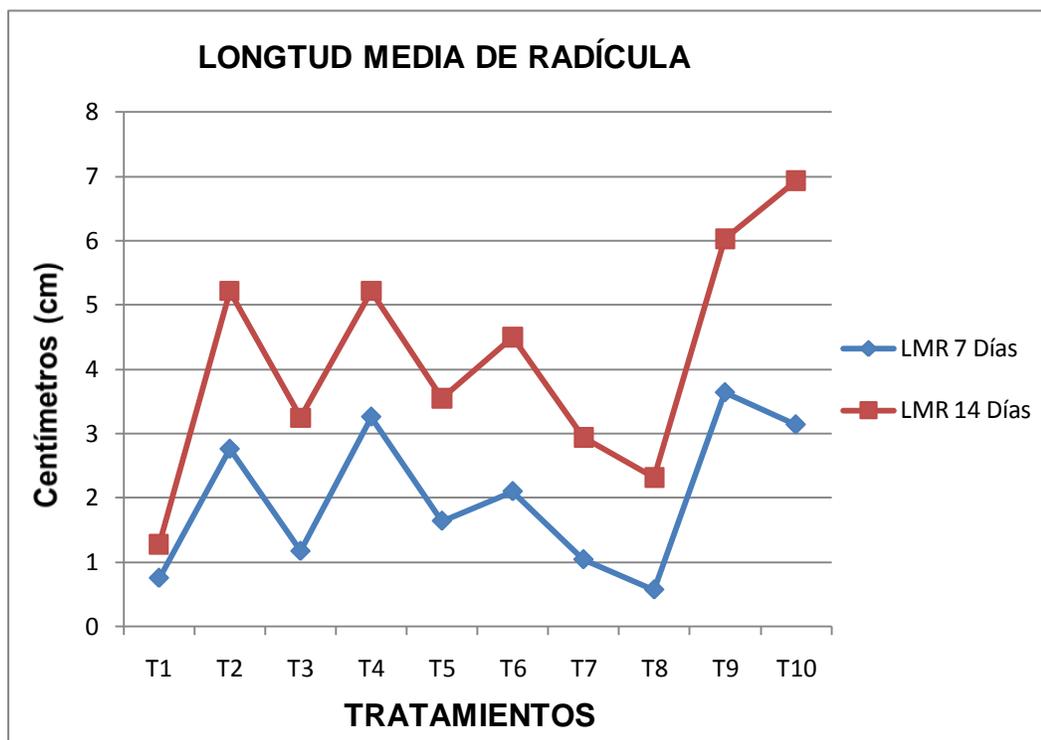


Figura 5.4. Representación grafica de longitud media de radícula a los 7 y 14 días, en semilla de Zacate Buffel de 10 Tratamientos en invernadero.

## V. CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos del análisis de varianza y las condiciones donde se realizó el presente trabajo de investigación se concluye lo siguiente:

La latencia de la semilla de Zacate Buffel fue afectada por la condición de almacenamiento ya que a nivel de laboratorio la semilla tratada con el simple efecto de almacenamiento se incrementó el porcentaje de germinación, lo cual se cumple el objetivo del presente trabajo de investigación. Sin embargo, la aplicación de bajas temperaturas y sus combinaciones con biorreguladores reflejaron resultados positivos superiores en la germinación, los Tratamientos con estos factores fueron superiores al Testigo y al tratado con el puro efecto de almacenamiento,

Al analizar cada una de las variables estudiadas se puede decir que la aplicación de bajas temperaturas y la combinación de los productos estimulantes (Producto comercial Biozyme – PP y Ácido giberélico) se obtiene resultados positivos para las variables Plantas normales y Semillas sin germinar.

Por otro lado el efecto de almacenamiento ayuda a obtener una mayor índice de velocidad de germinación.

Además la aplicación de Ácido giberélico y temperaturas bajas o temperaturas alternas (Altas y bajas) ayudan a obtener plantas con mayor desarrollo de plúmula.

A nivel de invernadero el efecto de almacenamiento es el único factor que ayudo a obtener un mayor porcentaje de germinación, mayores porcentajes de plántulas normales, porcentajes mínimos de semillas sin germinar y mayores índices de velocidad de germinación.

Sin embargo, la aplicación de bajas temperaturas y productos estimulantes ayudan a obtener plantas con un mayor desarrollo de radícula y de plúmula, para estas dos

variables (LMP y LMR) la mejor combinación es el almacenamiento más la aplicación de bajas temperaturas y ácido giberélico.

Los resultados de esta investigación nos muestra que con el almacenamiento es posible disminuir el grado de latencia que presenta la semilla de Zacate Buffel, sin embargo, es importante realizar experimentos con diferentes periodos de almacenamiento con el fin de determinar cual es el periodo de almacenamiento más efectivo para obtener el mayor porcentaje de germinación y hasta cuando la semilla deja de ser semilla viable.

## VI. LITERATURA CITADA

Baskin, C. C and J. M. Baskin. 1998. Seeds. Ecology, Biogeography and Evolution of Dormancy and Germination. Academic Press. pp. 27-47.

Buttler, J. E. 1985. Germination of buffel grass (*Cenchrus ciliaris*). Seed Sci. & Technol. 13: 538 – 591.

Camacho, M. F. 1994. Dormición de semillas, causas y tratamientos. Primera edición. Editorial TRILLAS, S.A. de C.V. México, D.F. pp 17.

Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), 1991. Elementos esenciales para el éxito de un programa de semilla. Guía de estudios para ser usada como complemento de la unidad audiotutorial sobre el mismo teme. Cali, Colombia. pp. 7-9.

Copeland, L. O. 1976. Principles of seed Science and Tecnology. Ed Burgess Publishing Company. Minneapolis, Minnesota. USA.

Copeland, L. O. And M. B. Mcdonald. 1985. Principles Of Seed Science And Tecnology. 2a. Ed. Burgess Publishing Company. Minneapolis, Minnesota. USA..

Crocker, W. 1916. Mechanics Of Dormancy In Seeds. Ann J. Bot. 3.P. 99-120. USA.

Cunha, 2005. [www.seednews.inf.br/espanhol/seed94/artigocapa94\\_esp.shtml](http://www.seednews.inf.br/espanhol/seed94/artigocapa94_esp.shtml)

Flores, H. A. 2004. Introducción a la tecnología de las semillas. Primera edición. Universidad Autónoma Chapingo, Texcoco, Edo. De México. Pp 13,53,57,58,65,61 y 149,

Gómez, M. R. 2003. Utilización de coadyuvantes de la germinación en semilla de zacate Buffel (*Cenchrus ciliaris* L.) variedad común. Tesis de licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Saltillo, Coahuila, México.

Hartman, H. T. y D. E. Kester. 1999. Propagación de plantas. Principios y prácticas. (Trad.) Marino, A. A. Compañía Editorial Continental. México. Tercera impresión. pp. 136-150.

Herrera, C. F. 1995. Efecto de diferentes métodos para romper latencia de semillas en cuatro especies de gramíneas forrajeras. Tesis UAAAN. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Saltillo, Coahuila.

Jiménez, M. A. 2001. Conservación de forraje para la alimentación del ganado. Universidad Autónoma Chapingo. Texcoco, Edo. De México.

Jiménez, M. A. 1990. Semillas forrajeras para siembra. Primera edición. Universidad Autónoma Chapingo, Texcoco, Edo. De México. P 13

Maguire, J. D. 1980. Seed dormancy and germination. Adv. in Res. and Technol. of seeds.

Metcalf, L. R. 1976. The botany of grasses and legumes. The Iowa State University press/ Ames, Iowa. USA. pp 80-87.

Maldonado, J. D. 2005. Métodos de análisis de pureza física para determinar semilla pura viable en cinco gramíneas forrajeras. Tesis. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Saltillo, Coahuila.

Moreno, M. E. 1996. Análisis físico y biológico de semillas agrícolas. Tercera edición. Universidad Nacional Autónoma de México, México, D.F.

Peretti, A. 1994. Manual para análisis de semillas. INTA. Editorial Hemisferio Sur. Buenos Aires Argentina. 281 p.

Pina, L. J. A. 2008. Propagación de plantas. Editorial Universidad Politécnica de Valencia. Pp 10, 54-55-56, 94.

Rodríguez, S. A. C. 2003. Forraje verde hidropónico. Primera edición. Editorial DIANA, S.A. de C. V. México, D.F. pp 12.

Salisbury, F. B. y C. W. Ross. 1994. Fisiología vegetal. Grupo editorial Iberoamericana S. A. de C. V. México, D. F. 759 p.

Samperio, R. G. 1999. Hidroponía comercial. Primera edición. Editorial DIANA. México, D.F. Pp 11-12.

Sandoval, I. E. 2001. La revista internacional de semillas. No 5. Año V. P. 9, 10-11.

Serrato, C. V. M. 1995. Curso de capacitación en tecnología de semillas a extensionistas. Ministerio de agricultura y ganadera. San Salvador, El Salvador. C. A.

Terenti, O. A. 2004. Calidad de semilla. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. [www.inta.gob.ar/sanluis/info/documentos/Semillas/Cal\\_semillas.htm](http://www.inta.gob.ar/sanluis/info/documentos/Semillas/Cal_semillas.htm)

Valdez, O. A. 1998. La Latencia En Semillas Forrajeras. Memoria Para El Curso De Producción De Semillas Forrajeras, UAAAN México.