

**UTILIZACIÓN DE TEMPERATURAS Y ALMACENAMIENTO COMO MEDIO
PARA ROMPER LATENCIA EN SEMILLAS DE CUATRO ESPECIES DE
GRAMÍNEAS FORRAJERAS**

FRANCISCO AVILA REBOLLAR

TESIS

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL

PARA OBTENER EL GRADO DE:

**MAESTRO EN TECNOLOGÍA
DE GRANOS Y SEMILLAS**

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
ANTONIO NARRO**

Buenavista, Saltillo, Coahuila.



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

SUBDIRECCIÓN DE POSTGRADO

UTILIZACIÓN DE TEMPERATURAS Y ALMACENAMIENTO COMO MEDIO
PARA ROMPER LATENCIA EN SEMILLAS DE CUATRO GRAMÍNEAS
FORRAJERAS.

TESIS POR:

FRANCISCO AVILA REBOLLAR

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

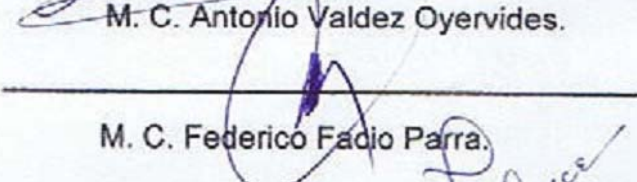
MAESTRO EN TECNOLOGÍA DE GRANOS Y SEMILLAS

COMITE PARTICULAR

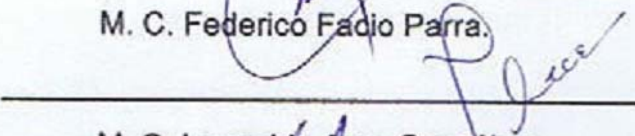
Asesor principal:

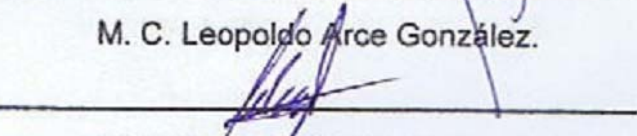

M. C. Antonio Valdez Oyervides.

Asesor:


M. C. Federico Fadio Parra.

Asesor:


M. C. Leopoldo Arce González.


Dr. Fernando Ruíz Zarate

Subdirector de Postgrado

Buenavista. Saltillo. Coahuila, Junio 2011

AGRADECIMIENTO

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

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

Agradezco al M.C. Antonio Valdez Oyervides por su asesoría e interés sin límite en la realización de este trabajo de Tesis. Así mismo por la amistad y confianza que me brindo a lo largo de este tiempo.

AL M.C. Federico Facio Parra por su gran apoyo recibido para la realización de este trabajo de investigación. Así mismo por la amistad y confianza que me brindó. Gracias.

Al M.C. Leopoldo Arce González por su revisión y recomendaciones para una mejor presentación de este trabajo, así como por su amistad a lo largo de los años.

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

Al Ing. Elyn Bacópulos Telléz, por el apoyo, amistad y consejos que siempre me ha brindado.

A la L.C.Q Magdalena Olvera Esquivel por el apoyo brindado en laboratorio y en la elaboración de esta tesis

DEDICATORIA

A DIOS:

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

Y de forma muy especial:

A mi familia, que enfrentó a mi lado todos los desafíos de este trabajo; porque siempre me incentivaron y creyeron en mí.

Al Ing. Manuel A. Burciaga Vera, por incentivarme en esta vida, por su amistad y recomendaciones.

En memoria del Ing. José Reyes Vaquera Chávez †.

Por guiarme en esta vida, por su amistad y consejos, por esa gran valentía y sacrificio que mostró siempre, no tengo más que decirles que lo quiero mucho y lo extrañaré.

COMPENDIO

UTILIZACIÓN DE TEMPERATURAS Y ALMACENAMIENTO COMO MEDIO PARA ROMPER LATENCIA, EN SEMILLAS DE CUATRO GRAMÍNEAS FORRAJERAS.

POR:

FRANCISCO AVILA REBOLLAR

MAESTRÍA EN TECNOLOGÍA DE GRANOS Y SEMILLAS
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRÁRIA ANTONIO NARRO

M.C. ANTONIO VALDEZ OYERVIDES

-Asesor-

Palabras clave: Germinación, Latencia, Temperaturas, Almacenamiento, Vigor.

Para que se realice la germinación en semillas con latencia o durmientes es necesario que se eliminen los mecanismos fisiológicos que la inhiben, esto ocurre bajo la influencia de ciertos factores físicos, fisiológicos, genéticos y ambientales que no siempre corresponden a las semillas con latencia, por lo anterior, se llevó a cabo este trabajo de investigación cuyo objetivo fue

eliminar la latencia que presentaba la semilla de cuatro especies de gramíneas forrajeras utilizando almacenamiento y la combinación de temperaturas alternas..

Dentro de la presente investigación se utilizaron cuatro especies de gramíneas forrajeras las cuales fueron: Rhodes, (*Chloris gayana* L.), Buffel (*Cenchrus ciliaris* L.), Guinea (*Panicum maximum* L.) y Cultivar Mulato II (*Brachiaria* Híbrido CIAT 36087); bajo condiciones de laboratorio e invernadero; los tratamientos evaluados para ambas condiciones fueron cuatro: T1= Semilla de recién cosecha (Testigo), T2= Semilla sin tratar, únicamente con el efecto de almacenamiento, T3= Semilla tratada con temperaturas altas de 3 °C durante 25 horas y 35°C durante 24 horas, T4= Semilla tratada con temperaturas de 5 °C durante 7 días. Los parámetros que se evaluaron fueron **Capacidad de Germinación** bajo las variables: plántulas normales (**PN**), plántulas anormales (**PA**), semilla sin germinar (**SSG**) y germinación estándar (**GS**) y el parámetro de **Vigor** bajo las variables de: Índice de velocidad de germinación, evaluado en laboratorio (**IVG**), Índice de velocidad de emergencia evaluado en invernadero (**IVE**), Longitud media de plúmula (**LMP**), Longitud media de radícula (**LMR**). Los resultados fueron analizados mediante un diseño completamente al azar con cuatro repeticiones y se utilizó el paquete estadístico SAS versión 6.0 además de la prueba de DMS para la comparación de medias. Los resultados en laboratorio e invernadero indican que se presentaron diferencias altamente significativas entre tratamientos y entre periodos de almacenamiento, destacando que las especies *Chloris gayana* L. y *Panicum maximum* L.,

responden positivamente a las temperaturas alternas y a los periodos de almacenamiento en las variables de capacidad de germinación (**GS** germinación estándar) y todas las variables de vigor; en la especie *Cenchrus ciliaris* L., la variable de capacidad de germinación (**GS** germinación estándar) y todas las variables de vigor; se ven incrementadas por las temperaturas de 5°C durante 7 días, combinadas con almacenamiento, igualmente la investigación señala que las semillas del Cultivar Mulato II (*Brachiaria* Híbrido CIAT 36087), se ve favorecidas en las variables de capacidad de germinación (**GS** germinación estándar) y todas las variables de vigor, por el solo uso del almacenamiento en los dos periodos de evaluación(laboratorio e invernadero).

ABSTRACT

**USING TEMPERATURE AND STORAGE AS A MEAN TO BREAK
DORMANCY IN SEEDS OF FOUR SPECIES OF FORAGE GRASSES.**

BY:

FRANCISCO AVILA REBOLLAR

MASTER'S IN GRAIN AND SEEDS TECHNOLOGY
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRÁRIA ANTONIO NARRO

M.C. ANTONIO VALDÉZ OYERVIDES

-Advisor-

Words key: Germination, Latency, Temperatures, Storage, Vigor.

To carry out the germination of dormant or dormant seeds is necessary to eliminate the physiological mechanisms that inhibit this occurs under the influence of certain physical, physiological, genetic and environmental factors that do not always correspond to the seeds with latency, because of this, was carried out this research aiming to eliminate the latency that had the fourth seed forage grasses and storage using a combination of alternating temperatures.

Within this study four species of grasses were used: Rhodes (*Chloris gayana* L.), buffel (*Cenchrus ciliaris* L.), guinea (*Panicum maximum* L.) and Cultivar Mulato II (*Brachiaria* Hybrid CIAT 36087); under laboratory and greenhouse conditions, the evaluated treatments for both conditions were four: T1= new crop seeds (control), T2= Seed untreated, only the effect of storage, T3= Seed treated with high temperatures 3 °C for 25 hours and 35 °C for 24 hours, T4= seeds treated with temperatures of 5 °C for 7 days. The variables evaluated were **Germination Capacity**: normal seedlings (**PN**), abnormal seedlings (**PA**), non-germinated seeds (**SSG**) and standard germination (**GS**) and **Vigor**: germination rate index, measured in laboratory (**IVG**) emergency speed index evaluated in the greenhouse (**IVE**), average length of plumule (**LMP**), average length of radicle (**LMR**). The results were analyzed using a completely randomized design with four replications using SAS version 6.0 in addition the DMS test for comparison of means was used. The laboratory and greenhouse results indicate that there were significant differences between treatments and storage periods, noting that the species *Chloris gayana* L., and *Panicum maximum* L., respond positively to alternating temperatures and storage periods with the variables germination capacity (standard germination **GS**) and all variables of vigor. In the specie *Cenchrus ciliaris* L., variable germination capacity (standard germination **GS**) and all variables of vigor, are exacerbated by the temperatures of 5 °C for 7 days, combined with storage, research also indicates that Cultivar Mulato II (*Brachiaria* Híbrido CIAT 36087), is favored in the germination capacity variables (standard germination **GS**) and all variables of vigor, for the sole use of storage in the two periods of evaluation (laboratory and greenhouse).

ÍNDICE DE CONTENIDO

	Página
ÍNDICE DE CUADROS.....	xii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xiii
INTRODUCCIÓN.....	1
Objetivos.....	4
REVISIÓN DE LITERATURA.....	5
MATERIALES Y MÉTODOS.....	15
Localización de la investigación.....	15
Material genético en estudio.....	16
Almacenamiento.....	16
Manejo de las semillas.....	16
Tratamientos evaluados en el estudio.....	17
Metodología.....	18
Etapa de laboratorio.....	18
Etapa de invernadero.....	18
Variables evaluadas.....	19
Capacidad de germinación.....	19
Vigor.....	19
Modelo Estadístico.....	21
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	22
Análisis estadístico para capacidad de germinación en la especie Rhodes (<i>Chloris gayana</i> L.).....	22
Capacidad de germinación para la especie Rhodes (<i>Chloris gayana</i> L.)...	25

Análisis estadístico para las variables de vigor para la especie Rhodes (<i>Chloris gayana</i> L.).....	28
Indicadores de vigor de la especie Rhodes (<i>Chloris gayana</i> L.).....	30
Análisis estadístico para capacidad de germinación en la especie Buffel (<i>Cenchrus ciliaris</i> L.).....	34
Capacidad de germinación para la especie Buffel (<i>Cenchrus ciliaris</i> L.)....	36
Análisis estadístico para las variables de vigor en la especie Buffel (<i>Cenchrus ciliaris</i> L.).....	39
Indicadores de vigor de la especie Buffel (<i>Cenchrus ciliaris</i> L.).....	41
Análisis estadístico para capacidad de germinación en la especie Guinea (<i>Panicum maximum</i> L.) Var. Tanzania.....	45
Capacidad de germinación para la especie Guinea (<i>Panicum maximum</i> L.) Var. Tanzania.....	47
Análisis estadístico para las variables de vigor en la especie Guinea (<i>Panicum maximum</i> L.) Var. Tanzania.....	50
Indicadores de vigor de la especie Guinea (<i>Panicum maximum</i> L.) Var. Tanzania.....	52
Análisis estadístico para capacidad de germinación para Cultivar Mulato II (<i>Brachiaria</i> Híbrido CIAT 36087).....	56
Capacidad de germinación para Cultivar Mulato II (<i>Brachiaria</i> Híbrido CIAT 36087).....	58
Análisis estadístico para las variables de vigor para el Cultivar Mulato II (<i>Brachiaria</i> Híbrido CIAT 36087).....	61
Indicadores de vigor para el Cultivar Mulato II (<i>Brachiaria</i> Híbrido CIAT 36087).....	63
CONCLUSIONES.....	67
RESUMEN.....	69
LITERATURA CITADA	71

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro	Página
3.1. Por ciento de pureza y germinación en las cuatro especies evaluadas antes de su almacenamiento.	14
3.2. Tratamientos empleados para la investigación.	15
4.1. Cuadrados medios, coeficientes de variación y comparación de medias de las variables de capacidad de germinación estudiadas en condiciones de laboratorio e invernadero para la especie Rhodes (<i>Choris gayana</i> L.)....	22
4.2. Cuadrados medios, coeficientes de variación y comparación de medias de las variables de vigor estudiadas en condiciones de laboratorio e invernadero para la especie Rhodes (<i>Choris gayana</i> L.).....	27
4.3. Cuadrados medios, coeficientes de variación y comparación de medias de las variables de capacidad de germinación estudiadas en condiciones de laboratorio e invernadero para la especie Buffel (<i>Cenchrus ciliaris</i> L.).....	33
4.4. Cuadrados medios, coeficientes de variación y comparación de medias de las variables de vigor bajo condiciones de laboratorio e invernadero para la especie Buffel (<i>Cenchrus Ciliaris</i> L.).....	38
4.5. Cuadrados medios, coeficientes de variación y comparación de medias de las variables de capacidad de germinación evaluadas en laboratorio e invernadero para la especie Guinea (<i>Panicum maximum</i> L.)Var. Tanzania.	44
4.6. Cuadrados medios, coeficientes de variación y comparación de medias de las variables de vigor estudiadas en condiciones de laboratorio e invernadero para la especie Guinea (<i>Panicum maximum</i> L.) Var. Tanzania.	49
4.7. Cuadrados medios, coeficientes de variación y comparación de medias de las variables de capacidad de germinación estudiadas en condiciones de laboratorio e invernadero para semilla de Cultivar Mulato II (<i>Brachiaria</i> Híbrido CIAT 36087).....	56
4.8. Cuadrados medios, coeficientes de variación y comparación de medias de las variables de vigor estudiadas en condiciones de laboratorio e invernadero para el Cultivar Mulato II (<i>Brachiaria</i> Híbrido CIAT 36087)...	61

ÍNDICE DE FIGURAS

Figuras	Página
4.1. Comportamiento de la capacidad de germinación en semilla de la especie Rhodes (<i>Chloris gayana</i> L.), en laboratorio e invernadero, sometidas a diferencias de temperaturas y almacenamiento	25
4.2. Comportamiento del índice velocidad de germinación de la semilla de la especie Rhodes (<i>Chloris gayana</i> L.).....	28
4.3. Comportamiento del índice velocidad de emergencia de la semilla de la especie Rhodes.(<i>Chloris gayana</i> L.).....	29
4.4. Desarrollo de la variable longitud media de plúmula, en laboratorio e invernadero, para semilla de la especie Rhodes (<i>Chloris gayana</i> L.).....	30
4.5. Desarrollo de la variable longitud media de radícula, en laboratorio e invernadero, para semilla de la especie Rhodes (<i>Chloris gayana</i> L.).....	31
4.6. Respuesta a la germinación en semilla de la especie Buffel (<i>Cenchrus ciliaris</i> L.), en laboratorio e invernadero, sometidas a diferencias de temperatura.	36
4.7. Comportamiento del índice velocidad de germinación en la semilla de la especie Buffel (<i>Cenchrus ciliaris</i> L.).	39
4.8. Comportamiento del índice velocidad de germinación en la semilla de la especie Buffel. (<i>Cenchrus ciliaris</i> L.).	40
4.9. Comportamiento de la variable longitud media de radícula en la semilla de la especie Buffel (<i>Cenchrus ciliaris</i> L.).....	41
5.0. Comportamiento de la variable longitud media de radícula en la semilla de la especie Buffel (<i>Cenchrus ciliaris</i> L.).....	42
5.1. Comportamiento del índice velocidad de germinación en la semilla de la especie Guinea (<i>Panicum maximum</i> L.) Var. Tanzania.....	47
5.2. Comportamiento del índice velocidad de germinación en la semilla de la especie Guines (<i>Panicum maximum</i> L). Var. Tanzania.....	50
5.3. Comportamiento del índice velocidad de emergencia en la semilla de la especie Guinea (<i>Panicum maximum</i> L.) Var. Tanzania.....	51

5.4.	Comportamiento de la variable longitud media de plúmula en la semilla de la especie Guinea (<i>Panicum maximum</i> L.) Var. Tanzania.....	52
5.5.	Comportamiento de la variable longitud media de radícula en la semilla de la especie Guinea (<i>Panicum maximum</i> L.) Var. Tanzania.....	53
5.6.	Comportamiento la capacidad de germinación en la semilla de Cultivar Mulato II (<i>Brachiaria</i> Híbrido CIAT 36087).....	59
5.7.	Comportamiento del índice velocidad de germinación en la semilla del Cultivar Mulato II (<i>Brachiaria</i> Híbrido CIAT 36087).....	62
5.8.	Comportamiento del índice velocidad de emergencia en la semilla del Cultivar Mulato II (<i>Brachiaria</i> Híbrido CIAT 36087).....	63
5.9.	Comportamiento de la variable longitud media de plúmula en la semilla del Cultivar Mulato II (<i>Brachiaria</i> Híbrido CIAT 36087).....	64
6.0.	Comportamiento de la variable longitud media de radícula en la semilla del Cultivar Mulato II (<i>Brachiaria</i> Híbrido CIAT 36087).....	65

INTRODUCCIÓN

La industria semillera en México se inclina hacia la producción de semilla certificada, la cual se limita a cultivos que disponen de híbridos y variedades mejoradas (cereales, leguminosas comestibles, oleaginosas, algodón y otros).

El establecimiento de praderas y pastizales en las regiones pecuarias del país ha venido realizándose con introducciones de especies de gramíneas y leguminosas de gran adaptabilidad y altos rendimientos. Así mismo, la producción de semillas de estas especies pasó de efectuarse de forma incipiente, a una forma de manejo más técnica, a través de sistemas de producción organizados, dependiente en alto grado de la demanda nacional de semillas.

En los programas de desarrollo agrícola nacionales, las especies forrajeras no cuentan con el apoyo de políticas gubernamentales ni estrategias financieras orientadas hacia la creación de programas específicos, donde se involucren áreas de actuación en investigación, desarrollo, liberación, difusión de nuevos cultivares y finalmente el suministro de semillas básicas y comerciales.

En nuestro país se han venido realizando investigaciones aplicadas con introducciones de diferentes especies de otros países tales como Colombia, Brasil Australia, Estados Unidos, entre otros. Específicamente, la oferta de semillas de especies de *Brachiaria*, *Panicum*, *Andropogon*, *Cenchrus* y *Chloris* etc. Éstas dieron inicio al desarrollo de algunos trabajos de investigación orientados, en su mayor parte, a la evaluación de la respuesta de las diferentes especies al medio ambiente, respuesta a niveles de fertilización, estudio del tiempo de latencia y mecanismos para su ruptura y niveles de calidad de semillas en diversas condiciones de almacenamiento. Los escasos proyectos de investigación se han logrado más por iniciativa propia de sus autores, que por programas agrícolas específicos.

En nuestro país aún no se realizan programas de investigación básica u orientada que involucren programas definidos de mejoramiento genético y evaluación sistemática de germoplasma, incursión en técnicas con microscopía electrónica, electroforesis y cultivos *in Vitro*. Los avances obtenidos se han destacado como investigaciones aplicadas a sistemas de producción definidos y sobre todo trabajos relacionados con la latencia, es importante saber que este fenómeno en las semillas de especies forrajeras se caracteriza por presentar dormancia, mecanismo de sobrevivencia de la especie; al respecto se han realizado diversas investigaciones sobre este fenómeno en semillas de especies como *Brachiaria*, cultivares de *Panicum* y especies de leguminosas forrajeras y éste fenómeno ha sido superado mediante períodos de almacenamiento variable. Sin embargo, este sistema no ha resultado muy

eficiente debido a que la duración y condiciones que involucra este tipo de manejo no pueden ser aplicadas por igual a todas las especies forrajeras y en muchos casos, ha ocasionado problemas comerciales debido a la baja germinación en algunos lotes de semillas.

Por lo anteriormente mencionado se llevó a cabo el presente trabajo de investigación, con los objetivos que a continuación se presentan.

Objetivos

- El objetivo de este trabajo fue eliminar la latencia en gramíneas de especies forrajeras mediante la combinación de temperaturas y almacenamiento.
- Evaluar el comportamiento de las semillas durante los procesos de germinación así como el vigor mediante la combinación de temperaturas y almacenamiento.

REVISIÓN DE LITERATURA

Para el éxito de toda empresa es indispensable manejar los conceptos de calidad, que es el significado de excelencia, mientras que para la calidad de semillas es usado para reflejar el valor fisiológico (viabilidad, germinación y vigor).

La calidad se ve reflejada en las características de producción y productividad que las semillas ofrecen al productor, las variedades mejoradas, presentan un conjunto de cualidades tales como, pureza genética, pureza física, germinación y vigor.

Delouche, 2005, reafirma que uno de los preceptos fundamentales de la tecnología de semillas es que éstas sean de alta calidad y que tengan un mejor desempeño en la producción de cultivos.

Por su parte Cohn, 2006., indica que una semilla de buena calidad será capaz de expresar su máxima capacidad de establecerse bajo condiciones adecuadas y así producir eficientemente.

Clements y Cameron, 1980, señalan que la calidad de las semillas de pastos es más variable que las de leguminosas; esto se le asocia a la inmadurez, latencia o letargo y deterioro de las semillas en condiciones de almacenamiento.

Valdez, 2008, menciona que es necesario conocer las características físicas y fisiológicas de las semillas, por lo que es necesario determinar éstas mediante pruebas de laboratorio.

Humphreys, 1981, dice que la germinación de las semillas se mide en porcentaje y se refiere a la proporción de semillas puras que germinan, en un lapso de tiempo determinado bajo condiciones estándar de laboratorio.

Por su parte Cohn, 2006, indica que para un amplio número de gramíneas forrajeras, las semillas intactas no germinan cuando se les brindan las condiciones que normalmente favorecen el proceso germinativo y éstas pueden ser: humedad adecuada (agua), régimen apropiado de temperaturas, una atmósfera normal (oxígeno) y en algunos casos la luz. A este fenómeno en la fisiología de las plantas se le denomina con el término dormancia. (Hilhorst y Toorop, 1997).

Sanabria, 2001, indica que uno de los principales problemas para el establecimiento de gramíneas forrajeras es la latencia de la semilla. En condiciones naturales, esa latencia tiene como propósito asegurar la supervivencia de las especies bajo condiciones desfavorables para el desarrollo de las plántulas.

Por su parte Zhang *et al.*, 2003, menciona que una semilla viable que no germina aún cuando dispone de condiciones propicias como; suficiente humedad, aireación, luz y una temperatura que permita el crecimiento vegetal se le denomina letargo o dormancia. Así mismo, Baskin and Baskin, 1998, indican que las semillas con latencia presentan mecanismos morfológicos, fisiológicos, mecánicos, químicos y hormonales inhibitorios que impiden la germinación en condiciones favorables al crecimiento de los vegetales, por lo que resulta necesario aplicar un tratamiento para que la germinación pueda llevarse a cabo.

Por su parte Delouche, 2005, señala que muchas plantas producen semillas cuyo tegumento externo es duro, impermeable al agua o a los gases e incluso el micrópilo está provisto de una barrera que impide la penetración de agua al embrión.

Reafirmando lo anterior, Flores, 2005, define que las causas más comunes de latencia en semillas forrajeras son las siguientes:

Cubiertas florales duras e impermeables al agua y al oxígeno, inmadurez del embrión, presencia de inhibidores de la germinación y control hormonal.

Por su parte Valdez, 2008, comenta que no todas las especies de gramíneas forrajeras germinan fácilmente ya que algunas presentan ciertos mecanismos que les impiden hacerlo, estas semillas se conocen como latentes (durmientes) y para germinar requieren de un manejo especial. En general a menor latencia existe una mayor germinación.

González *et al.*, 1988, dicen que el término cubierta incluye estructuras externas o internas que cubren al embrión. Estas pueden ser duras y resistentes a la entrada de agua, lo cual puede limitar la difusión del oxígeno y resistir la expansión del embrión. Esta causa de latencia se encuentra en casi todos los especies de leguminosas tropicales como *Leucaena*, *Stylosanthes*, *Macroptilium*, *Centrosema*, *Teramnus* y en algunas gramíneas de los especies *Brachiaria*, *Paspalum* y *Panicum*, asimismo indica que estas especies llegan a presentar inmadurez embrionaria si son cosechadas antes de su llenado.

Ellis, 1988, señala que semillas maduras que no están dañadas, en especies forrajeras, poseen una dormancia acentuada cuando están recién cosechadas; a medida que el tiempo transcurre, la mayor cantidad de las semillas pierde su dormancia o se vuelven susceptibles a los tratamientos que rompen la latencia.

Voigt *et al.*, 1996, especifican que la dormancia de las semillas es muy común en pastos de verano. Los factores que controlan la germinación son el agua, oxígeno, luz, temperatura y químicos.

Robles, 1990, menciona que un gran número de semillas de especies forrajeras presentan latencia, razón por la cual no germinan aún cuando sean viables y se expongan a condiciones favorables; otros factores como la duración y condiciones de almacenamiento, el uso de fertilizante durante el cultivo y la época de cosecha, pueden afectar el período de latencia de las semillas.

Por su parte Ferguson, 1992, indicó que en la mayoría de las gramíneas forrajeras del género *Brachiaria*, tienen bajo rendimiento de semilla y son

susceptibles al desgrane, esto debido a que aún no han completado la madurez embrionaria a causa de la desuniformidad en la etapa de floración y a su prolongada dormancia al momento de la cosecha. La especie *B. decumbens* cv., y *B. humidicola* CIAT 6133, son un ejemplo típico.

Por su parte Miles *et al.*, 1998, señalan que la latencia en semillas del especie *Brachiaria* es física porque la semilla posee una cubierta impermeable al paso de gases y agua y/o fisiológicamente por inmadurez del embrión.

Referente a esto Hopkinson *et al.*, 1996, mencionan que la presencia de embriones inmaduros es una de las principales causas de la baja calidad y germinación de los lotes de semillas de gramíneas tropicales, así mismo menciona que la inmadurez del embrión puede deberse a la presencia de compuestos inhibidores de la germinación.

Por su parte Carvajal, 2009, señala la duración y condiciones que involucran la eliminación de latencia no pueden ser aplicados por igual a todas las especies forrajeras, ya que las temperaturas y el tiempo de almacenamiento influyen en la calidad de la semilla.

Con respecto a este tema Qiu *et al.*, 2008, señalan que a medida que se incrementa la germinación, el contenido del ácido gibérelico, citocininas y otras sustancias que estimulan el crecimiento se van biosintetizando a nivel de la semilla, el ácido absicico y derivados de fenoles disminuyen su presencia en semillas reduciéndose la latencia, no obstante Miles *et al.*, 1998, indican que en la especie *Brachiaria*, la latencia combinada de esta especie, debe de ser

tratada con métodos alternos; las semillas forrajeras pueden presentar uno o varios tipos de latencia en forma combinada que conllevan a emplear varios tratamientos en secuencia. Por tal motivo se han desarrollado diferentes métodos: químicos (H_2SO_4 , KN_3 , hormonas), físicos (temperatura, oxígeno, imbibición) y mecánicos (abrasiones); del mismo modo Diulgheroff, 1991, reporta que el método químico es el más utilizado en semillas de especies forrajeras tropicales, esto debido a que disuelve, agrieta y debilita las cubiertas, lo cual permite la entrada de agua e intercambio de gases, facilita la expansión del embrión y la salida de la radícula.

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

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

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

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

Por su parte Baskin y Baskin, 1989, Thanos *et al.*, 1992, Guenni, 1992, Vásquez y Orozco, 1994, concluyeron que las temperaturas altas o las fluctuaciones amplias de temperatura, que se presentan durante el día y a través del año en la superficie del suelo, son reconocidas como factores importantes que regulan el rompimiento del estado de dormancia y dureza de las testa en la semilla de muchas especies.

Por su parte Vieira, 1998, estudió varios métodos para romper la latencia de semillas de *Brachiaria brizantha* cv., y observó que el ácido giberélico fue la sustancia más eficaz para promover la germinación, seguido del uso de temperaturas combinadas, principalmente cuando las semillas fueron lavadas con anterioridad.

Whiteman y Mendra, 1982, indican que la dormancia o latencia en *Brachiaria* se establece físicamente por los tejidos que cubren la semilla y físicamente por la dormancia del embrión, la primera se supera retirando la cascara o bien rompiéndola. La escarificación con ácido es el método que más se usa para romper la cascara tanto en pruebas de rutina como en tratamientos para

siembra; así mismo se indica que la dormancia o latencia del embrión presenta mayores dificultades. Reafirmando lo anterior Diulgheroff, 1991, señala que la edad disminuye progresivamente la latencia, pero el tiempo disminuye el vigor de una semilla, la latencia causa inhibición en la germinación durante los primeros meses después de la cosecha. Numerosos tratamientos pueden superar parcialmente la dormancia o latencia del embrión en laboratorio, tal es el caso del nitrato de potasio, agentes oxidantes, tratamientos con hormonas vegetales y fluctuaciones de temperatura.

De igual forma Cabello y Camelio, 1996, encontraron que la temperatura tiene un efecto significativo sobre el porcentaje y la velocidad de germinación. Entre 5 y 15°C, ambos parámetros aumentaron con el incremento de la temperatura del cultivo, luego declinaron, siendo la temperatura de 30°C letal para la germinación.

Kurtar *et al.*, 2004, mencionan que varios controles pueden actuar en las semillas para eliminar el efecto supresor de la germinación, en la forma de pretratamiento, enfriamiento del sustrato, exposición de las semillas a temperaturas alternas o iluminación del sustrato. Cuando la humedad es la adecuada, la germinación de las semillas está controlada por la temperatura.

Por su parte Pérez y Martínez., 1994, indicaron que la temperatura es un agente determinante en la germinación, ya que ejerce acción sobre las enzimas hidrolíticas que regulan la velocidad de reacciones bioquímicas, la actividad enzimática tiene lugar en un rango máximo y mínimo de temperatura, existiendo

un óptimo intermedio. Así mismo Zapiola et al., 2010 manifiesta que temperaturas bajas (4°C) pueden ser capaces de generar latencia secundaria en algunas especies tropicales.

Ferrari y López., 2000, al analizar el comportamiento de la germinación de semilla *Briza subaristata* Lam., dentro de cada temperatura, el efecto principal "sitio de recolección" siempre fue significativo. Para las temperaturas de (15), (20), (15-10), (20-10), (20-15) y (25-20°C), la prerefrigeración (7°C) tuvo un efecto significativo en el índice de velocidad de emergencia (**IVE**), pero disminuyó el porcentaje de índice de velocidad de germinación (**IVG**), respecto de las semillas no pre-refrigeradas; también encontraron los mayores porcentajes de germinación cuando la temperatura era constante a 15°C, sin prerefrigeración y humedeciendo el sustrato con solución de KNO₃ y cuando las temperaturas de germinación eran alternas de 15-10°C con pre-refrigeración, pero sin KNO₃; las temperaturas alternas 20-30°C fueron ensayadas en el mismo experimento produciendo los porcentajes de **IVE** e **IVG** más bajos.

Así mismo Zulay, 1998, indico que las condiciones de almacenamiento de la semilla pueden influir sobre la promoción o retención del estado de latencia en especies forrajeras. Semillas de *Brachiaria* se caracterizan por tener tegumentos muy compactos y marcada latencia cuando están recién cosechadas; a través del almacenamiento se logra preservar la calidad de la semilla minimizando su deterioro, pero debe tenerse especial cuidado cuando las semillas presentan estado de latencia; el deterioro es un proceso natural que se acelera o reduce bajo determinadas condiciones ambientales, en semilla

de especies forrajeras con estado de latencia, el tiempo que debe transcurrir desde la cosecha hasta la germinación varía según la especie y puede ser de unos días hasta más de un año. En este mismo trabajo, obtuvo también resultados satisfactorios de germinación de semilla de *B. dictyoneura* cv., evaluadas en condiciones diferentes de almacenamiento, siendo después del quinto mes de cosechada los mayores porcentajes, sin aplicar tratamiento químico adicional.

Por su parte Gordon y Rowe, 1982, citado por FAO, 1991 indican que previa a la estratificación las semillas debe de ser remojadas en agua, las semillas húmedas se someten a temperaturas frías (3-5°C) durante un periodo adecuado según la especie a tratar, esto incrementa el porcentaje de germinación.

MATERIALES Y MÉTODOS

La presente investigación se realizó con el objetivo de estudiar el efecto de diferentes temperaturas y almacenamiento y la interacción de ambos sobre la latencia, germinación y vigor de semillas de *Chloris gayana* L., *Cenchrus ciliaris* L., *Panicum maximum* L. y Cultivar Mulato II (*Brachiaria* Híbrido CIAT 36087); bajo condiciones de laboratorio e invernadero.

Localización de la investigación

El presente trabajo de investigación se llevó a cabo en el Laboratorio de ensayos de semillas del Centro de Capacitación y Desarrollo de Tecnología de Semillas (CCDTS) y el Invernadero de alta tecnología, los cuales pertenecen a la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, en Buenavista, Saltillo, Coahuila, México, Ubicada a los 25° 22' LN y 101°01'48'' LO, con una altitud de 1742 msnm.

Material genético en estudio

Se utilizaron semillas de cuatro especies de reciente cosecha, las cuales son ampliamente adaptadas en diferentes regiones de México; estas fueron Cultivar Mulato II (*Brachiaria* Híbrido CIAT 36087); *Chloris gayana* L., *Cenchrus ciliaris* L. y *Panicum maximum* L., las semillas utilizadas en la presente investigación se obtuvieron de una sola cosecha y pasaron por un proceso de prelimpieza para posteriormente ser almacenada.

Almacenamiento

La semilla de las cuatro especies se almacenaron con las especificaciones Temperatura 12 °C y Humedad de relativa 60 por ciento; El tiempo de almacenamiento de la semilla fue de 120 días, 180 días y 240 días.

Manejo de las semillas

Antes de iniciar los tratamientos a los que se sometieron las semillas, 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.

Cuadro 3.1. Porcentaje de pureza y germinación en las cuatro especies evaluadas antes de su almacenamiento.

Especies	Pureza (%)	Germinación (%)
Cultivar Mulato II (<i>Brachiaria</i> Híbrido CIAT 36087)	83.5	29
<i>Chloris gayana</i> L.	54.6	16
<i>Cenchrus ciliaris</i> L.	69.3	19
<i>Panicum maximum</i> L. Var. Tanzania.	65.5	15

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 3.2.

Cuadro 3.2. Tratamientos empleados para la investigación

Tratamiento 1	Semilla de recién cosecha (Testigo)
Tratamiento 2	Semilla sin tratar, únicamente con el efecto de almacenamiento
Tratamiento 3	Semilla tratada con tratamiento 2 más temperaturas altas de 3 °C durante 25 horas y 35°C durante 24 horas. Temperaturas alternas
Tratamiento 4	Semilla tratada con tratamiento 2 más temperaturas de 5°C durante 7 días.

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

Metodología

Etapa de laboratorio.

La semilla de cada una de las especies investigadas se colocaron en cajas petri estándar de polietileno de 150 x 15 Mm. Se colocaron doscientas semillas por tratamiento con cuatro repeticiones de cincuenta semillas, las cajas petri fueron colocadas en una cámara germinadora a una temperatura constante de 25°C. Para analizar los resultados se utilizó un diseño experimental completamente al azar.

Etapa de invernadero.

En este ambiente, las semillas fueron sembradas en charolas de polietileno negro con sustrato peat moss a una profundidad 1 a 2 cm. con riegos cada tercer día, para lo cual fueron sembradas cuatro repeticiones de cincuenta semillas por tratamiento, se utilizó un diseño experimental completamente al azar.

Variables evaluadas

Etapa de laboratorio e invernadero

Capacidad de germinación

Germinación estándar (GS)

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). Esta variable se analizó para laboratorio e invernadero.

Vigor

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 5-6 mm. Esta variable es evaluada solo para laboratorio; se utilizó la ecuación propuesta por Pill (1981), la cual se describe a continuación:

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

Donde:

IVG = índice de velocidad de germinación.

D_i = número de semillas germinadas en el día i .

D_j = número de semillas germinadas en el conteo desde la siembra.

i = número de días al momento del conteo desde la siembra.

Longitud media de plúmula (LMP)

Para la evaluación de esta variable se tomaron mediciones en centímetros al séptimo día después de la siembra, para ello se tomaron cinco plántulas obtenidas al azar en las cuatro repeticiones de cada tratamiento, esta variable se analizó para laboratorio e invernadero.

Longitud media de radícula (LMR)

La estimación de esta variable se realizó con la medición en centímetros de cinco plántulas seleccionadas al azar de las repeticiones en cada tratamiento, evaluándose al séptimo día posterior a la siembra, esta variable fue evaluada también para invernadero.

Índice de velocidad de emergencia (IVE)

Esta variable se obtuvo al contar las plántulas emergidas que presentaron de cuatro a cinco milímetros sobre la superficie del suelo en cada repetición, registrándose al décimo cuarto día y se reportó en porcentaje de emergencia evaluada exclusivamente para invernadero. 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

Modelo Estadístico

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

Al correr las variables en el modelo estadístico las que presentaron significancia fueron analizadas con un prueba de rango múltiple (Tukey $P < .0001$), la comparación de medias se realizó mediante la prueba de diferencia mínima significativa (DMS) con un nivel de significancia de $P \leq 0.01\%$.

Modelo Lineal:

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

Donde:

Y_{ij} = Variable observada

E_{ij} = Error experimental

μ = Media general

i = 1, 2, 3 y 4 tratamientos

α_i = Efecto de tratamientos

j = 1.....4 repeticiones

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De acuerdo al análisis estadístico aplicado a la información recabada en la investigación, a continuación se presentan los resultados y discusiones de los parámetros evaluados.

Análisis estadístico para capacidad de germinación en la especie Rhodes (*Chloris gayana* L.)

En el cuadro 4.1 se concentra la información referente a resultados obtenidos en la investigación, se muestra que en las variables de plántulas normales (PN), semilla sin germinar (SSG) y germinación estándar (GS), se tuvieron diferencias altamente significativas ($P \leq 0.01$), entre los tres periodos de almacenamiento (120, 180 y 240 días); de la misma manera se obtuvo que la variable de plántulas anormales (PA) en el periodo de 120 días de almacenamiento no presentó diferencia significativa, en los ambiente de laboratorio e invernadero, el resto de los periodos de evaluación no se presentaron diferencias significativas, de igual forma al evaluar el periodo de 180 días de almacenamiento se observó que para el área de laboratorio esta variable presentó diferencia altamente significativa ($P \leq 0.01$), mientras que para

invernadero presentó diferencia significativa ($P \leq 0.05$), igualmente al evaluar el periodo de 240 días de almacenamiento se observó que para el ambiente de laboratorio la variable presentó diferencia significativa ($P \leq 0.05$), mientras que para invernadero presentó diferencia altamente significativa ($P \leq 0.01$); lo que muestra que los distintos periodos de almacenamiento combinados con temperaturas tienen un efecto lineal sobre la calidad fisiológica de la semilla de la especie Rhodes (*Chloris gayana* L.), por ello fue necesario realizar la prueba de comparación de medias (DMS) para así determinar los tratamientos que presentaron mejor comportamiento.

De acuerdo al análisis estadístico aplicado y a la información recabada en el presente trabajo de investigación, realizada en invernadero y laboratorio respectivamente, a continuación se presentan los resultados y discusiones de los parámetros evaluados.

Cuadro 4.1. Cuadrados medios, coeficientes de variación y comparación de medias de las variables de capacidad de germinación estudiadas en condiciones de laboratorio e invernadero para la especie Rhodes (*Choris gayana* L.).

FV	GL	CAPACIDAD DE GERMINACIÓN "COEFICIENTE DE VARIACIÓN"															
		PN I	PN II	PA I	PA II	SSG I	SSG II	GS I	GS II								
A =120 días	3	1668.916**	148.916 **	101.895NS	4.9166 NS	2488.229**	203.667**	2488.229**	203.666**								
ERROR	12	18.083	5.25	50.895	5.9166	240.625	14.1666	240.625	14.1666								
C.V.		10.34	11.826	63.768	62.772	10.286	4.904	9.377	16.188								
X MEDIA		41.125	19.375	11.187	3.875	47.687	76.75	52.312	23.25								
A =180 días	3	1668.916**	240.667**	208.895**	22.916*	2650.5625**	402.916 **	2650.562**	402.916**								
ERROR	12	18.083	18.166	19.895	6.25	31.7291	26.75	31.729	26.75								
C.V.		10.34	20.791	32.587	46.511	12.465	6.977	10.276	19.988								
X MEDIA		41.125	20.5	13.687	5.375	45.187	74.125	54.812	25.875								
A=240 días	3	2364.916 **	214.916**	139.729*	161.666**	3642.895**	632.250 **	3642.895 **	632.250 **								
ERROR	12	18.083	5.25	31.812	26.333	38.479	36.583	38.479	36.583								
C.V.		9.023	10.474	43.179	52.631	15.58	8.845	10.306	19.125								
X MEDIA		47.125	21.875	13.062	9.75	39.812	68.375	60.187	31.625								
ALMACÉN	TRATAMIENTOS	CAPACIDAD DE GERMINACIÓN "COMPARACIÓN DE MEDIAS"															
		PN I	PN II	PA I	PA II	SSG I	SSG II	GS I	GS II								
120 días	T1=(Testigo)	11.5	c	11.0	c	4.75		2.5		83.75	a	86.5	a	16.25	c	13.5	b
	T2=120 días de almacenamiento	45.5	b	19.0	b	10.0		3.5		44.5	b	77.5	b	55.5	b	22.5	a
	T3=T2 + Temp. Alternas	58.0	a	25.0	a	13.5		4.5		28.5	c	70.5	b	71.5	a	29.5	a
	T4=T2 + Temp. Bajas	49.5	ab	22.5	a b	16.5		5.0		34.0	c	72.5	b	66.0	a	27.5	a
DMS		8.92		8.95		14.96		4.81		10.29		5.106		10.29		7.90	
180 días	T1=(Testigo)	11.5	c	11.0	c	4.75	c	2.5	b	83.75	a	86.5	a	16.25	b	13.5	c
	T2=180 días de almacenamiento	46.0	b	20.5	b	22.0	a	4.5	a b	32.0	b	75.0	b	68.00	a	25.0	b
	T3=T2 + Temp. Alternas	59.0	a	30.0	a	11.0	bc	8.0	a	30.0	b	62.0	c	60.50	a	38.0	a
	T4=T2 + Temp. Bajas	49.5	ab	20.5	b	17.0	ab	6.5	a b	33.5	b	73.0	b	66.50	a	27.0	b
DMS		8.93		8.97		9.37		5.248		11.82		10.85		11.82		10.85	
240 días	T1=(Testigo)	11.5	c	11.0	b	4.75	b	2.5	b	83.75	a	86.5	a	16.25	c	13.5	b
	T2=240 días de almacenamiento	53.5	b	25.0	a	13.5	ab	9.5	a b	33.0	b	65.5	b	68.00	b	34.5	a
	T3=T2 + Temp. Alternas	66.0	a	27.0	a	18.5	a	18.0	a	15.5	c	55.0	b	84.50	a	45.0	a
	T4=T2 + Temp. Bajas	57.5	ab	24.5	a	15.5	ab	9.0	a b	27.0	bc	66.5	b	73.00	ab	33.5	a
DMS		8.97		4.81		11.84		10.77		13.02		12.69		13.02		12.69	

=Altamente significativo (0.01 % de probabilidad); *=Significativo (0.05 % de probabilidad); NS=No significativo; Sin litera= Un solo grupo; FV= fuentes de variación; GL=Grados de libertad; C.V=Coeficiente de variación; X= Media general; A= Periodo de almacenamiento. **Capacidad de Germinación (%); I= Laboratorio; II= Invernadero; PN= Plántulas normales (%); PA= Plántulas anormales (%); SSG=Semilla sin germinar (%); GS= Germinación Estándar.

Capacidad de germinación para la especie Rhodes (*Chloris gayana* L).

En la variable de plántulas normales (**PN**) la comparación de medias (cuadro 4.1) señala que en los periodos de almacenamiento, 120, 180 y 240 días, muestran que T3 y T4 resultaron superiores al resto de los tratamientos, en los dos ambientes evaluados, lo que indica que el almacenamiento combinado con temperaturas alternas tienen un efecto determinante en esta variable. Estos resultados tienen relación tangible con los de Fernández *et al.*, 2000, los cuales manifiestan que en especies invernales de climas áridos el almacenamiento de semillas en seco a temperaturas drástica (estratificación cálida y fría) frecuentemente promueve un incremento en la germinación.

Para la variable de plántulas anormales (**PA**) la comparación de medias señala que hay diferencia entre los tratamientos para los dos ambientes evaluados, dentro del periodo de 120 días de almacenamiento (Cuadro 4.1), numéricamente se observa que T4 presentó un mayor número de **PA** en las dos evaluaciones, seguido del T3; equitativamente dentro del periodo de 180 días de almacenamiento, se encontró que T2 es superior, al obtener un 22 % de **PA** en laboratorio, mientras que en invernadero los mejores resultados los obtuvo T3; igualmente se observó que en los tres tiempos de almacenamiento y en los dos ambientes el testigo (T1) mostró el menor porcentaje de **PA**, estando por debajo de los demás tratamientos.

Así mismo, al evaluar la variable de semillas sin germinar (**SSG**), el análisis de varianza (Cuadro 4.1) muestra que en los periodos de almacenamiento (120, 180 y 240 días), T3 resultó ser inferior a los demás en los dos ambientes de evaluación, mientras que el testigo (T1) obtuvo los resultados más sobresalientes; esto indica que el almacenamiento combinado con temperaturas alternas, tienen un efecto determinante en esta variable. Por su parte Baskin y Baskin, 2004. Indican que la salida de la latencia, asociada a la exposición a altas temperaturas durante el período estival provocará un incremento en el rango térmico de germinación extendiendo la ventana de emergencia en las semillas aumentando el número de plántulas.

Al valorar la variable germinación estándar (**GS**), el cuadro 4.1 muestra que existe diferencias en los dos ambientes de evaluación y entre los tres periodos de almacenamiento (120, 180 y 240 días); dentro del laboratorio se observó que en los periodos de 120 y 240 días de almacenamiento, T3 resultó ser superior al resto de los tratamientos, ya que generó mayor porcentaje de plántulas normales y un decreciente número de plantas anormales, esto se debe a que más semillas rompen latencia al alcanzar su mayor madurez fisiológica, así mismo se observó que en el periodo 180 días, T2, T3 y T4 fueron estadísticamente iguales; numéricamente T2 reportó mejores resultados al obtener 68% de **GS**; esto debido a que genera mayor número de plántulas

anormales, porque las semillas presentaban deficiencias en el desarrollo de las estructuras esenciales, durante el tiempo de almacenamiento en evaluación (Figura 4.1). Dentro del ambiente de evaluación en invernadero, se observó que T3 manifestó mayor porcentaje de **GS** en los tres periodos de almacenamiento (120, 180 y 240 días) al registra 29.5, 38 y 45 % de germinación. Todo lo antes mencionados tiene relación a la investigación de Melgoza *et al.* (2003), al estudiar la germinación en semilla de *Astragalus mollissimus* Torr., mediante escarificación manual y temperaturas alternas (bajas y altas), obtuvieron incrementos de germinación a temperatura de 15 a 25 °C y de 15 a 30 °C, esto debido a que los rangos de temperatura crean estrés en la semilla dándole ventajas para generar mayor número de plántulas.

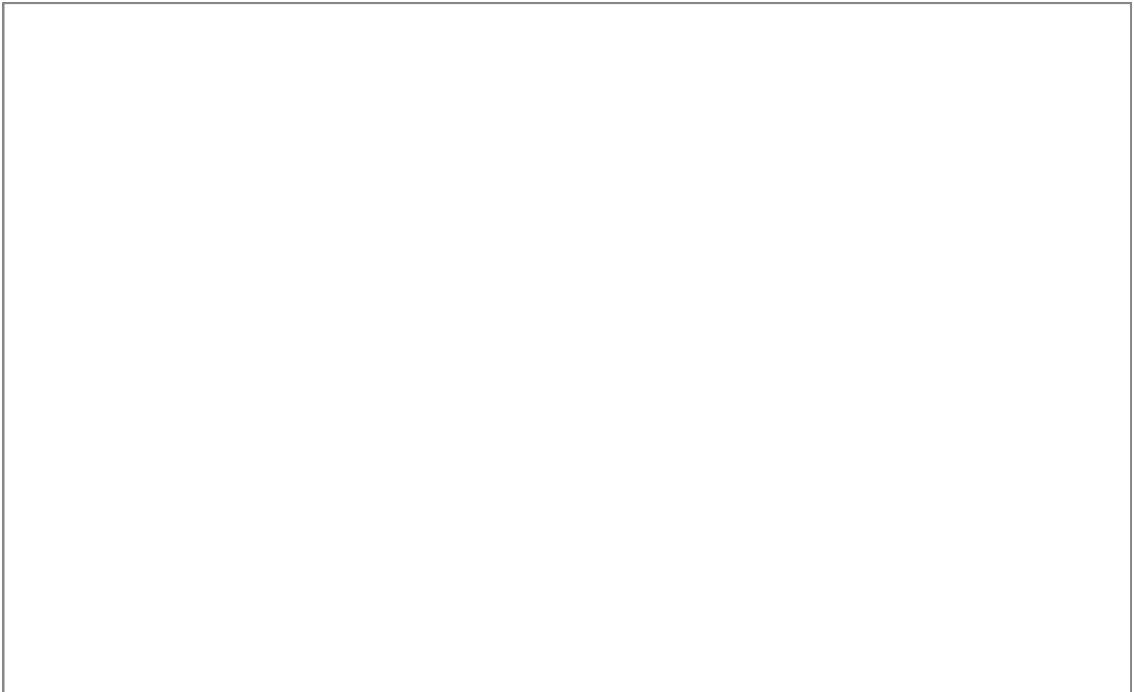


Figura 4.1. Comportamiento de la capacidad de germinación en semilla de la especie Rhodes (*Chloris gayana* L.), en laboratorio e invernadero, sometidas a diferencias de temperaturas y almacenamiento.

Análisis estadístico para las variables de vigor para la especie Rhodes (*Chloris gayana* L.).

En el cuadro 4.2 se concentra la información referente a los parámetros evaluados para **Vigor**: las variables de longitud media de plúmula (**LMP**) y longitud media de radícula (**LMR**), obtuvieron diferencia altamente significativa ($P \leq 0.01$) en la evaluación de laboratorio e invernadero, no obstante el índice de velocidad de germinación (**IVG**), presenta diferencia significativa ($P \leq 0.05$) en el periodo de almacenamiento de 180 días, mientras que el índice de velocidad de emergencia (**IVE**), manifiesta diferencia significativa ($P \leq 0.05$) a los 120 días de almacenamiento, lo que muestra que los distintos periodos de almacenamiento combinados con temperaturas tiene un efecto sobre el vigor de la semilla de *Chloris gayana* L., de este modo fue necesario realizar la prueba de diferencia mínima significativa (DMS) para la comparación de medias y así determinar los tratamientos que presentaron mejor comportamiento.

Cuadro 4.2. Cuadrados medios, coeficientes de variación y comparación de medias de las variables de vigor estudiadas en condiciones de laboratorio e invernadero para la especie Rhodes (*Choris gayana* L.).

FV	GL	VARIABLES DE VIGOR "COEFICIENTE DE VARIACIÓN"											
		IVG I		IVE II		LMP I		LMP II		LMP I		LMP II	
A=120 días	3	0.5180**		82.511*		1.4126**		3.463**		1.5245**		1.6710**	
ERROR	12	0.0754		9.532		0.0777		0.239		0.035		0.213	
C.V.		21.437		23.964		12.551		18.63		16.174		23.115	
X MEDIA		1.281		12.883		2.221		2.628		1.157		1.998	
A=180 días	3	0.4532 *		52.847**		1.6731**		2.914**		1.496**		1.671**	
ERROR	12	0.0857		5.253		0.0509		0.138		0.0414		0.213	
C.V.		22.403		19.015		9.9404		14.773		16.848		23.115	
X MEDIA		1.3071		12.052		2.27		2.516		1.208		1.998	
A=240 días	3	0.644 **		89.159**		2.976**		5.291**		2.646**		3.549**	
ERROR	12	0.0856		5.253		0.0684		0.1382		0.0414		0.2134	
C.V.		20.388		16.082		9.842		12.532		12.277		18.867	
X MEDIA		1.435		14.25181		2.657		2.966		1.6587		2.448	
ALMACÉN	TRATAMIENTOS	VARIABLES DE VIGOR "COMPARACIÓN DE MEDIAS"											
		IVG I		IVE II		LMP I		LMP II		LMP I		LMP II	
120 días	T1=(Testigo)	0.95	b	8.17	c	1.39	b	1.25	b	0.71	b	1.05	b
	T2=120 días de almacenamiento	1.06	ab	9.86	bc	2.64	a	2.81	a	0.87	b	2.14	a
	T3=T2 + Temp. Alternas	1.76	a	17.35	a	2.66	a	3.14	a	2.07	a	2.37	a
	T4=T2 + Temp. Bajas	1.34	ab	16.14	ab	2.19	a	2.85	a	0.97	b	2.34	a
DMS		0.576		6.48		0.585		0.780		0.393		0.969	
180 días	T1=(Testigo)	0.95	b	8.17	c	1.39	b	1.25	b	0.71	c	1.05	b
	T2=180 días de almacenamiento	1.21	ab	9.83	bc	2.53	ab	3.17	a	0.88	bc	2.41	a
	T3=T2 + Temp. Alternas	1.77	a	14.3	ab	2.91	a	3.23	a	2.08	a	2.47	a
	T4=T2 + Temp. Bajas	1.30	ab	15.8	a	2.24	b	2.85	a	1.15	b	2.33	a
DMS		0.614		4.81		0.473		1.02		0.4275		0.969	
240 días	T1=(Testigo)	0.95	b	8.17	c	1.39	b	1.25	b	0.71	c	1.05	b
	T2=240 días de almacenamiento	1.38	ab	12.95	bc	3.13	a	3.41	a	1.48	b	2.74	a
	T3=T2 + Temp. Alternas	1.93	a	17.18	ab	3.26	a	3.74	a	2.68	a	3.07	a
	T4=T2 + Temp. Bajas	1.47	ab	18.68	a	2.84	a	3.45	a	1.75	b	2.93	a
DMS		0.615		4.81		0.549		0.780		0.427		0.969	

**= Altamente significativo (0.01 % de probabilidad); *= Significativo (0.05 % de probabilidad); NS= No significativo; Sin literal= Un solo grupo; FV= fuentes de variación; GL=Grados de libertad; A= Periodo de almacenamiento; CV= Coeficiente de variación; X= Media general; Variables de Vigor; I= Laboratorio; II= Invernadero; IVG= Índice de velocidad de germinación (ptas./día); IVE= Índice de velocidad de emergencia (ptas./día); LMP= Longitud media de plúmula (%); LMR= Longitud media de radícula (%).

Indicadores de vigor de la especie Rhodes (*Chloris gayana* L.).

La variable de Índice velocidad de germinación (**IVG**), permite evaluar el vigor de la especie en el área de invernadero, prosiguiendo la comparación de medias (Cuadro 4.2), indica que en los periodos de almacenamiento de 120, 180 y 240 días, la evaluación mostró que T3 manifestó los resultados más altos al registrar 1.76, 1.77 y 1.93 de **IVG**, seguido de T4, de la misma forma se observó que el testigo (T1) manifestó el dato más bajo con 0.953 de **IVG**, esto indica que el almacenamiento combinado con temperaturas alternas tienen un efecto determinante en el número de plantas esperadas (Figura 4.2); estos resultados coinciden con lo estipulado por Shahba *et al.*, 2008, al concluir que las semillas estratificadas y guardadas toallas de papel húmedas dentro en 4 °C de en la oscuridad por 3 semanas y germinadas a 25 °C , logran alcanzar un alto porcentaje de emergencia debido a estímulo generado por las temperaturas en la enzimas proteolíticas de la semillas.

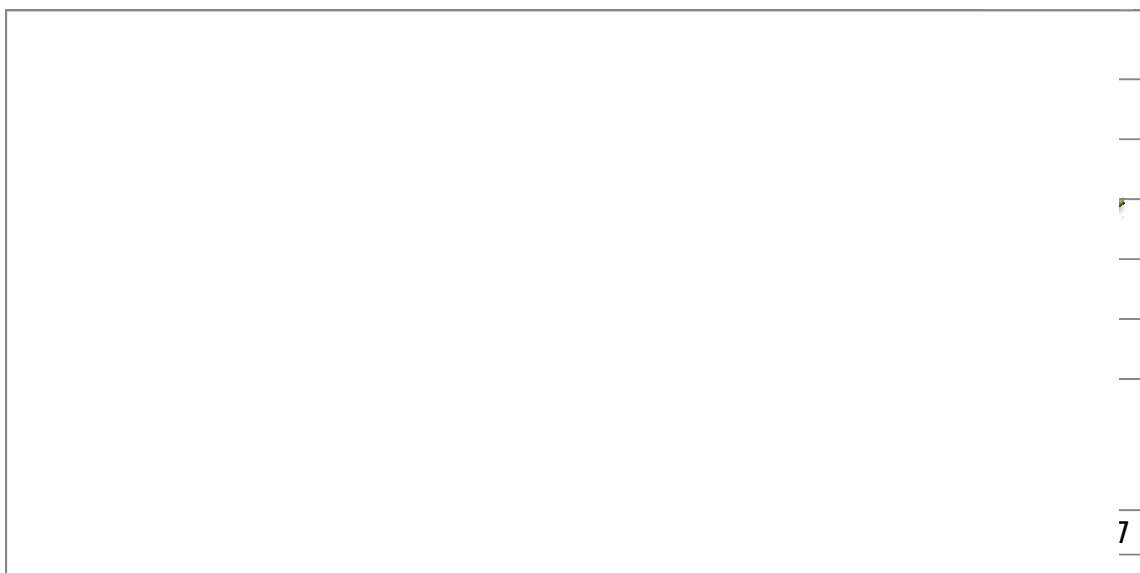


Figura 4.2. Comportamiento del índice velocidad de germinación de la semilla de la especie Rhodes (*Chloris gayana* L.).

Al analizar la variable de Índice velocidad de emergencia (**IVE**), para invernadero, la comparación de medias (Cuadro 4.2), indica que en el periodo de almacenamiento 120 días, T3 resultó ser superior al resto de los tratamientos, manifestando un índice de 17.5, seguido de T4 con un 16.14 de **IVE**; en los periodos de almacenamiento de 180 y 240 días, el tratamiento que mostró mejor resultado fue T4, el cual manifestó un 15.8 y 18.6 de **IVE**, seguido de T3, el cual manifestó un 14.35 y 17.18 de **IVE**. Estos resultados tienen correlación con lo señalado por Guenni *et al.*, 1999, al indicar que debido a los intercambios de temperatura aumenta el grado final de ablandamiento de la testa de las semillas y reduce el número de semillas duras sin germinan, obteniendo un elevado y rápido número de semillas duras emergidas en periodos más cortos.

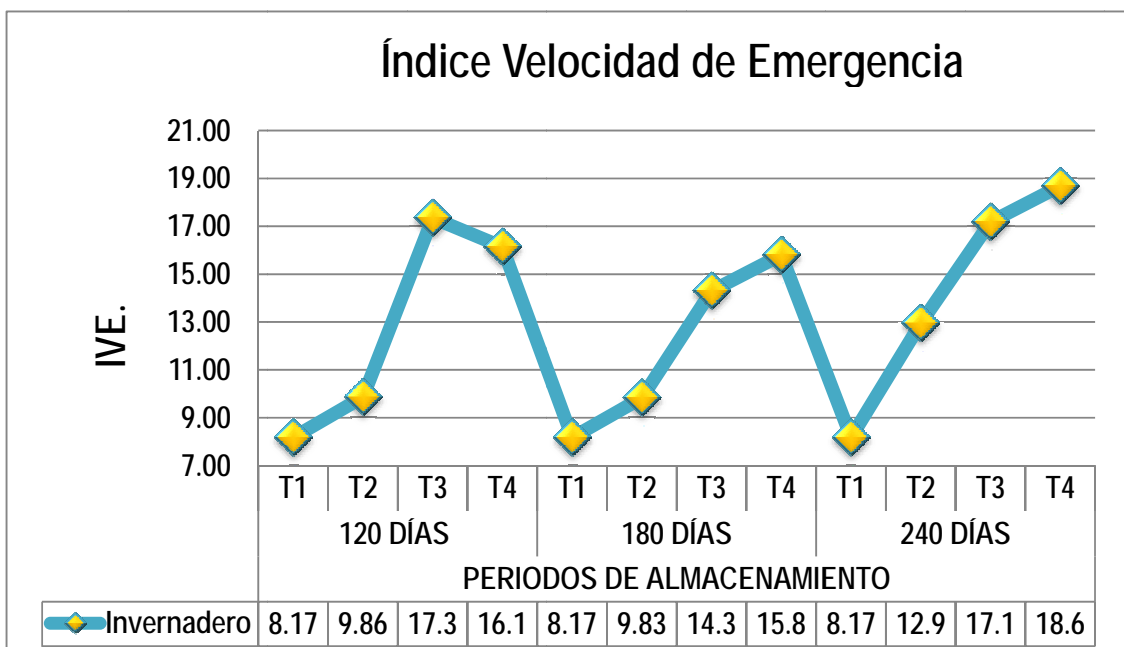


Figura 4.3. Comportamiento del índice velocidad de emergencia de la semilla de la especie Rhodes (*Chloris gayana* L.).

En la variable de Longitud media de plúmula (**LMP**) la comparación de medias para esta variable (Cuadro 4.2), manifiesta que al evaluar los ambientes de laboratorio e invernadero, se observó que en los tres periodos de almacenamiento (120, 180 y 240 días), el testigo obtuvo el parámetro más bajo (figura 4.4). Igualmente en los tres periodos se observó que T3 manifiesta superioridad sobre el resto de los tratamientos; esta información coincide con lo determinado por Gibson *et al.*, 2005, al demostrar que la pérdida rápida y completa e irreversible del letargo ocurre cuando las condiciones climáticas durante el invierno tiene implicancias directas en la eliminación de dormancia, así la semilla aumentan su supervivencia y capacidad en campos, lo que indica que la temperatura tiene un efecto significativo sobre el porcentaje y la velocidad de germinación.

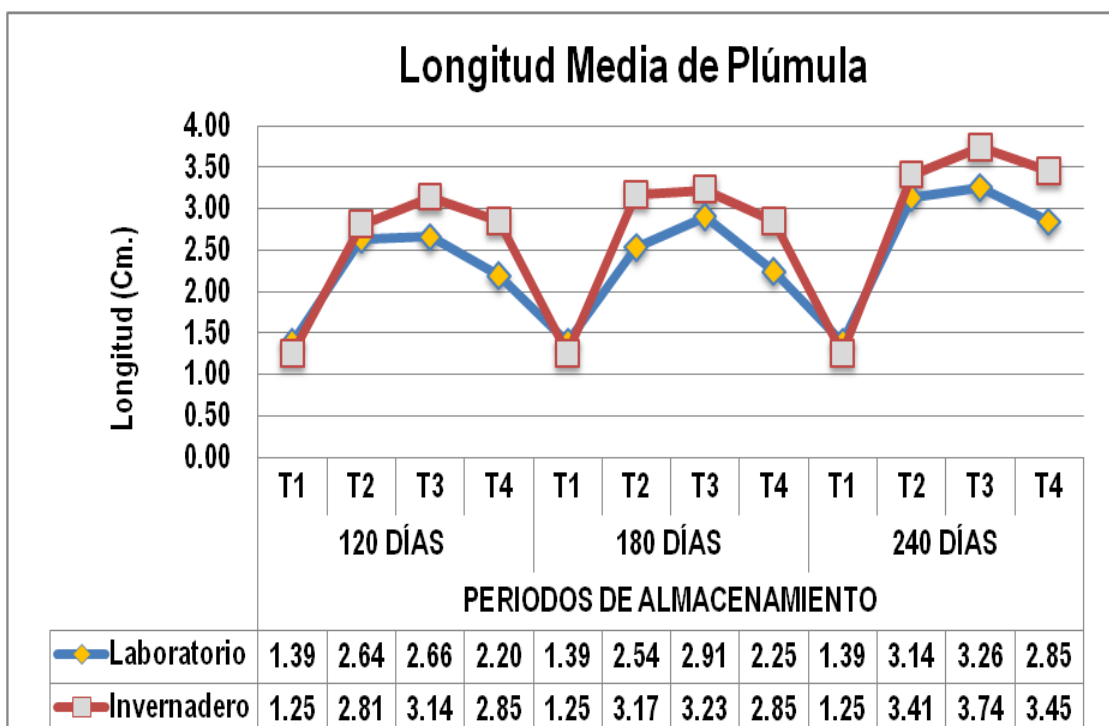


Figura 4.4. Desarrollo de la variable longitud media de plúmula, en laboratorio e invernadero, para semilla de la especie Rhodes (*Chloris gayana* L.).

Para la variable de Longitud media de radícula (**LMR**), evaluada en el ambiente de laboratorio, la comparación de medias (Cuadro 4.2) muestra, que en los tres periodos de almacenamiento (120,180 y 240 días), T4 mostró ser superior a los demás tratamientos registrando la longitud más alta en el periodo de 240 días de almacenamiento con 3.06 cm. Dentro de la evaluación del ambiente de invernadero, se muestra que en los tres periodos de almacenamiento (120,180 y 240 días), se indica que T2, T3 y T4, son estadísticamente iguales, numéricamente T3 obtuvo el mejor comportamiento al generar mayor longitud de radícula. De la misma manera en los tres periodos el testigo (T1), obtuvo el parámetro más bajo. Estos resultados concuerdan con lo manifestado por Chantre *et al.*, 2009, al indicar que en semillas recién cosechadas la temperatura y el almacenamiento son relevantes para la eliminación de dormancia y que al aumentar las temperaturas por encima de los 25 °C, la germinación declina (Figura 4.5).

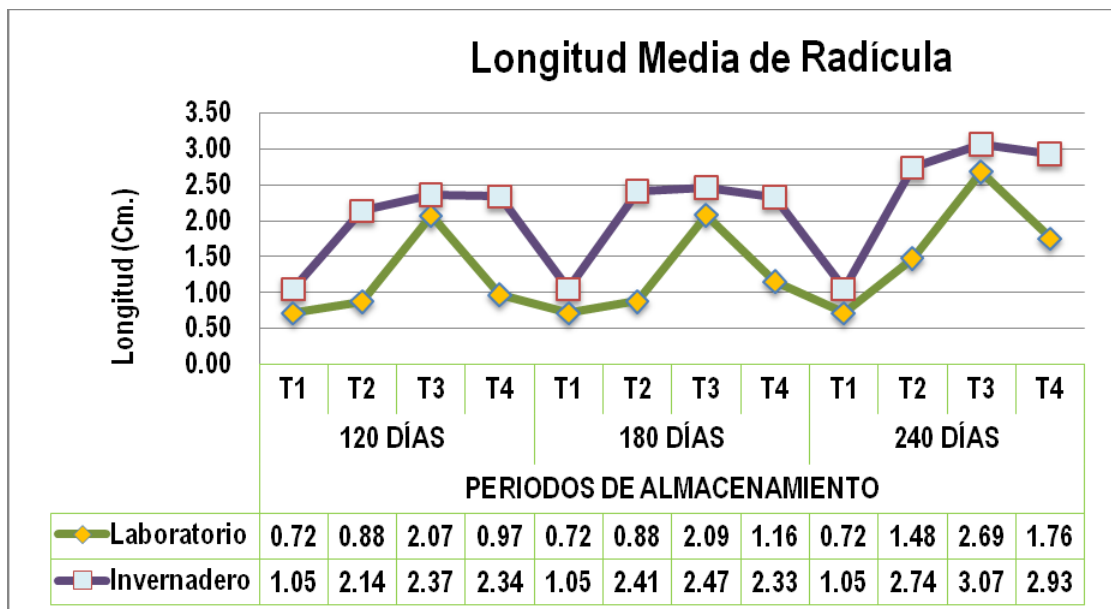


Figura 4.5. Desarrollo de la variable longitud media de radícula, en laboratorio e invernadero, para semilla de la especie Rhodes (*Chloris gayana* L.).

Análisis estadístico para capacidad de germinación en la especie *Buffel* (*Cenchrus ciliaris* L.).

En el cuadro 4.3 se concentra la información referente los parámetros de Capacidad de germinación, los resultados obtenidos muestran que la variable (**PN**) en el ambiente de laboratorio en los periodos de 180 y 240 días de almacenamiento presentó diferencia altamente significativas ($P \leq 0.01$), solo en el periodo de 120 días de almacenamiento no se presentó diferencia significativa; por lo que respecta a invernadero, en los tres periodos de almacenamiento presentó diferencias altamente significativas ($P \leq 0.01$), de la misma manera, se obtuvo que dentro de la variable de (**PA**) en el ambiente de laboratorio, el periodo de 120 días de almacenamiento presentó diferencia significativa ($P \leq 0.05$), el resto de los periodos de evaluación no presentaron diferencias significativas; de la misma forma para la valoración en el ambiente de invernadero, presentó diferencias altamente significativas ($P \leq 0.01$) en los tres periodos de almacenamiento, igualmente se observó que las variables de semilla sin germinar (**SSG**) y germinación estándar (**GS**), tuvieron diferencias altamente significativas ($P \leq 0.01$) entre los periodos de almacenamiento en laboratorio e invernadero. Por ello fue necesario realizar la prueba de comparación de medias (DMS) para así determinar los tratamientos que presentaron mejor comportamiento en la evaluación de la especie *Cenchrus ciliaris* L.

Cuadro 4.3. Cuadrados medios, coeficientes de variación y comparación de medias de las variables de capacidad de germinación estudiadas en condiciones de laboratorio e invernadero para la especie Buffel (*Cenchrus ciliaris* L.).

FV	GL	CAPACIDAD DE GERMINACIÓN "COEFICIENTE DE VARIACIÓN"															
		PN I		PN II		PA I		PA II		SSG I		SSG II		GS I		GS II	
A=120 días	3	120.916 NS		766.916**		96.395*		47.33**		427.72*		1172.916**		427.72*		1172.91**	
E.E.	12	46.25		120.833		24.229		2.66		114.479		23.41		114.479		23.41	
C.V.		30.059		16.262		47.16		32.65		15.984		6.57		32.361		18.34	
X MEDIA		22.625		21.375		10.438		5.00		66.938		73.62		33.063		26.37	
A=180 días	3	3462.91**		1268.25**		55.229 NS		1439.583**		4271.83**		5379.333**		4271.83**		5379.33**	
E.E.	12	44.583		129.166		15.146		8.416		42.396		15.33		42.396		15.33	
C.V.		12.394		83.338		41.791		9.246		17.687		15.35		10.305		5.256	
X MEDIA		53.875		43.125		9.313		31.375		36.813		25.5		63.188		74.5	
A=240 días	3	3882.916**		1519.58**		53.229 NS		1439.833**		4427.895**		5884.66**		4427.89**		5884.66**	
E.E.	12	44.583		12.916		13.813		101		33.729		15.33		33.729		15.33	
C.V.		11.74		7.877		44.71		9.246		16.683		17.025		8.909		5.085	
X MEDIA		56.875		45.625		8.313		31.75		34.813		23		65.188		77.00	
ALMACEN	TRATAMIENTOS	CAPACIDAD DE GERMINACIÓN "COMPARACIÓN DE MEDIAS"															
		PN I		PN II		PA I		PA II		SSG I		SSG II		GS I		GS II	
120 días	T1=(Testigo)	16.0		16.5	b	3.75	b	3.0	b	80.25	a	80.5	a	19.75	b	19.5	b
	T2=120 días de almacenamiento	24.5		14.5	b	13.0	ab	2.5	a	62.5	ab	83.0	a	37.5	ab	17.0	b
	T3=T2 + Temp. Alternas	21.0		12.5	b	10.0	ab	4.5	a	69.0	ab	83.0	a	31.0	ab	17.0	b
	T4=T2 + Temp. Bajas	29.0		42.0	a	15.0	a	10.0	a	56.0	b	48.0	b	44.0	a	52.0	a
DMS		14.277		7.29		10.333		3.428		22.461		10.15		22.461		10.15	
180 días	T1=(Testigo)	16.0	c	16.5	b	3.75		3.0	b	80.25	a	80.5	a	19.75	c	19.5	b
	T2=180 días de almacenamiento	70.0	a	53.0	a	12.0		37.0	a	18.0	c	10.0	b	82.0	a	90.0	a
	T3=T2 + Temp. Alternas	46.5	b	50.0	a	11.5		43.0	a	42.0	b	6.5	b	58.0	b	93.5	a
	T4=T2 + Temp. Bajas	83.0	a	54.0	a	11.0		41.0	a	6.0	c	5.0	b	94.0	a	95.0	a
DMS		14.017		7.57		8.1698		6.03		13.669		8.2202		13.669		8.2202	
240 días	T1=(Testigo)	16.0	c	16.5	b	3.75		3.0	b	80.25	a	80.5	a	19.75	c	19.5	b
	T2=240 días de almacenamiento	74.0	a	55.0	a	11.5		40.0	a	14.5	c	5.0	b	85.5	a	95.0	a
	T3=T2 + Temp. Alternas	50.5	b	53.0	a	11.0		42.5	a	38.5	b	4.5	b	61.5	b	95.5	a
	T4=T2 + Temp. Bajas	87.0	a	57.0	a	7.0		41.0	a	6.0	c	2.0	b	94.0	a	98.0	a
DM S		14.01		7.45		7.8019		6.09		12.192		8.202		13.192		8.202	

=Altamente significativo (0.01 % de probabilidad); *=Significativo (0.05 % de probabilidad); NS=No significativo; Sin litera= Un solo grupo; FV= fuentes de variación; GL=Grados de libertad; C.V=Coeficiente de variación; X= Media general; A= Periodo de almacenamiento. **Capacidad de Germinación (%); I= Laboratorio; II= Invernadero; PN= Plántulas normales (%); PA= Plántulas anormales (%); SSG=Semilla sin germinar (%); GS= Germinación Standard.

Capacidad de germinación para la especie Buffel (*Cenchrus ciliaris* L.).

En la variable de Plántulas normales (**PN**) en laboratorio, la comparación de medias (Cuadro 4.3), mostró que en el periodo de almacenamiento de 120 días, T4 fue superior al resto de los tratamientos con un 29% **PN**, seguido de T2 con un 24.5%, así mismo en los periodos de almacenamiento de 180 y 240 días, la comparación de medias indica que T4 fue superior al obtener 83 y 87 % de **PN** respectivamente, seguido de T2 siendo estadísticamente iguales en ambos periodos, lo cual indica que la combinación de almacenamiento y temperaturas estimulan a la semilla, al ablandar su estructura externa (lema y palea).

Por lo que corresponde al ambiente de invernadero, el análisis de varianza indica que T4 fue superior al resto de los tratamientos en los tres periodos de evaluación, los resultados antes mencionados tienen similitud con lo estipulado por Chaparro y Pueyo, 2003, al estudiar efecto del almacenamiento sobre la germinación de semillas de gramíneas tropicales. (*Dichanthium aristatum* Poir. y *Dichanthium caricosum* L., manifestaron que desde el inicio de 4 meses de almacenamiento, la capacidad de germinación se incrementó.

Al evaluar la variable de plántulas anormales (**PA**), en laboratorio, la comparación de medias (Cuadro 4.3) muestra que en el periodo de 120 días de

almacenamiento, T4 registró 15.0 % **PA**, seguido de T2 con un 13.0 %; del mismo modo dentro de los periodos de 180 y 240 días de almacenamiento, la prueba de medias indica que no existe diferencia entre los tratamientos, comparativamente se encontró que T2 es superior al resto, al obtener un 12% y 11.5% de **PA** respectivamente, seguido de T3; de la misma forma para invernadero se observó que en los tres periodos de evaluación T2, T3 y T4 no mostraron diferencia significativa, comparativamente se observó que T4 mostró ser superior al resto en los tres periodos de evaluación, por otra parte en los tres tiempos de almacenamiento se manifiesta que el testigo (T1) obtuvo un menor porcentaje de **PA**, estando por debajo del resto de los tratamientos.

En la variable de semillas sin germinar (**SSG**), el análisis de varianza (Cuadro 4.3) revela que en los periodos de almacenamiento (120, 180 y 240 días), el testigo (T1) presenta mayor porcentaje de **SSG**, en los tres periodos y en los dos ambientes evaluados, lo que demuestra que los periodos de almacenamiento combinado con temperaturas bajas tienen un efecto determinante en el número de semillas sin germinar, estos resultados son similares a los manifestados por Pietrosemoli, 1997, quien al estudiar el efecto del almacenamiento y la escarificación sobre la germinación de la semilla *Cajanus cajan* L., observó que las semillas con mayor período de almacenamiento presentaron los mayores porcentajes de germinación en comparación con las que se mantuvieron almacenadas por dos meses (84.86 vs 65.81 %).

Por su parte Tomer y Singh, 1993 manifestaron que la semilla almacenada durante 10 meses presentó un porcentaje de germinación superior a la de 2 meses, de la misma forma un periodo de almacenamiento de 7 meses incrementa en más de un 60% de germinación, esto en la especie *Vigna umbellata* Thunb.; Así mismo se determinó que al analizar la variable de germinación estándar (**GS**), la comparación de medias en el Cuadro 4.3, señala que T4 resultó superior al resto de los tratamientos en los dos ambientes de evaluación, del mismo modo manifestó ser el mejor en los tres periodos de almacenamiento, seguidos de T2. Por otra parte el testigo (testigo) consiguió un menor porcentaje de **GS**, por debajo del resto de los tratamientos. Esto coincide con lo estudiado por Baskin y Baskin, 2004, quienes mencionan que las semillas sometidas a maduración en almacenamiento en seco y a estratificación en frío (0-10 °C) alcanzan mayor germinación en plántulas normales.

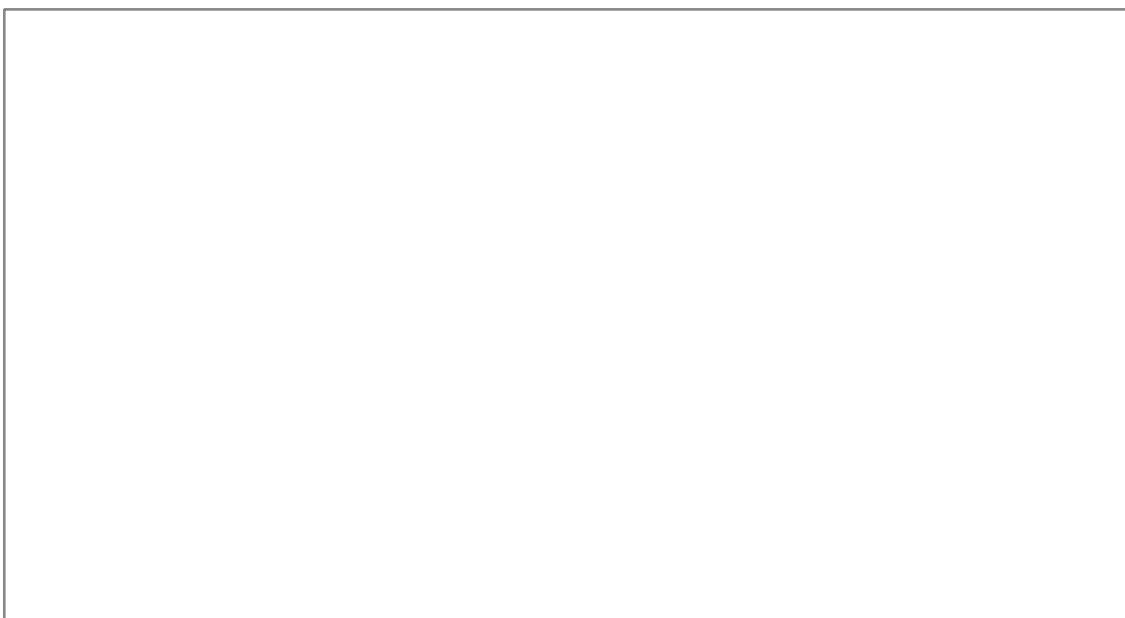


Figura 4.6. Respuesta a la germinación en semilla de la especie Buffel (*Cenchrus ciliaris* L.), en laboratorio e invernadero, sometidas a diferencias de temperatura.

Análisis estadístico para las variables de vigor en la especie Buffel (*Cenchrus ciliaris* L.).

En el cuadro 4.4 se concentra la información referente a los parámetros evaluados de vigor; índice de velocidad de germinación (**IVG**) para laboratorio, esta variable presenta diferencia mínima significativa solo en el periodo de 120 días de almacenamiento; de la misma forma esta variable presenta diferencia altamente significativa ($P \leq 0.01$) para el resto de los periodos de evaluación, la variable de índice de velocidad de emergencia (**IVE**) para invernadero, longitud media de plúmula (**LMP**) y longitud media de radícula (**LMR** invernadero), presentaron diferencias altamente significativas ($P \leq 0.01$) en los tres periodos de almacenamiento (120, 180 y 240 días), igualmente se tiene que la variable de longitud media de radícula (**LMR** laboratorio), no presenta diferencia significativa a los 120 días de almacenamiento, igualmente el análisis de varianza muestra que para el resto de los dos periodos, presentan diferencia altamente significativa ($P \leq 0.01$). De este modo fue necesario realizar la prueba de diferencia mínima significativa (DMS) para la comparación de medias y así determinar los tratamientos que presentaron mejor comportamiento.

Cuadro 4.4. Cuadrados medios, coeficientes de variación y comparación de medias de las variables de vigor bajo condiciones de laboratorio e invernadero para la especie Buffel (*Cenchrus Ciliaris* L.).

FV	GL	VARIABLES DE VIGOR "COEFICIENTE DE VARIACIÓN"											
		IVG I		IVE II		LMP I		LMP II		LMP I		LMP II	
A= 120 días	3	0.587*		688.086**		2.841**		12.332**		0.2147 NS		7.812**	
ERROR	12	0.13		9.959		0.107		0.383		0.112		0.457	
C.V.		51.419		19.577		13.71		14.824		23.924		20.961	
X MEDIA		0.702		16.1201		2.389		4.175		1.398		3.227	
A= 180 días	3	0.627**		588.476**		4.579**		16.180**		0.933966**		10.795**	
ERROR	12	0.086		12.548		0.078		0.383		0.126		0.457	
C.V.		38.95		14.11		11.09		13.382		19.305		18.396	
X MEDIA		0.753		25.104		2.516		4.625		1.838		3.6775	
A= 240 días	3	0.627**		735.719**		7.165**		27.314**		2.185**		12.3090**	
ERROR	12	0.086		12.549		0.078		0.771		0.126		0.702	
C.V.		38.95		12.974		9.408		15.925		15.507		21.931	
X MEDIA		0.753		27.303		2.966		5.513		2.288		3.821	
ALMACÉN	TRATAMIENTOS	VARIABLES DE VIGOR "COMPARACIÓN DE MEDIAS"											
		IVG I		IVE II		LMP I		LMP II		LMR I		LMR II	
120 días	T1=(Testigo)	0.325	b	7.33	b	1.12	b	1.99	c	1.28		1.59	b
	T2=120 días de almacenamiento	0.432	ab	8.37	b	2.78	a	3.51	b	1.355		2.54	b
	T3=T2 + Temp. Alternas	0.932	ab	35.39	a	2.82	a	5.53	a	1.22		4.28	a
	T4=T2 + Temp. Bajas	1.118	a	13.38	b	2.83	a	5.66	a	1.735		4.49	a
DMS		0.757		6.625		0.687		1.393		0.701		1.429	
180 días	T1=(Testigo)	0.325	b	7.33	b	1.12	c	1.99	c	1.28	b	1.59	c
	T2=180 días de almacenamiento	0.585	b	28.14	a	2.76	b	4.11	b	1.80	ab	3.14	b
	T3=T2 + Temp. Alternas	1.253	a	34.42	a	2.46	b	6.13	a	1.81	ab	4.88	a
	T4=T2 + Temp. Bajas	0.845	ab	30.51	a	3.715	a	6.26	a	2.46	a	5.09	a
DMS		0.615		7.436		0.658		1.29		0.7447		1.420	
240 días	T1=(Testigo)	0.325	b	7.33	b	1.12	c	1.99	c	1.28	b	1.59	b
	T2=240 días de almacenamiento	0.588	b	30.98	a	3.36	b	7.03	a	2.40	a	5.22	a
	T3=T2 + Temp. Alternas	1.255	a	37.26	a	3.06	b	5.13	b	2.41	a	3.25	b
	T4=T2 + Temp. Bajas	0.86	ab	33.63	a	4.31	a	7.89	a	3.06	a	5.23	a
DMS		0.615		8.280		0.585		1.843		0.744		1.759	

**= Altamente significativo (0.01 % de probabilidad); *= Significativo (0.05 % de probabilidad); NS= No significativo; Sin literal = Un solo grupo; FV= Fuentes de variación; GL= Grados de libertad; A= Periodo de almacenamiento; CV= Coeficiente de variación; X= Media general; Variables de Vigor; I= Laboratorio; II= Invernadero; IVG= Índice de velocidad de germinación; IVE= Índice de velocidad de emergencia; LMP= Longitud media de plúmula (%); LMR= Longitud media de radícula (%).

Indicadores de vigor de la especie Buffel (*Cenchrus ciliaris* L.).

Para la variable de índice velocidad de germinación (**IVG**), la comparación de medias (Cuadro 4.4) indica que en el periodo de 120 días de almacenamiento T4 mostró ser superior al resto de los tratamientos, seguido de T3, de igual forma en los periodos de 180 y 240 días de almacenamiento se manifestó que T3 fue el más sobresaliente, seguido de T4 (Figura 4.7); por otra parte en los tres periodos de almacenamiento se manifiesta que el T1 (testigo) obtuvo un menor porcentaje de índice velocidad de emergencia. Esto coincide con las recomendaciones por Miranda *et al.*, 2010, quienes sugieren realizar ensayos usando KNO₃ o pre-refrigerando en semillas para eliminar letargo, la interacción de las temperaturas genera un shock térmico en las semillas inhibiendo el letargo.

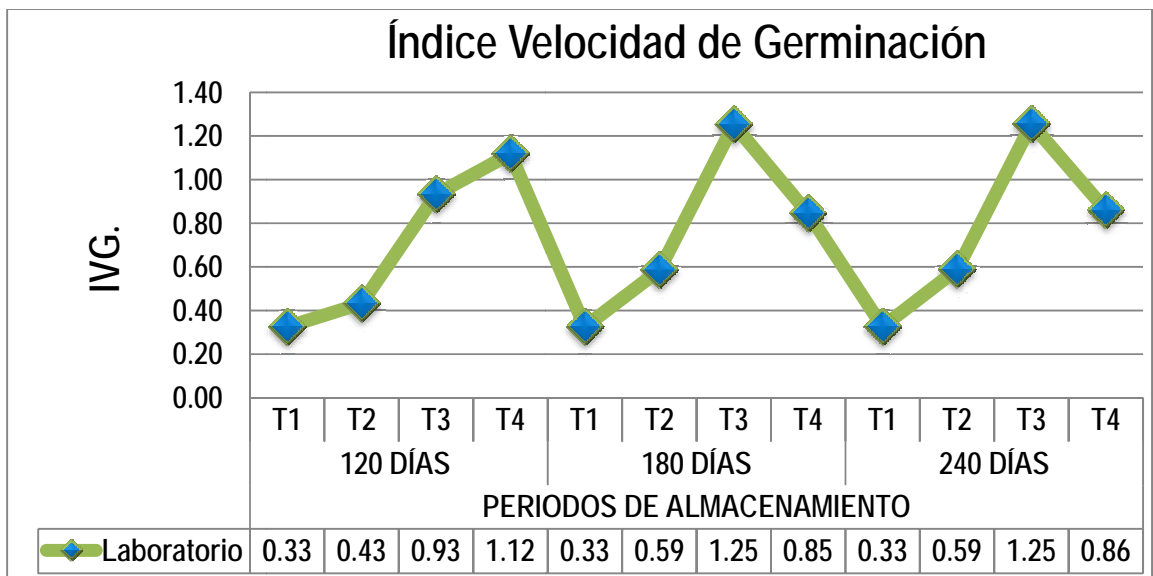


Figura 4.7. Comportamiento del índice velocidad de germinación en la semilla de la especie Buffel (*Cenchrus ciliaris* L.).

Para la variable de Índice velocidad de emergencia (**IVE=Ptas./día**), en invernadero, la comparación de medias (Cuadro 4.4) indica que en los periodos de 120, 180 y 240 días de almacenamiento, T3 fue superior al resto al obtener 35.39, 34.42 y 37.26 de **IVE**, respectivamente (Figura.4.8), seguido de T4. Por otra parte en los tres periodos de almacenamiento se manifiesta que el testigo (T1) obtuvo un menor porcentaje de índice velocidad de emergencia; los resultados antes mencionados coinciden con lo estipulado por su parte Pastor *et al.*, 2003, quienes señalan que la especie buffel (*Cenchrus ciliaris* L.) no rompe su latencia en forma natural con el almacenamiento ya que esta especie requiere tratamientos de escarificación o estratificación fría, contrario a lo que ocurre con las especies del género *Brachiaria*.

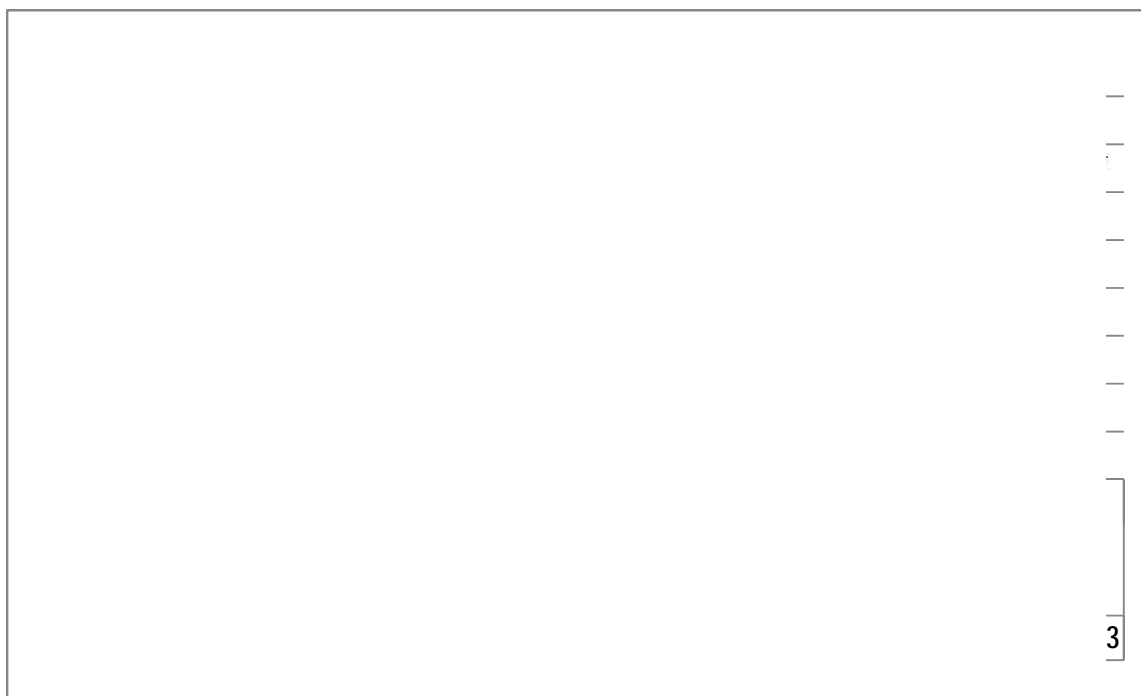


Figura 4.8. Comportamiento del índice velocidad de germinación en la semilla de la especie Buffel. (*Cenchrus ciliaris* L.).

Para la variable de longitud media de plúmula (**LMP**), la comparación de medias (Cuadro 4.4) indica que en los periodos de 120, 180 y 240 días de almacenamiento T4 presentó los mejores resultados en **LMP** para laboratorio e invernadero, del mismo modo se manifiesta que T1 (testigo) consiguió un menor porcentaje de longitud (Figura 4.9); por su parte Chaparro y Pueyo, 2003, señalan que al estudiar el efecto del almacenamiento sobre la germinación de semillas de gramíneas estas manifiestan que los periodos largos de almacenamiento (24 meses), reducen su calidad fisiológica, el vigor y poder germinativo; al respecto, Kucera et al. (2005) señalan que la latencia combinada se libera durante el almacenamiento en frío en algunas especies, incluso si la cubierta de la semilla permanece impermeable al agua, esto debido a que las hormonas vegetales son un importante regulador de la inducción de la latencia semillas.

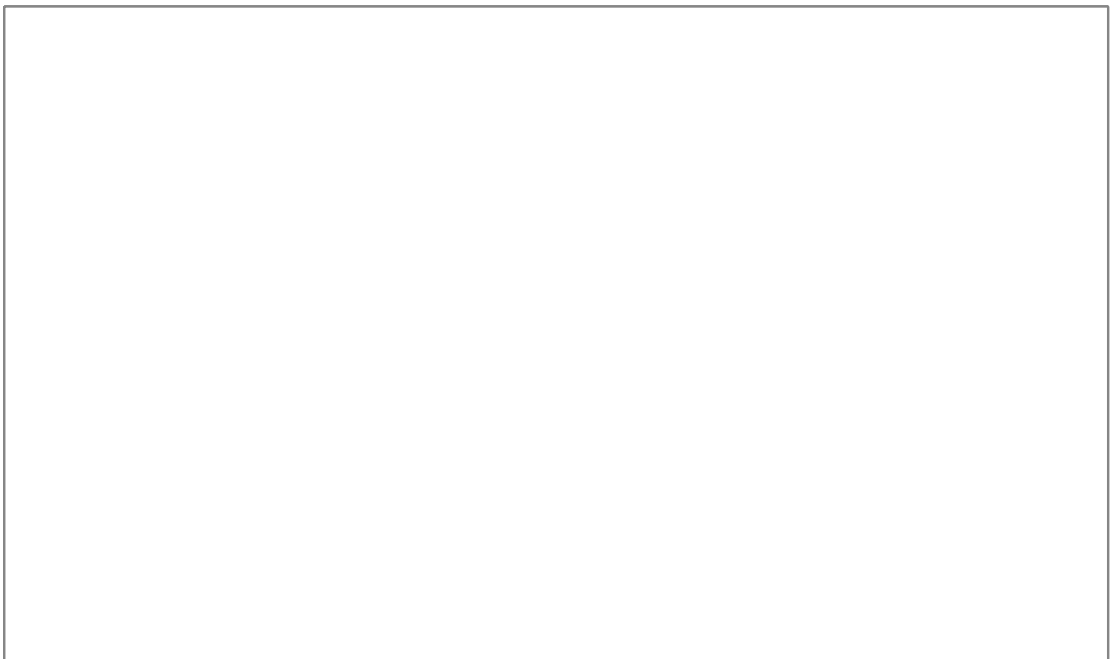


Figura 4.9. Comportamiento de la variable longitud media de plúmula en la semilla de la especie Buffel (*Cenchrus ciliaris* L.).

De la misma manera al observar los resultados del análisis de varianza para la variable de longitud media de radícula (**LMR**), muestra que en los dos periodos de evaluación y en los tres periodos de almacenamiento 120 180 y 240 días, T4 mostró ser superior a los demás tratamientos registrando la longitud más alta; de igual forma se observa que T1 (testigo) logró un menor porcentaje de longitud en los dos ambientes de evaluación y en los tres periodos de almacenamiento registrando 1.28 cm de **LMR** para laboratorio y 1.59 cm de **LMR** para invernadero. Por su parte Cavaye, 1991 y Cox *et al.*, 1988, señalan que la temperatura media que requiere la semilla de *Cenchrus ciliaris* L., para su germinación en campo oscila entre 18 y 35 °C, siendo la óptima de 25 °C y la mínima (frío) promedio varía de 5.5 a 13 °C. (Figura 4.8).

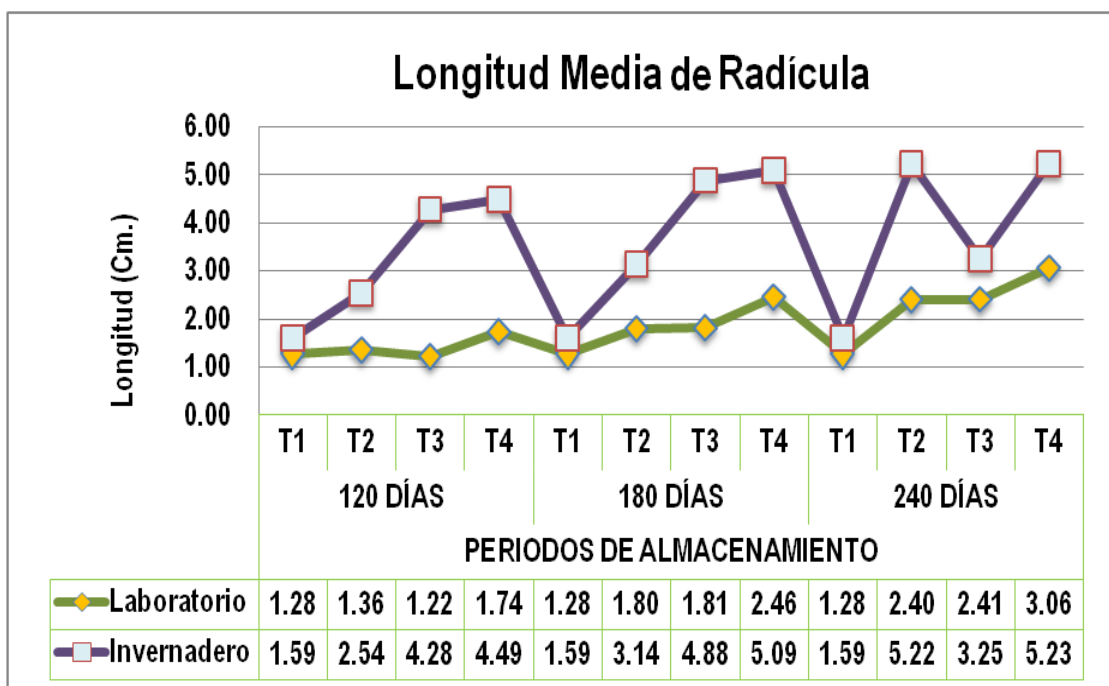


Figura 5.0. Comportamiento de la variable longitud media de radícula en la semilla de la especie *Buffel* (*Cenchrus ciliaris* L.).

Análisis estadístico para capacidad de germinación en la especie Guinea (*Panicum maximum* L.) Var. Tanzania.

En el cuadro 4.5 se concentra la información referente a los cuadrados medios del análisis de varianza de los parámetros evaluados de capacidad de germinación para laboratorio e invernadero: plántulas normales (**PN**), plántulas anormales (**PA**), semillas sin germinar (**SSG**) y germinación estándar (**GS**); los resultados obtenidos muestran que en los tres periodos de almacenamiento en las variables antes mencionadas se presentaron diferencias altamente significativas ($P \leq 0.01$), a excepción de la variable plántulas anormales (**PA**), evaluada bajo condiciones de invernadero, la cual presenta diferencia no significativa en los periodos de evaluación de 120 y 180 días de almacenamiento, asimismo fue necesario realizar la prueba de comparación de medias (DMS) para determinar los tratamientos que presentaron mejor comportamiento en la evaluación de la especie Guinea (*Panicum maximum* L.) Var. Tanzania.

Cuadro 4.5. Cuadrados medios, coeficientes de variación y comparación de medias de las variables de capacidad de germinación evaluadas en laboratorio e invernadero para la especie Guinea (*Panicum maximum* L.)Var. Tanzania.

FV	GL	CAPACIDAD DE GERMINACIÓN "COEFICIENTE DE VARIACIÓN"															
		PN I		PN II		PA I		PA II		SSG I		SSG II		GS I		GS II	
A=120 días	3	3532.33**		1985.5**		228.56**		9.39 ns		5014.06**		2265.72**		5014.06**		2265.72**	
E.E.	12	131.5		62.08		17.22		7.229		151.39		80.062		151.395		80.062	
C.V.		21.73		17.65		31.47		54.45		36.122		17.740		18.66055		18.053	
X MEDIA		52.75		44.62		13.18		4.937		34.062		50.437		65.9375		49.562	
A=180 días	3	3727.0 **		135.0 **		113.72 **		1.22 ns		3950.22 **		125.729 **		3950.22**		125.72 **	
E.E.	12	15.5		15.50		9.14		2.062		6.145		23.145		6.145		23.145	
C.V.		6.93		18.97		49.88		65.65		6.666		6.243		3.946		20.974	
X MEDIA		56.75		20.75		6.062		2.187		37.187		77.062		62.812		22.937	
A=240 días	3	4745.66 **		1309.6 **		24.562**		605.8 **		4945.72 **		3503.39**		4945.72**		3503.39**	
E.E.	12	15.5		47.83		3.479		25.395		20.479		52.312		20.479		52.312	
C.V.		6.27		18.56		35.11		23.784		14.169		17.402		6.648		12.376	
X MEDIA		62.75		37.25		5.312		21.187		31.937		41.562		68.062		58.437	
ALMACÉN	TRATAMIENTOS	CAPACIDAD DE GERMINACIÓN "COMPARACIÓN DE MEDIAS"															
		PN I		PN II		PA I		PA II		SSG I		SSG II		GS I		GS II	
120 días	T1=(Testigo)	12.0	c	12.5	b	3.75	b	2.8		84.2	a	84.7	a	15.75	b	15.25	b
	T2=120 días de almacenamiento	63.0	b	21.5	a	14.0	a	1.5		23.0	b	77.0	ab	77.0	a	23.0	ab
	T3=T2 + Temp. Alternas	78.5	a	26.0	a	2.5	b	2.5		19.0	b	71.5	b	81.0	a	28.5	a
	T4=T2 + Temp. Bajas	73.5	a	23.0	a	4.0	b	2.0		22.5	b	75.0	ab	77.5	a	25.0	ab
DMS		8.2648		8.2648		6.3486		3.0148		5.2042		10.1		5.204		10.1	
180 días	T1=(Testigo)	12.0	c	12.5	b	3.75	c	2.8		84.2	a	84.7	a	15.7	c	15.25	b
	T2=180 días de almacenamiento	66.5	ab	56.0	a	22.0	a	6.0		11.5	bc	38.0	b	88.5	ab	62.0	a
	T3=T2 + Temp. Alternas	81.0	a	62.5	a	12.0	bc	6.0		7.0	c	31.5	b	93.0	a	68.5	a
	T4=T2 + Temp. Bajas	51.5	b	47.5	a	15.0	ab	5.0		33.5	b	47.5	b	66.5	b	52.5	a
DMS		24.073		16.541		8.7136		5.6443		25.83		18.784		25.83		18.784	
240 días	T1=(Testigo)	12.0	c	12.5	c	3.75	b	2.8	b	84.2	a	84.7	a	15.7	c	15.25	b
	T2=240 días de almacenamiento	71.0	b	46.0	a	9.0	a	28.0	a	20.0	b	32.5	b	80.0	b	73.5	a
	T3=T2 + Temp. Alternas	86.5	a	55.5	a	4.5	b	27.0	a	9.0	c	17.5	b	91.0	a	82.5	a
	T4=T2 + Temp. Bajas	81.5	a	40.5	b	4.0	b	28.0	a	14.5	bc	31.5	b	85.5	ab	68.5	a
DMS		8.424		14.519		3.915		10.579		9.500		15.183		9.500		15.183	

=Altamente significativo (0.01 % de probabilidad); *=Significativo (0.05 % de probabilidad); NS=No significativo; Sin letra= Un solo grupo; FV= fuentes de variación; GL=Grados de libertad; C.V=Coeficiente de variación; X= Media general; A= Periodo de almacenamiento. **Capacidad de Germinación (%); I= Laboratorio; II= Invernadero; PN= Plántulas normales (%); PA= Plántulas anormales (%); SSG=Semilla sin germinar (%); GS= Germinación Standard.

Capacidad de germinación para la especie Guinea (*Panicum maximum* L.) Var. Tanzania.

Los resultados (Cuadro 4.5), para capacidad de germinación, en la variable plántulas normales (**PN**), en los dos ambientes de evaluación, la comparación de medias indica que en los periodos de almacenamiento, 120, 180 y 240 días, T3 resultó ser el más relevante, seguido de T4; lo que indica que para esta especie, la combinación de almacenamiento con temperaturas alternas tienen un efecto determinante en esta especie. Los datos antes mencionados tienen similitud a lo sugerido por Sánchez, 2003, al indicar que la combinación de los tratamientos hídricos con los de choques térmicos (temperaturas altas y bajas) logran un efecto positivo en semillas sin germinar. (*Trichospermum mexicanum* (DC.) Baill).

Para la variable de plántulas anormales (**PA**) (Cuadro 4.5), indica que en la evaluación en laboratorio no existió diferencia entre los tratamientos; comparativamente se observó que T2, obtuvo los mejores resultados al registrar 14, 22 y 9 % de **PA**. En la evaluación en invernadero (**PA**) el análisis de varianza señala que no existe diferencia entre los tratamientos, durante los periodos de 120 y 180 días de almacenamiento, del mismo modo se muestra que en el periodo de 240 días de almacenamiento no existe diferencia entre T2, T3 y T4, por otra parte se encontró que T2 y T4 superaron al resto de los tratamientos, al obtener un 28 % de **PA**; por otra parte en los tiempos de

almacenamiento de 180 y 240 días, el testigo (T1) obtuvo un menor porcentaje de **PA**, estando por debajo de los demás tratamientos, con respecto Kurtar *et al.*, 2004, mencionan que varios controles pueden actuar en las especies de leguminosas para eliminar el efecto supresor de la germinación, en la forma de temperaturas ambiente o directamente como factor en forma de temperaturas alternas o iluminación del sustrato. Cuando la humedad es la adecuada, la germinación final de una muestra de semillas está controlada por la temperatura.

En la variable Semillas sin germinar (**SSG**), el análisis de varianza (Cuadro 4.5) muestra que en los dos ambientes de evaluación (laboratorio e invernadero), el testigo presentó los datos más altos en los tres periodos de evaluación (120, 180 y 240 días de almacenamiento). Esto manifiesta que la semilla de *Panicum M.*, presenta latencia cuando está recién cosechada, además presentar inhibidores tales como compuestos orgánicos aromáticos, ácidos grasos o iones metálicos, muy común en semillas de *Andropogon gayanus* kunth., *Panicum máximum* L. (Cordero y Oliveros, 1998).

La comparación de medias (Cuadro 4.5) para la variable de germinación estándar (**GS**), evaluada en los dos ambientes (laboratorio e invernadero), demuestra que en los tres periodos de almacenamiento (120, 180 y 240 días), el T3 alcanzó los mejores resultados, seguido de T4 y T2. Por otra parte en los

tres tiempos de almacenamiento se manifiesta que el testigo (T1), alcanzó el porcentaje más bajo de **GS**. (Figura 5.1), los resultados evidenciaron que el shock térmico que provocan las temperaturas alternas estimula la acción bioquímica de la germinación. Esto es congruente con lo señalado por Reino *et al.*, 2008, quienes mencionan que en las semillas frescas y envejecidas de arbustos forrajeros la germinación se desencadenó tanto a temperatura constante como alterna; la máxima germinación se alcanzó a 25/30 °C ó 25/35 °C, por su parte Pérez y Martínez, 1994, indican que las temperaturas son un agente determinante en la germinación, puesto que despliega acciones sobre las enzimas hidrolíticas que regulan la velocidad de reacciones bioquímicas y que la actividad enzimática tiene lugar en un rango máximo y mínimo de temperatura, existiendo un óptimo intermedio.

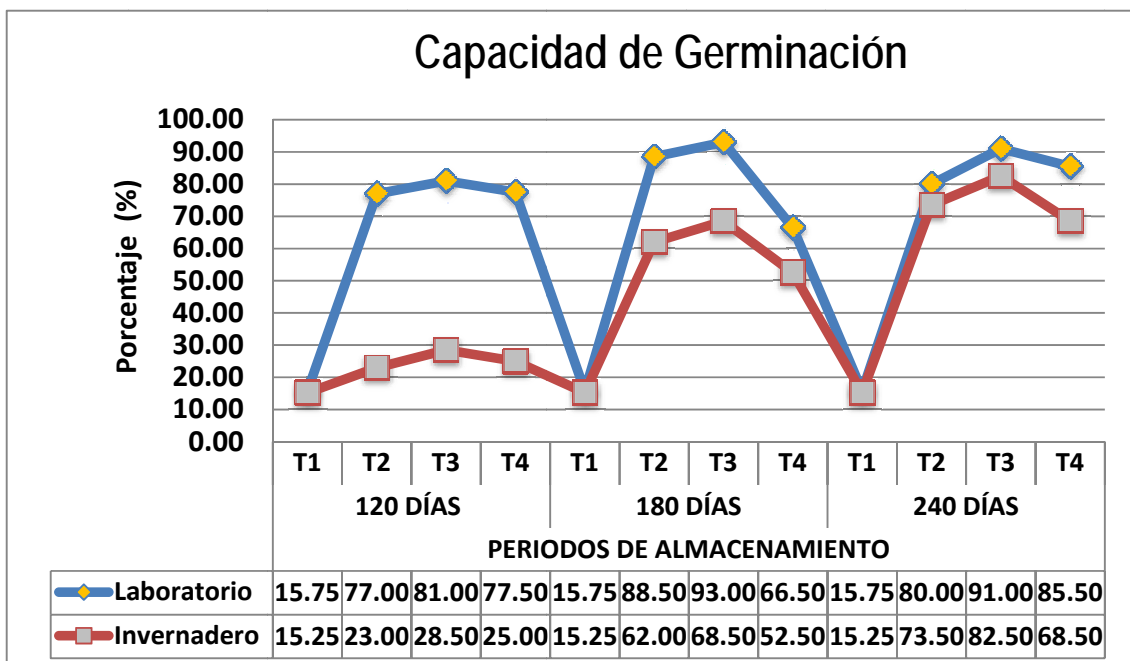


Figura 5.1. Comportamiento del índice velocidad de germinación en la semilla de la especie Guinea (*Panicum maximum* L.) Var. Tanzania.

Análisis estadístico para las variables de vigor en la especie Guinea (*Panicum maximum* L.) Var. Tanzania.

En el cuadro 4.5 se presenta la información referente a los parámetros evaluados para determinar el vigor de las semillas, las variables fueron: índice de velocidad de germinación (**IVG**) para invernadero, esta variable presenta diferencia altamente significativa ($P \leq 0.01$) entre los tres periodos de almacenamiento (120, 180 y 240 días), la variable de índice de velocidad de emergencia (**IVE**) para invernadero, la cual presentó diferencia no significativa en el periodo de evaluación de 120 días de almacenamiento, no asimismo para los periodos de 180 y 240 días, presentando diferencia altamente significativa ($P \leq 0.01$), Para la variable de longitud media de plúmula (**LMP**), presentó diferencia altamente significativa ($P \leq 0.01$) entre los tres periodos de almacenamiento (120, 180 y 240 días), la variable de longitud media de radícula (**LMR**), en laboratorio, presenta diferencia no significativa en los tres periodos de almacenamiento, mientras que en invernadero, presenta diferencia altamente significativa ($P \leq 0.01$) en sus tres periodos de evaluación. A razón de esto fue necesario realizar la prueba DMS (diferencia mínima significativa) y la comparación de medias y así determinar los tratamientos que presentaron mejor comportamiento.

Cuadro 4.6. Cuadrados medios, coeficientes de variación y comparación de medias de las variables de vigor estudiadas en condiciones de laboratorio e invernadero para la especie Guinea (*Panicum maximum* L.) Var. Tanzania.

FV	GL	VARIABLES DE VIGOR "COEFICIENTE DE VARIACIÓN"										
		IVG I	IVE II	LMP I	LMP II	LMR I	LMR II					
A=120 días	3	8.878 **	8.814NS	3.330 **	0.347 *	0.0858 NS	6.628**					
E.E.	12	0.355	10.257	0.115	0.066	0.1934	0.325					
C.V.		2.624	32.955	10.402	9.578	27.349	16.430					
X MEDIA		2.624	9.7184	3.268	2.693	1.608	3.471					
A=180 días	3	9.504 **	177.758**	3.7912 **	0.760 **	0.370 NS	2.522**					
E.E.	12	0.187	11.888	0.284	0.212	0.127	0.077					
C.V.		12.983	18.255	15.722	16.435	19.612	10.025					
X MEDIA		3.332	18.887	3.394	2.807	1.819	2.782					
A=240 días	3	10.555 **	445.889**	6.154 **	9.3713**	0.718 NS	14.559**					
E.E.	12	0.187	24.211	0.284	0.468	0.193	0.051					
C.V.		12.508	20.498	13.882	14.808	21.369	4.441					
X MEDIA		3.46	24.004	3.844	4.622	2.058	5.134					
ALMACÉN	TRATAMIENTOS	VARIABLES DE VIGOR "COMPARACIÓN DE MEDIAS"										
		IVG I	IVE II	LMP I	LMP II	LMR I	LMR II					
120 días	T1=(Testigo)	1.09	c	11.56	2.14	c	2.38	b	1.43	1.59	b	
	T2=120 días de almacenamiento	4.64	a	8.34	3.85	a	2.64	ab	1.69	3.14	a	
	T3=T2 + Temp. Alternas	2.13	bc	10.26	4.15	a	3.09	a	1.76	3.26	a	
	T4=T2 + Temp. Bajas	2.61	b	8.70	2.93	b	2.65	ab	1.54	3.13	a	
DMS		1.251		6.7234	0.713		0.5417		0.9233		1.1973	
180 días	T1=(Testigo)	1.09	c	11.56	c	2.14	c	2.38	b	1.43	1.59	b
	T2=180 días de almacenamiento	3.98	ab	16.82	b	3.11	bc	2.93	ab	2.00	4.50	a
	T3=T2 + Temp. Alternas	4.59	a	27.53	a	4.25	a	3.36	a	2.11	4.02	a
	T4=T2 + Temp. Bajas	3.64	b	19.62	b	4.07	ab	2.55	ab	1.72	3.76	a
DMS		0.9082		7.238		1.1204		0.9687		0.749		0.5856
240 días	T1=(Testigo)	1.09	c	11.56	b	2.14	c	2.38	b	1.43	1.59	b
	T2=240 días de almacenamiento	4.16	ab	33.55	a	3.71	b	5.47	a	2.29	5.67	a
	T3=T2 + Temp. Alternas	4.76	a	31.93	a	4.85	a	5.72	a	2.36	5.27	a
	T4=T2 + Temp. Bajas	3.81	b	18.96	b	4.67	ab	4.90	a	2.14	5.23	a
DMS		0.9087		10.329		1.1204		1.437		0.9223		0.478

**= Altamente significativo (0.01 % de probabilidad); *= Significativo (0.05 % de probabilidad); NS= No significativo; Sin literal = Un solo grupo; FV= fuentes de variación; GL=Grados de libertad; C.V=Coeficiente de variación; X= Media general; A= Periodo de almacenamiento; CV= Coeficiente de variación; X= Media general; Variables de Vigor; I= Laboratorio; II= Invernadero; IVG= Índice de velocidad de germinación (ptas./día); IVE= Índice de velocidad de emergencia (ptas./día); LMP= Longitud media de plúmula (%); LMR= Longitud media de radícula (%).

Indicadores de vigor de la especie Guinea (*Panicum maximum* L.) Var. Tanzania.

Para la variable de índice de velocidad de germinación (**IVG**), la comparación de medias (Cuadro 4.6) indica que en el periodo de 120 días de almacenamiento, T2 fue superior al resto, registrando 4.6 % de **IVG**, seguido de T4; dentro de los periodo restantes (180 y 240 días de almacenamiento) T3 manifestó ser superior al resto, obteniendo 4.5 y 4.7% de **IVG**. Por otra parte en los tres periodos de almacenamiento se manifiesta que T1 (testigo) mostró un menor porcentaje de índice velocidad de germinación, por su parte Rivera *et al.*, 2007, indican en su investigación que con buenas condiciones de humedad, las semillas de *Bulnesia retama* (Gillies ex Hook. & Arn.) Griseb., germinaron en un rango amplio de temperaturas, al menos entre 18 °C y 32 °C, siendo la temperatura de 25 ± 2 °C la que dio mejores resultados para índice de velocidad de germinación.

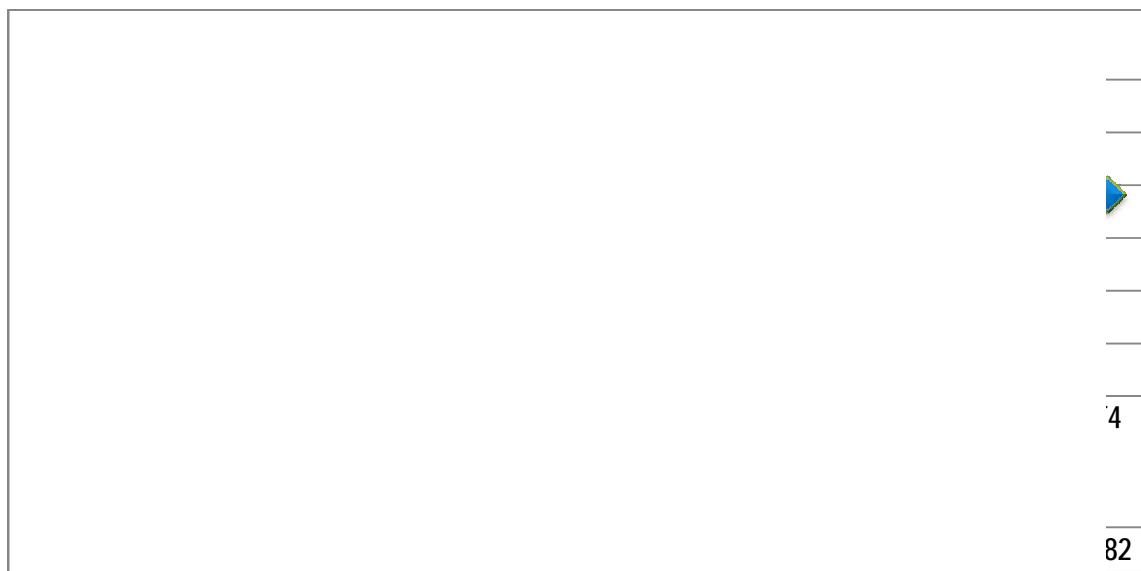


Figura 5.2. Comportamiento del índice velocidad de germinación en la semilla de la especie Guinea (*Panicum maximum* L.) Var. Tanzania.

Para la variable de índice velocidad de emergencia (**IVE**), la comparación de medias (Cuadro 4.6), revela que en el periodo de 120 días de almacenamiento, no existió diferencia entre los cuatro tratamientos, se observó que T1 (testigo) manifestó ser superior al resto, a la postre en los periodo restantes (180 y 240 días de almacenamiento) T3 demostró superioridad al resto al obtener 27.53 y 33.55 % de **IVE** respectivamente (Figura 5.3). Por otra parte en estos dos periodos de almacenamiento se manifiesta que el testigo (T1) obtuvo un menor porcentaje de índice velocidad de emergencia. Estos resultados tiene similitud con lo manifestado por Cordero y Oliveros, 1998, al indicar que las temperaturas alternas de 20-30 °C y la temperatura constante de 35 °C, arrojaron los mayores valores de índice de emergencia en semillas de *Andropogon gayanus* kunth.

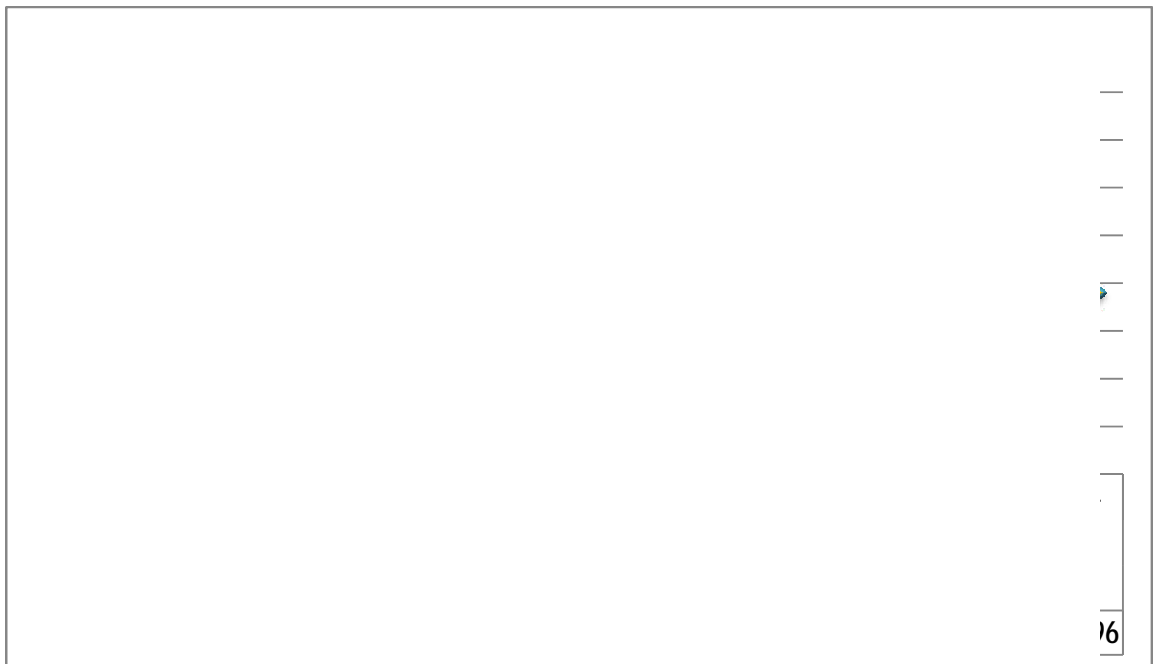


Figura 5.3. Comportamiento del índice velocidad de emergencia en la semilla de la especie Guinea (*Panicum maximum* L.) Var. Tanzania.

Al evaluar la variable de longitud media de plúmula (**LMP**), la comparación de medias (Cuadro 4.6) indica que en los tres periodos de almacenamiento (120, 180 y 240 días), T3 presentó los mejores resultados en **LMP** para laboratorio e invernadero (Figura 5.4). Por otra parte en los tres periodos de almacenamiento T1 (testigo) obtuvo un porcentaje menor de longitud.

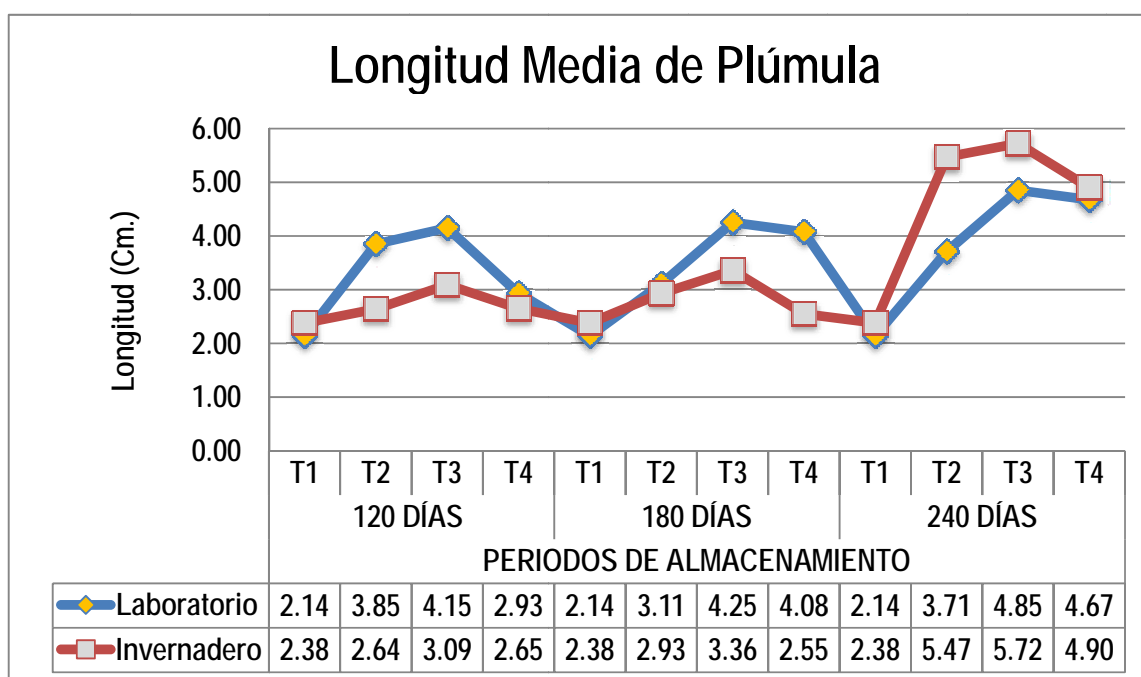


Figura 5.4. Comportamiento de las variables longitud media de plúmula en la semilla de la especie Guinea (*Panicum maximum* L.) Var. Tanzania.

En la variable de longitud media de radícula (**LMR**), la comparación de medias (Cuadro 4.6), para la evaluación en laboratorio, muestra que en los tres periodos de almacenamiento (120,180 y 240 días), no existe diferencia entre los tratamientos, a la par se observó que numéricamente en los periodos de 120

y 240 días de almacenamiento, T3 mostró ser superior al registrar la longitud más alta; de igual forma se observa que T2 obtuvo un mejor porcentaje de longitud en el periodo de 180 días de almacenamiento; de la misma forma para el ambiente de invernadero, la comparación de medias, indica que T3 presentó los datos más altos, en los tres periodos de almacenamiento; por otra parte en los tres periodos de almacenamiento y en los dos ambientes de evaluación, se manifiesta que T1 (testigo) logró un menor porcentaje de longitud. (Figura.5.5). Por su parte Ungar, 1991; Pujol *et al.*, 2000 indican que el uso de estrés hídrico y temperaturas en semillas, puede estimular sus ápices de crecimiento, dependiendo de las características inherentes a cada especie.

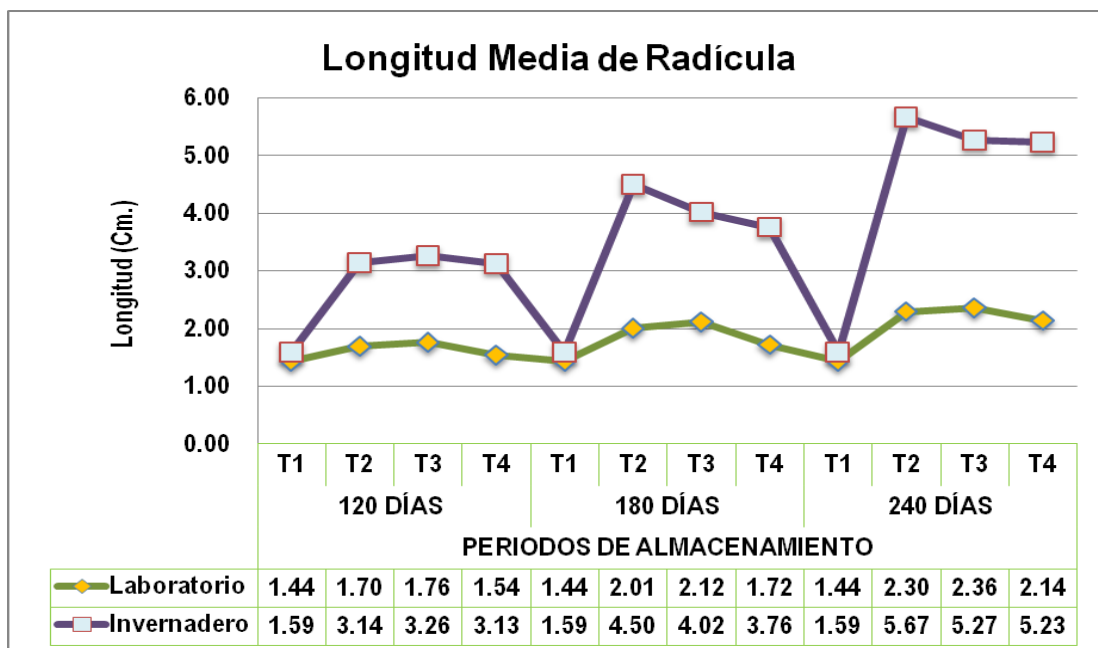


Figura 5.5. Comportamiento de la variable longitud media de radícula en la semilla de la especie Guinea (*Panicum maximum* L.) Var. Tanzania.

Análisis estadístico para capacidad de germinación para Cultivar Mulato II (*Brachiaria* Híbrido CIAT 36087).

En el cuadro 4.7 se concentran la información referente a los parámetros para capacidad de germinación; los resultados obtenidos muestran que para la variable de **PN**, evaluadas en el ambiente de laboratorio, manifestó diferencia altamente significativa ($P \leq 0.01$) en los periodos de 120 y 240 días de almacenamiento, mientras que en el periodo de 180 días, no presentó diferencia significativa, para el ambiente evaluado en laboratorio e invernadero; de igual forma al evaluar la variable de **PA**, bajo el ambiente de laboratorio, en los tres periodos de almacenamiento se manifestó diferencias altamente significativas ($P \leq 0.01$), mientras que en el ambiente evaluado en invernadero no manifiesta diferencia significativa en los periodos de 120 y 240 días de almacenamiento, de igual forma se obtuvo que en el periodo de 180 días presentó diferencia altamente significativa ($P \leq 0.01$); con respecto a las variables semilla sin germinar (**SSG**) y germinación estándar (**GS**), estas manifestaron diferencias altamente significativas ($P \leq 0.01$) entre los tres periodos de almacenamiento (120, 180 y 240 días). Por ello fue necesario realizar la prueba de comparación de medias (DMS) para así determinar los tratamientos que presentaron mejor comportamiento.

Cuadro 4.7. Cuadrados medios, coeficientes de variación y comparación de medias de las variables de capacidad de germinación estudiadas en condiciones de laboratorio e invernadero para semilla de Cultivar Mulato II (*Brachiaria* Híbrido CIAT 36087).

FV	GL	CAPACIDAD DE GERMINACIÓN "COEFICIENTE DE VARIACIÓN"															
		PN I	PN II	PA I	PA II	SSG I	SSG II	GS I	GS II								
A= 120 días	3	108.91**	327.58**	38.229**	5.666 ns	206.062 **	329.583**	206.062**	329.583**								
ERROR	12	16.75	27.25	5.2291	3.833	32.9791	31.416	32.979	31.416								
C.V.		17.891	13.966	34.194	60.242	8.1529	9.44	19.425	13.797								
X MEDIA		22.875	37.375	6.687	3.25	70.437	59.375	29.562	40.625								
A= 180 días	3	168.67 ns	554.91**	105.395**	618.250**	479.395 **	1939.66**	479.395**	1939.66**								
ERROR	12	45.833	48.25	8.895	25.416	66.895	52.333	66.895	52.333								
CV.		19.342	18.219	33.37162	23.865	14.589	17.752	18.615	12.209								
X MEDIA		35.00	38.125	8.937	21.125	56.062	40.75	43.937	59.25								
A=240 días	3	424.66**	2360.91**	105.3958 **	5.666 ns	846.062 **	2322.916 **	846.062 **	2322.916**								
ERROR	12	45.833	23.25	8.895	3.833	66.895	28.083	66.895	28.083								
C.V.		16.512	9.571	33.371	60.242	16.33	11.427	16.378	9.882								
X MEDIA		41.000	50.375	8.9375	3.25	50.062	46.375	49.937	53.625								
ALMACEN	TRATAMIENTOS	CAPACIDAD DE GERMINACIÓN "COMPARACIÓN DE MEDIAS"															
		PN I	PN II	PA I	PA II	SSG I	SSG II	GS I	GS II								
120 días	T1=(Testigo)	26.00	ab	26.0	c	3.75	b	2.5	a	70.25	a	71.5	a	29.75	ab	28.5	b
	T2=120 días de almacenamiento	28.50	a	48.0	a	11.00	a	2.5	b	60.50	b	49.5	b	39.50	a	50.50	a
	T3=T2 + Temp. Alternas	17.50	b	39.0	ab	5.50	b	3.0	a	77.00	a	58.0	b	23.00	b	42.00	a
	T4=T2 + Temp. Bajas	19.50	b	36.5	bc	6.50	ab	5.0	a	74.00	a	58.5	b	26.00	b	41.50	a
DMS		8.5916		10.958		4.8005		4.1101		12.056		11.766		12.056		11.766	
180 días	T1=(Testigo)	26.00		26.0	bc	3.75	b	2.5	b	70.25	a	71.5	a	29.75	b	28.5	c
	T2=180 días de almacenamiento	39.50		54.0	a	16.00	a	26.5	a	44.50	b	19.5	c	55.50	a	80.50	a
	T3=T2 + Temp. Alternas	40.00		34.0	b	8.50	b	27.5	a	51.50	b	38.5	b	48.50	a	61.50	b
	T4=T2 + Temp. Bajas	34.50		38.5	b	7.50	b	28.0	a	58.00	ab	33.5	bc	42.00	ab	66.50	b
DMS		14.232		14.58		6.261		10.583		17.167		15.186		17.167		15.186	
240 días	T1=(Testigo)	26.00	b	26.0	c	3.75	b	2.5	a	70.25	a	71.5	a	29.75	b	28.5	c
	T2=240 días de almacenamiento	47.50	a	84.0	a	16.00	a	2.5	b	36.50	b	13.5	c	63.50	a	86.5	a
	T3=T2 + Temp. Alternas	48.00	a	47.0	b	8.50	b	3.0	b	43.50	b	50.0	b	56.50	a	50	b
	T4=T2 + Temp. Bajas	42.50	a	44.5	b	7.50	b	5.0	b	50.00	b	50.5	B	50.00	a	49.5	b
DMS		14.212		10.122		6.212		4.1101		17.173		11.125		17.173		11.125	

=Altamente significativo (0.01 % de probabilidad); *=Significativo (0.05 % de probabilidad); NS=No significativo; Sin letra= Un solo grupo; FV= fuentes de variación; GL=Grados de libertad; CV=Coeficiente de variación; X= Media general; A= Periodo de almacenamiento. **Capacidad de Germinación (%); I= Laboratorio; II= Invernadero; PN= Plántulas normales (%); PA= Plántulas anormales (%); SSG=Semilla sin germinar (%); GS= Germinación Standard.

Capacidad de germinación para Cultivar Mulato II (*Brachiaria* Híbrido CIAT 36087).

El análisis de varianza (Cuadro 4.7) para la variable de plántulas normales (**PN**) evaluada en laboratorio, indica que en el periodo de 120 días de almacenamiento, T2 superó al resto, seguido del testigo (T1); por otra parte en los periodo de 180 y 240 días de almacenamiento, se observa que T3 presentó mejores resultados superando al resto, seguido de T2; dentro de la evaluación de la variable (**PN**) en invernadero, se demostró que T2 presentó mejores resultados superando al resto en los tres periodos de evaluación (120, 180 y 240 días); por otra parte en los tres tiempos de almacenamiento se manifestó que el testigo (T1) alcanza el porcentaje más bajo de **PN**. Lo anterior se relaciona con lo indicado por Rivera y Espinoza, 1998, al señalar que semillas de *Brachiaria decumbens* cv., de mejor calidad inhibe los tiempos de latencia, ya que los periodos de almacenamiento se reducen y que esta especie rompe latencia a los 207 y 235 días después de ser cosechada.

Al evaluar la variable de plántulas anormales (**PA**), evaluadas en laboratorio, el análisis de varianza (Cuadro 4.7), indica que en el periodo de 120 días de almacenamiento T4 superó al resto, seguido de T2; por otra parte en los periodo de 180 y 240 días de almacenamiento, se observó que T2 presentó mejores resultados, superó a los demás tratamientos registrando 54 y 84 % de **PA**, respectivamente; seguido del T3. En la evaluación en invernadero (**PA**), el

análisis de varianza indica, que durante los tres periodos de almacenamiento 120, 180 y 240 días, T4 es superior al resto de los tratamientos; por otra parte en los tres tiempos de almacenamiento, el testigo (T1) logró un menor porcentaje de **PA**, estando por debajo de los demás tratamientos. Estos resultados tienen relación con los obtenidos por Ferrari, 1999, quien señala que el uso de temperaturas constantes (prerrefrigeración) y alternas más elevadas (20-25°C y 20-15°C), en la especie *Bothriochloa laguroides* ssp., incrementa el potencial de producción de plántulas anormales, reduciendo el número de plántulas normales.

Referente a la variable semillas sin germinar (**SSG**), el análisis de varianza (Cuadro 4.7) muestra que en los dos ambientes de evaluación, laboratorio e invernadero, el testigo (T1) presenta los resultados más altos en los tres periodos de evaluación (120, 180 y 240 días de almacenamiento). Esto manifiesta que la semilla del Cultivar Mulato II (*Brachiaria* Híbrido CIAT 36087) presenta latencia cuando están recién cosechada, requiriendo ser almacenada por cierto periodo y tratada con productos para inhibir su estado, esto tiene relación a lo señalado por CIAT, 2005, al indicar que la especie de *B. brizantha* cv. (Progenitor de *B. Híbrido* CIAT 36087), tiene una latencia de corta duración y para garantizar su germinación debe ser almacenada por periodos de 6 meses; estos resultados tienen relación con lo indicado por Santos, 1998, al destacar que la semilla de *B. brizantha* cv., y *B. decumbens* cv., reducen sus

tiempos de germinación y aumentan sus porcentajes de germinación si se recolectan directamente del suelo, en comparación con la cosecha directa de la espiga.

Así mismo, al realizar la evaluación de la variable germinación estándar (**GS**), la comparación de medias (Cuadro 4.7) para la evaluación en laboratorio e invernadero, indica que en los tres periodos de almacenamiento (120, 180 y 240 días), T2 manifestó ser superior al resto de los tratamientos al mostrar 39.5, 55.5 y 63.5 % de **GS** en laboratorio, mientras que al evaluar en invernadero manifestó 50.5, 80.5 y 86.5 % de **GS** respectivamente, seguidos de T3; esto indica que los periodo de almacenamiento son eficaces para inhibir la latencia en el Cultivar Mulato II (*Brachiaria* Híbrido CIAT 36087). Estos datos tienen relación a lo mencionado por Choy *et al.*, 2002, al señalar que en semillas de *B. humidicola* cv., el tiempo de almacenamiento promueve la ruptura natural de la especie a los 90 y 100 días.

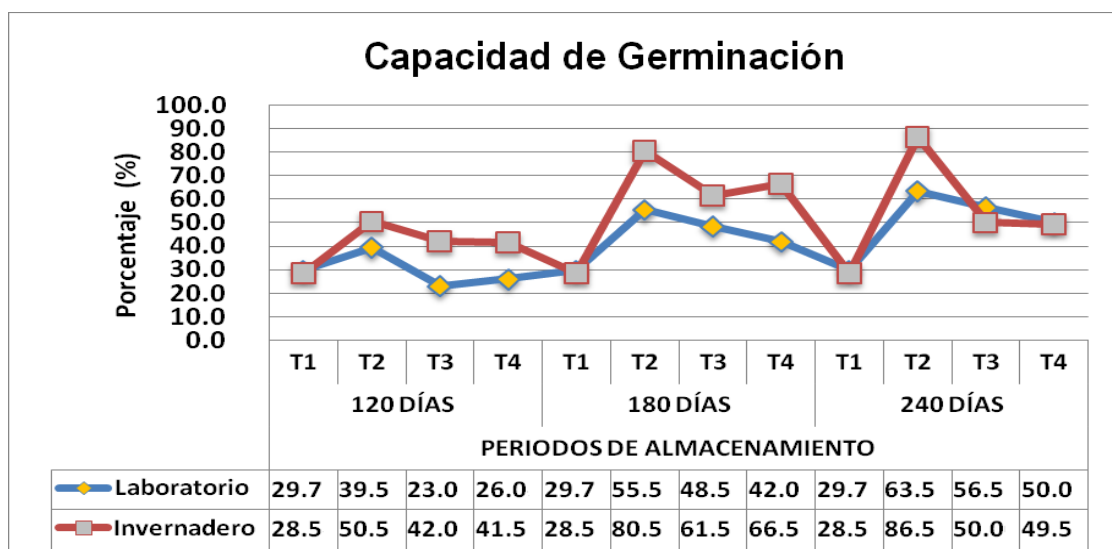


Figura 5.6. Comportamiento la capacidad de germinación en la semilla de Cultivar Mulato II (*Brachiaria* Híbrido CIAT 36087).

Análisis estadístico para las variables de vigor para el Cultivar Mulato II (*Brachiaria* Híbrido CIAT 36087).

En el cuadro 4.8 se agrupa la información referente a los parámetros evaluados para determinar el vigor de las semillas bajo las siguientes variables: índice de velocidad de germinación (**IVG**) para laboratorio, dicho parámetro está evaluado en porcentaje de plántulas normales esperadas por día; la variable de índice de velocidad de emergencia (**IVE**) para invernadero, este parámetro está evaluado en porcentaje de plántulas normales esperadas por día al finalizar el periodo de evaluación; la variable de longitud media de radícula (**LMR**). Las variables antes mencionadas presentaron diferencia altamente significativa ($P \leq 0.01$) en los dos ambientes evaluados y entre los tres periodos de almacenamiento (120, 180 y 240 días), otra de las variables evaluadas fue la longitud media de plúmula (**LMP**), la cual presentó diferencia altamente significativa ($P \leq 0.01$) entre los tres periodos de almacenamiento (120, 180 y 240 días) en la evaluación de laboratorio (**LMP**), mientras que para invernadero (**LMP**), presentó diferencia altamente significativa ($P \leq 0.01$) en los periodos de evaluación de 120 y 240 días, no así para el periodo de 180 días ya que presentó diferencia no significativa. De este modo fue necesario realizar la prueba de comparación de medias de diferencia mínima significativa (DMS) y así determinar cual tratamiento mostró la inhibición de la latencia.

Cuadro 4.8. Cuadrados medios, coeficientes de variación y comparación de medias de las variables de vigor estudiadas en condiciones de laboratorio e invernadero para el Cultivar Mulato II (*Brachiaria* Híbrido CIAT 36087).

FV	GL	VARIABLES DE VIGOR "COEFICIENTE DE VARIACIÓN"											
		IVG I		IVE II		LMP I		LMP II		LMP I		LMP II	
A= 120 días	3	0.822 **		265.690**		3.488 **		0.2602 NS		0.967*		6.2987**	
ERROR	12	0.1082		20.845		0.3744		0.10025		0.2779		0.6905	
CV.		40.914		17.679		17.2005		14.89		26.6202		19.329	
X MEDIA		0.8042		25.825		3.557		2.125		1.9806		4.297	
A= 180 días	3	0.5547**		91.499**		6.378 **		12.612**		1.6920 **		2.891*	
ERROR	12	0.059		12.377		0.3755		0.80431		0.1207		0.7233	
CV.		46.104		19.763		14.535		19.885		16.436		17.10847	
X MEDIA		0.528		17.801		4.2162		4.51		2.114		4.9712	
A= 240 días	3	0.726 **		355.85**		9.628**		23.77**		3.351 **		13.909**	
ERROR	12	0.059		20.845		0.3755		0.482		0.1207		0.70005	
C.V.		37.077		16.292		13.133		13.398		13.552		16.4137	
X MEDIA		0.657		28.023		4.666		5.185		2.564		5.0975	
Almacén	TRATAMIENTOS	VARIABLES DE VIGOR "COMPARACIÓN DE MEDIAS"											
		IVG I		IVE II		LMP I		LMP II		LMP I		LMP II	
120días	T1=(Testigo)	0.217	b	16.01	c	2.41	b	1.91		1.30	b	4.15	ab
	T2=120 días de almacenamiento	1.017	a	24.7	a	4.17	a	2.49		2.44	a	4.81	a
	T3=T2 + Temp. Alternas	0.710	ab	13.7	b	3.20	ab	2.04		1.97	ab	5.59	a
	T4=T2 + Temp. Bajas	1.271	a	16.79	b	4.45	a	2.05		2.20	ab	2.63	b
DMS		0.6908		7.385		1.2846		0.6647		1.1068		1.7438	
180 días	T1=(Testigo)	0.217	b	16.01	bc	2.41	b	1.91	b	1.30	b	4.15	b
	T2=180 días de almacenamiento	0.296	b	35.38	a	5.17	a	5.90	a	2.64	a	6.16	a
	T3=T2 + Temp. Alternas	0.557	ab	28.35	ab	4.29	a	5.23	a	1.87	b	4.79	ab
	T4=T2 + Temp. Bajas	1.043	a	23.54	bc	4.99	a	4.99	a	2.63	a	4.78	ab
DMS		0.515		9.5846		1.2857		1.8827		0.7368		1.3415	
240días	T1=(Testigo)	0.217	b	16.01	c	2.41	b	1.91	c	1.30	c	4.15	b
	T2=240 días de almacenamiento	0.467	b	38.5	a	5.77	a	7.80	a	3.24	a	7.21	a
	T3=T2 + Temp. Alternas	0.728	ab	31.19	ab	4.89	a	5.63	B	2.47	b	5.99	a
	T4=T2 + Temp. Bajas	1.214	a	26.38	b	5.59	a	5.39	B	3.23	a	3.03	b
DMS		0.5113		9.5853		1.2865		1.4584		0.7296		1.756	

**= Altamente significativo (0.01 % de probabilidad); *= Significativo (0.05 % de probabilidad); NS= No significativo; Sin literal = Un solo grupo; A= Periodo de almacenamiento; FV= fuentes de variación; GL=Grados de libertad; CV=Coeficiente de variación; X= Media general; A= Periodo de almacenamiento; Variables de Vigor; I= Laboratorio; II= Invernadero; IVG= Índice de velocidad de germinación (ptas./día); IVE= Índice de velocidad de emergencia (ptas./día); LMP= Longitud media de plúmula (%); LMR= Longitud media de radícula (%).

Indicadores de vigor para el Cultivar Mulato II (*Brachiaria* Híbrido CIAT 36087).

Al analizar la variable de Índice velocidad de germinación (**IVG**), la comparación de medias (Cuadro 4.8), señala que en los tres periodos de evaluación (120, 180 y 240 días de almacenamiento) T4, manifestó los mejores resultados. Por otra parte en los tres periodos de almacenamiento se manifiesta que el testigo (T1), alcanzó un menor porcentaje de índice velocidad de germinación. Esto tiene relación con lo señalado por Enríquez *et al.*, 2005, al decir que debido a la presencia de latencia, la semilla de *B. brizantha* cv., y *B. decumbens* cv., no debe utilizarse para la siembra sin previo almacenamiento puesto que sin esto no garantiza su germinación, las semillas que sí germinan presentan un alto vigor (índice de velocidad de Germinación) en laboratorio y campo.

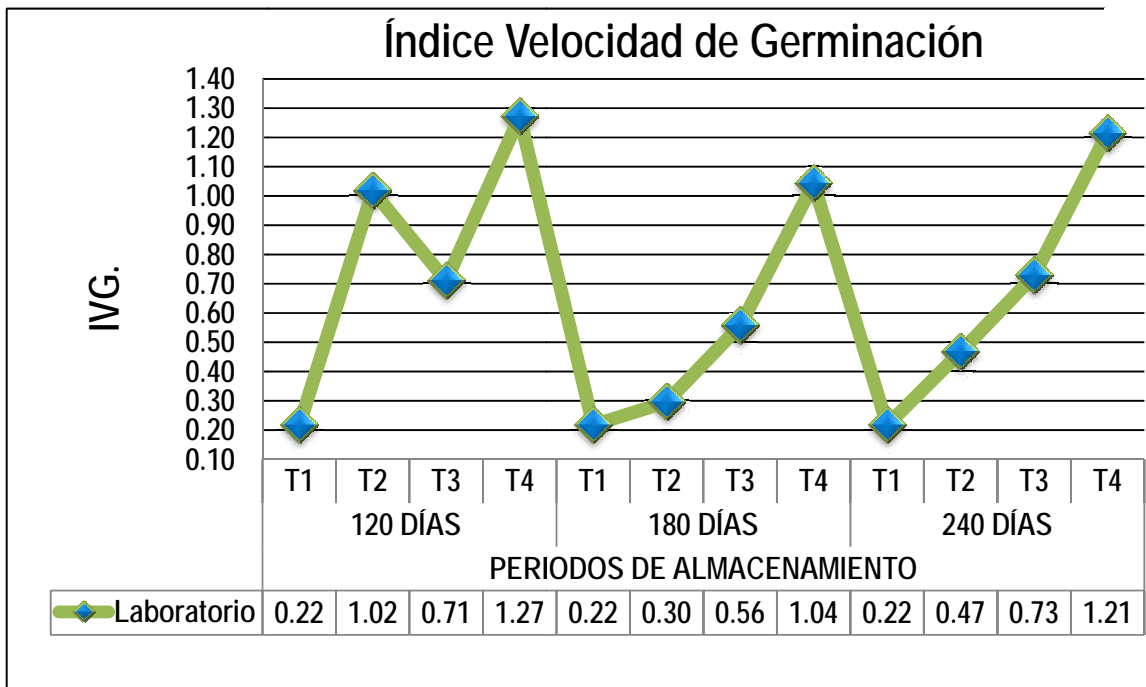


Figura 5.7. Comportamiento del índice velocidad de germinación en la semilla del Cultivar Mulato II (*Brachiaria* Híbrido CIAT 36087).