

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE AGRONOMÍA
DEPARTAMENTO DE BOTÁNICA



Efecto de la Condición de la Semilla en la Germinación de Híbridos
Apomícticos F₁ de *Pennisetum ciliare* L.

Por:

XOCHITL GASPABLO

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO EN AGROBIOLOGÍA

Saltillo, Coahuila, México

Diciembre de 2019

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE AGRONOMÍA
DEPARTAMENTO DE BOTÁNICA

Efecto de la Condición de la Semilla en la Germinación de Híbridos
Apomícticos F₁ de *Pennisetum ciliare* L.

Por:

XOCHITL GASPAR PABLO

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO EN AGROBIOLOGÍA

Aprobada por el Comité de Asesoría:



Dra. Susana Gómez Martínez

Asesor Principal



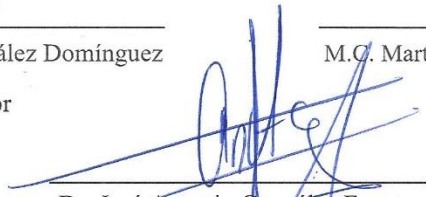
Dr. Jorge Raúl González Domínguez

Coasesor



M.C. Martha Gómez Martínez

Coasesor



Dr. José Antonio González Fuentes

Coordinador de la División de Agronomía



Saltillo, Coahuila, México
Diciembre de 2019

DEDICATORIA

A mi Madre, por el esfuerzo que ha hecho para que hoy concluya mis estudios y por su apoyo durante este largo camino. Gracias por todo.

A mi Querida Abuela, por el invaluable apoyo brindado durante la realización de esta meta, pero sobre todo por el constante ejemplo de lucha y superación que me ha regalado a lo largo de toda mi vida.

A mis Tías, por abrirme las puertas de su casa y brindarme su constante apoyo.

A mi Hermano y Primos, por traer felicidad y alegría a mi vida.

AGRADECIMIENTOS

A Mi Dios creador del Universo, por las virtudes que me fueron otorgadas y por haberme dado el libre albedrío para decidir que este es el camino que quiero seguir en mi vida.

A la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, por abrirme sus puertas y permitirme crecer formando parte de su casa de estudios.

A la Dra. Susana Gómez Martínez y al Dr. Jorge R. González Domínguez por compartirme sus conocimientos y por su constante asesoría a lo largo del desarrollo de la presente investigación.

A la M.C. Martha Gómez Martínez, por formar parte de mis asesores, para la presentación de este trabajo.

Al Sr. Hipólito Medrano Coronado y a Francisco Ventura por su constante colaboración en este trabajo.

A todos los profesores que compartieron sus conocimientos y su tiempo conmigo.

A cada uno de mis amigos en especial a Briseida, que hicieron de estos cinco años una experiencia inolvidable, a mis compañeros de Generación, por las grandes experiencias que viví con ustedes durante el transcurso de la carrera y mis compañeras de cuarto gracias por su solidaridad. Fue un placer haberme cruzado en sus vidas. A todos los miembros de mi familia por el apoyo y por su interminable cariño que alimentaron el espíritu de superación que me permitió concluir esta etapa.

ÍNDICE DE CONTENIDO

ÍNDICE DE CUADROS.....	viii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	x
ÍNDICE DE APÉNDICE.....	xi
INTRODUCCIÓN	1
Objetivos	3
Hipótesis.....	4
REVISIÓN DE LITERATURA.....	5
Generalidades del Zacate Buffel	5
Origen Geográfico	5
Importancia del Zacate Buffel	5
Potencial Forrajero del Zacate Buffel.....	6
Clasificación Taxonómica	8
Propagación del Zacate Buffel.....	8
Valor Nutricional.....	9
Condiciones Ambientales del Zacate Buffel	11
Suelos.....	11
Clima.....	12
Temperatura.....	12
Morfología del Zacate Buffel	13
Semilla	14
Calidad de la Semilla.....	14
Germinación.....	16
Proceso de la Germinación	17
Vigor.....	17
Latencia	18
Ventajas de la Latencia	18
Tipos de Latencia.....	19

Latencia del Zacate Buffel.....	20
Métodos de Rompimiento de Latencia	21
Métodos Químicos	22
Métodos Físicos	22
Método Mecánico.....	23
MATERIALES Y MÉTODOS.....	25
Ubicación del Experimento	25
Material Biológico.....	25
Metodología.....	26
Experimento en Invernadero	26
Siembra en Invernadero	27
Variables Evaluadas en Invernadero.....	27
Porcentaje de Emergencia (PE).....	27
Índice de Velocidad de Emergencia (IVE)	28
Altura de Plántula.....	28
Biomasa Seca	28
Experimento en Laboratorio.....	29
Preparación de la Semilla	29
Preparación del Material.....	29
Siembra	29
Variables Evaluadas en Laboratorio.....	30
Porcentaje de Germinación (PG).....	30
Vigor	31
Índice de Velocidad de Germinación (IVG)	31
Longitud de Plúmula y de Radícula	31
Diseño Experimental	32
Análisis Estadístico	33
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	34
Experimento en Invernadero	34
Porcentaje de Emergencia	34
Índice de Velocidad de Emergencia.....	38

Altura de Plántula.....	42
Biomasa Seca	44
Experimento de Laboratorio.....	46
Porcentaje de Germinación	46
Índice de Velocidad de Germinación.....	51
Semillas Sin Germinar	55
Plántulas Anormales.....	57
Semillas Muertas	59
Longitud de Plúmula y de Radícula	60
CONCLUSIONES.....	64
LITERATURA CITADA	65

ÍNDICE DE CUADROS

<i>Cuadro No.</i>		<i>Página</i>
1	Tratamientos de zacate Buffel utilizados en los experimentos de invernadero y de laboratorio. Saltillo, Coah., 2018.....	33
2	Análisis de varianza del porcentaje de emergencia de nueve genotipos de zacate Buffel con dos niveles de condición de la semilla. Saltillo, Coah., 2018.....	34
3	Comparación de medias del porcentaje de emergencia de nueve genotipos de zacate Buffel dentro de dos niveles de condición de la semilla. Saltillo, Coah., 2018.....	35
4	Análisis de varianza del índice de velocidad de emergencia de nueve genotipos de zacate Buffel con dos niveles de condición de la semilla. Saltillo, Coah., 2018.....	38
5	Comparación de medias del índice de velocidad de emergencia de nueve genotipos de zacate Buffel, dentro de dos niveles de condición de la semilla. Saltillo, Coah., 2018....	39
6	Análisis de varianza de altura de plántula en invernadero de nueve genotipos de zacate Buffel con dos niveles de condición de la semilla. Saltillo, Coah., 2018.....	42
7	Comparación de medias de altura de plántula en invernadero de nueve genotipos de zacate Buffel, dentro de dos niveles de condición de la semilla. Saltillo, Coah., 2018.....	43
8	Análisis de varianza de biomasa seca en invernadero de nueve genotipos de zacate Buffel con dos niveles de condición de la semilla. Saltillo, Coah., 2018.....	44
9	Comparación de medias de biomasa seca en invernadero de nueve genotipos de zacate Buffel, dentro de dos niveles de condición de la semilla. Saltillo, Coah., 2018.....	45
10	Análisis de varianza del porcentaje de germinación de nueve genotipos de zacate Buffel bajo dos niveles de condición de la semilla. Saltillo, Coah., 2018.....	46
11	Comparación de medias del porcentaje de germinación de nueve genotipos de zacate Buffel, dentro de dos niveles de condición de la semilla. Saltillo, Coah., 2018.....	47

<i>Cuadro No.</i>		<i>Página</i>
12	Análisis de varianza del índice de velocidad de germinación de nueve genotipos de zacate Buffel con dos niveles de condición de la semilla. Saltillo, Coah., 2018.....	51
13	Comparación de medias del índice de velocidad de germinación de nueve genotipos de zacate Buffel, dentro de dos niveles de condición de la semilla. Saltillo, Coah., 2018....	52
14	Análisis de varianza del porcentaje de semillas sin germinar de nueve genotipos de zacate Buffel con dos niveles de condición de la semilla. Saltillo, Coah., 2018.....	55
15	Comparación de medias del porcentaje de semillas sin germinar de nueve genotipos de zacate Buffel, dentro de dos niveles de condición de la semilla. Saltillo, Coah., 2018.....	56
16	Cuadrados medios del porcentaje de plántulas anormales con semillas sin envoltura y semillas muertas con envoltura, de nueve genotipos de zacate Buffel. Saltillo, Coah., 2018.....	58
17	Medias del porcentaje de plántulas anormales de nueve genotipos de zacate Buffel, con semillas sin envolturas. Saltillo, Coah., 2018.....	58
18	Comparación de medias del porcentaje de semillas muertas de nueve genotipos de zacate Buffel en semillas con envolturas. Saltillo, Coah., 2018.....	60
19	Cuadrados medios de longitud de plúmula y longitud de radícula de ocho genotipos de zacate Buffel con dos niveles de condición de la semilla. Saltillo, Coah., 2018.....	60
20	Comparación de medias de longitud de plúmula de ocho genotipos de zacate Buffel, dentro de dos niveles de condición de la semilla. Saltillo, Coah., 2018.....	61
21	Comparación de medias de longitud de radícula de ocho genotipos de zacate Buffel, dentro de dos niveles de condición de la semilla. Saltillo, Coah., 2018.....	62

ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura No.</i>		<i>Página</i>
1	Porcentaje de emergencia de nueve genotipos de zacate Buffel con involucro y cariósido.....	38
2	Índice de velocidad de emergencia de nueve genotipos de zacate Buffel con involucro y cariósido.....	42
3	Porcentaje de germinación de nueve genotipos de zacate Buffel con involucro y cariósido.....	51
4	Índice de velocidad de germinación de nueve genotipos de zacate Buffel con involucro y cariósido.....	54

ÍNDICE DE APÉNDICE

<i>Cuadro No.</i>		<i>Página</i>
A 1	Cuadro de doble entrada del porcentaje de emergencia de nueve genotipos de zacate Buffel bajo dos condiciones de la semilla. Saltillo, Coah., 2018.....	75
A 2	Cuadro de doble entrada del índice de velocidad de emergencia de nueve genotipos de zacate Buffel bajo dos condiciones de la semilla. Saltillo, Coah., 2018.....	75
A 3	Cuadro de doble entrada de altura de plántula en invernadero de nueve genotipos de zacate Buffel bajo dos condiciones de la semilla. Saltillo, Coah., 2018.....	76
A 4	Cuadro de doble entrada de biomasa seca en invernadero de nueve genotipos de zacate Buffel bajo dos condiciones de la semilla. Saltillo, Coah., 2018.....	76
A 5	Cuadro de doble entrada del porcentaje de germinación de nueve genotipos de zacate Buffel bajo dos condiciones de la semilla. Saltillo, Coah., 2018.....	77
A 6	Cuadro de doble entrada del índice de velocidad de germinación de nueve genotipos de zacate Buffel bajo dos condiciones de la semilla. Saltillo, Coah., 2018.....	77
A 7	Cuadro de doble entrada del porcentaje de plántulas anormales en laboratorio de nueve genotipos de zacate Buffel bajo dos condiciones de la semilla. Saltillo, Coah., 2018.....	78
A 8	Cuadro de doble entrada del porcentaje de semillas sin germinar en laboratorio de nueve genotipos de zacate Buffel bajo dos condiciones de la semilla. Saltillo, Coah., 2018.....	78
A 9	Cuadro de doble entrada del porcentaje de semillas muertas en laboratorio de nueve genotipos de zacate Buffel bajo dos condiciones de la semilla. Saltillo, Coah., 2018.....	79

<i>Cuadro No.</i>		<i>Página</i>
A 10	Cuadro de doble entrada de longitud de plúmula en laboratorio de ocho genotipos de zacate Buffel bajo dos condiciones de la semilla. Saltillo, Coah., 2018.....	79
A 11	Cuadro de doble entrada de longitud de radícula en laboratorio de ocho genotipos de zacate Buffel bajo dos condiciones de la semilla. Saltillo, Coah., 2018.....	80
A 12	Comportamiento del porcentaje de emergencia de los genotipos dentro de dos niveles de condición de la semilla de zacate Buffel. Saltillo, Coah., 2018.....	80
A 13	Comportamiento del porcentaje de emergencia de la condición de la semilla dentro de cada uno de los genotipos de zacate Buffel. Saltillo, Coah., 2018.....	81
A 14	Comportamiento del índice de velocidad de emergencia de los genotipos dentro de dos niveles de condición de la semilla de zacate Buffel. Saltillo, Coah., 2018.....	81
A 15	Comportamiento del índice de velocidad de emergencia de la condición de la semilla dentro de cada uno de los genotipos de zacate Buffel. Saltillo, Coah., 2018.....	82
A 16	Comportamiento de altura de plántula de los genotipos dentro de los dos niveles de condición de la semilla de zacate Buffel. Saltillo, Coah., 2018.....	82
A 17	Comportamiento de biomasa seca en invernadero de los genotipos dentro de los dos niveles de condición de la semilla de zacate Buffel. Saltillo, Coah., 2018.....	83
A 18	Comportamiento del porcentaje de germinación de los genotipos dentro de los dos niveles de condición de la semilla de zacate Buffel. Saltillo, Coah., 2018.....	83
A 19	Comportamiento del porcentaje de germinación de la condición de la semilla dentro de cada uno de los genotipos de zacate Buffel. Saltillo, Coah., 2018.....	84

<i>Cuadro No.</i>		<i>Página</i>
A 20	Comportamiento del índice de velocidad de germinación de los genotipos dentro de dos niveles de condición de la semilla de zacate Buffel. Saltillo, Coah., 2018.....	84
A 21	Comportamiento del índice de velocidad de germinación de la condición de la semilla dentro de cada uno de los genotipos de zacate Buffel. Saltillo, Coah., 2018.....	85
A 22	Comportamiento del porcentaje de semillas sin germinar en laboratorio de los genotipos dentro de dos niveles de condición de la semilla de zacate Buffel. Saltillo, Coah., 2018.....	85
A 23	Comportamiento del porcentaje de semillas sin germinar en laboratorio de las condiciones de la semilla dentro de cada uno de los genotipos de zacate Buffel. Saltillo, Coah., 2018.....	86
A 24	Comportamiento de longitud de plúmula en laboratorio de los genotipos dentro de dos niveles de condición de la semilla de zacate Buffel. Saltillo, Coah., 2018.....	86
A 25	Comportamiento de longitud de plúmula en laboratorio de la condición de la semilla dentro de cada uno de los genotipos de zacate Buffel. Saltillo, Coah., 2018.....	87

INTRODUCCIÓN

El zacate Buffel (*Pennisetum ciliare* L.) es una especie forrajera perenne, nativa de Sudáfrica que fue introducida a México a finales de la década de los cincuenta, con el objetivo de incrementar la producción forrajera para el ganado en las zonas áridas, semiáridas, tropicales y subtropicales del país (Castellanos *et al.*, 2002). De manera similar a otras plantas de zonas áridas, el zacate Buffel tiene una serie de adaptaciones morfológicas, fisiológicas y estrategias biológicas que le permiten afrontar con éxito largos periodos de sequía y la colonización de un medio adverso (Marshall *et al.*, 2012). Es de crecimiento rápido, utiliza la vía fotosintética C4, que es una adaptación del metabolismo de las plantas a ambientes secos y calientes, lo que le permite que la fotosíntesis sea más eficiente y se favorezca un mayor crecimiento.

Los pastos pueden ser una buena alternativa para contribuir a la disminución del efecto de gas invernadero, principalmente en las zonas áridas y semiáridas del país donde es imposible el desarrollo de especies forestales debido a las condiciones ambientales de estrés que prevalecen en estas regiones. Estudios realizados muestran que los pastizales tienen un gran potencial de asimilación de CO₂ (Flanagan *et al.*, 2002). Estimaciones de la FAO (2009) indican que los pastizales tienen la capacidad de capturar una mayor cantidad de carbono (C) que los ecosistemas forestales y que los pastizales de todo el mundo pueden almacenar entre 100 y 800 millones de toneladas de CO₂ por año.

El zacate Buffel debido a su proceso fotosintético tiene una mayor capacidad de fijar CO₂ (Parry, 1993), además de contribuir a la reducción de la erosión hídrica, eólica y restauración de suelos degradados. Esta especie se ha convertido en una de las más importantes para la ganadería extensiva del norte de México y sur de Texas, debido a sus características agronómicas favorables que la convierten en una alternativa para establecer sistemas de producción ganadera más rentables.

Las semillas del zacate Buffel poseen características físicas y fisiológicas que dificultan su germinación debido a que presentan estructuras (glumas, lema, palea y aristas) que rodean el cariósido, impidiendo que este en contacto con el oxígeno y la humedad. Además, estas estructuras poseen compuestos fenólicos que inhiben la germinación, por lo que muchas veces la semilla no germina, aunque tenga las condiciones ambientales ideales para hacerlo, debido a la latencia. Este fenómeno es una de las propiedades adaptativas más importantes que poseen los pastos, ya que les permiten asegurar su sobrevivencia. Sin embargo, dificultan la comercialización de la semilla y en el establecimiento de praderas resulta en bajos porcentajes de emergencia.

Se han desarrollado técnicas para romper la latencia, y garantizar la germinación. Dentro de los tratamientos para este proceso se encuentran los físicos, como la escarificación, que puede ser mecánica, química, térmica y de almacenamiento. Se ha reportado que a las semillas de pastos a las que se eliminan las glumas que cubren el cariósido, presentan incrementos significativos en la germinación, respecto a las semillas que conservan sus estructuras.

El Programa de Pastos de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, ha generado híbridos apomícticos F₁ de zacate Buffel, que poseen características agronómicas

deseables y son resistentes a *Pyricularia grisea*, que pueden ser una alternativa para sustituir a Buffel Común. Por lo que, se requiere información sobre el comportamiento de post cosecha de la semilla de estos híbridos apomícticos, del Grupo Élite II de zacate Buffel.

Objetivos

Objetivo General

Caracterizar el proceso de latencia de ocho híbridos apomícticos del Grupo Élite II de zacate Buffel, a través de su capacidad germinativa y de emergencia bajo dos niveles de condición de la semilla.

Objetivos Específicos

1. Determinar el período de latencia de los híbridos del Grupo Élite II de zacate Buffel en semilla fresca con envoltura (involucros) y sin envoltura (cariópsides).
2. Comparar el período de latencia de los híbridos del Grupo Élite II de zacate Buffel con la variedad Común, con involucros y cariópsides.

Hipótesis

Hipótesis Nula (H₀): Existen diferencias en el período de latencia de acuerdo a la condición de la semilla (involucros y cariósides).

Hipótesis Nula (H₀): Existen diferencias en el período de latencia entre los híbridos del Grupo Élite II y la variedad Común.

Hipótesis Alternante (H_a): No existen diferencias en el período de latencia en la condición de la semilla (involucros y cariósides).

Hipótesis Alternante (H_a): No existen diferencias en el período de latencia entre los híbridos del Grupo Élite II y la variedad Común.

Palabras Clave: Cariósides, Emergencia, Involucros, Latencia, Zacate Buffel.

REVISIÓN DE LITERATURA

Generalidades del Zacate Buffel

Origen Geográfico

Flemons y Whalley (1958), reportan que el zacate Buffel (*Pennisetum ciliare* L.) es nativo del noreste de África e India y se ha distribuido en una amplia área de Arabia y Madagascar hasta abarcar la India. Por otro parte, Bashaw (1985) plantea que el origen del zacate Buffel es el Transvaal y las Provincias del Cabo en Sudáfrica, con base en la amplia variabilidad de genotipos que existen en esas regiones. De ahí se dispersó hacia el norte de África a través de las regiones áridas y semiáridas y hacia los pastizales áridos del oeste de la India.

En México fue introducido en el año de 1954 por el estado de Nuevo León y posteriormente se distribuyó a los demás estados de la República Mexicana (Hanselka y Jonhson, 1991) dispersándose por casi todos los países del continente Americano (Ayerza, 1981).

Importancia del Zacate Buffel

En México el zacate Buffel es una de las especies de mayor importancia forrajera, en los agostaderos del norte de la República Mexicana, debido a su buena adaptación en las zonas áridas y semiáridas, y a sus favorables características agronómicas como: facilidad de

de establecimiento, tolerancia a la sequía, buena producción de forraje y tolerancia al pastoreo pesado (de León, 1977).

Hanselka (1988) menciona que al zacate Buffel se le considera el pasto de mayor importancia en el Sur de Texas. En los años 80's ocupó una superficie superior a 700 mil ha. Por su rendimiento, calidad, agresividad y resistencia a plagas y enfermedades, puede aumentar el potencial forrajero del trópico, sustituyendo pastizales nativos o incrementando la producción de los pastizales (Garza *et al.*, 1973).

El zacate Buffel también se utiliza para estabilización de suelos y control de la erosión en áreas desmontadas, ribereñas y barrancos. En Australia, se siembra en barrancos profundos producidos por minas, para reducir la erosión (Carroll y Tucker, 2000), así mismo, para estabilizar dunas y control de pérdidas por escurrimiento de agua y suelo (Singh y Rathod, 2002).

Potencial Forrajero del Zacate Buffel

de León (1977) menciona que una de las limitantes más importantes para la producción ganadera de Argentina es la pobre condición de los agostaderos naturales, debido al alto grado de degradación en el que se encuentran, lo que implica una baja carga animal, además de forrajes de baja calidad para el ganado. Por lo que se ha considerado al zacate Buffel como una de las alternativas para el mejoramiento de los sistemas ganaderos, lo que ha permitido aumentar la carga animal. El zacate Buffel ha demostrado persistencia y capacidad para incrementar la producción de forraje. La resistencia a la sequía del zacate Buffel no solo le permite adaptarse a los ambientes más áridos, sino que además confiere una gran seguridad de producción de forraje a los sistemas de zonas ganaderas más húmedas.

El zacate Buffel como especie forrajera se ubica en una categoría alta ya que se reconoce por cuatro características agronómicas clave: facilidad de establecimiento, habilidad para sobrevivir períodos prolongados de sequía, respuesta favorable al pastoreo y su producción y calidad forrajera, por lo que se coloca arriba de entre los zacates de climas cálidos (Alcalá, 1995). Lo anterior, ha contribuido a su éxito en los agostaderos y convertido al zacate Buffel en una especie deseable para la resiembra en ranchos y mejoramiento de pastizales (Hussey y Bashaw, 1990).

Bashaw (1981) menciona que el zacate Buffel se puede utilizar para alimentar todo tipo de ganado doméstico como: bovinos, ovinos, caprinos y equinos que apetecen este tipo de pastos, siendo utilizado principalmente como pastoreo directo o heno. Además de ser una excelente fuente de forraje para producir carne, leche y lana, tiene buenos rendimientos de semilla que representan un producto extra para el ganadero, que le permite convertir a la ganadería en un negocio más rentable (Eguiarte, 1991). La capacidad de carga en pequeñas superficies de explotación ganadera se puede incrementar con zacate Buffel. Los datos manejados se mejoran sustancialmente con mejores parámetros de hato y también se aplica un sistema que permita a la pradera y a los agostaderos aumentar su capacidad de carga. Los agostaderos con vegetación nativa pueden incrementar su capacidad de carga estableciendo zacate Buffel, en 2.5 % de su superficie, su capacidad de carga se incrementa de 300 a 375 UA y con 5 ó 10 % de la superficie, se aumenta su capacidad hasta 450-600 UA (Rethman, 1994).

Clasificación Taxonómica

De acuerdo al USDA (2018) la clasificación taxonómica del zacate Buffel es la siguiente:

Reino---Plantae

Subreino--- Traqueophyta

División---Magnoliophyta

Clase-----Liliopsida

Subclase---Commelinidae

Orden---- Cyperales

Familia----- Poaceae

Género-----*Pennisetum*

Especie----- *Pennisetum ciliare* L. Sin. (*Cenchrus ciliaris* L.)

Carlos Linneo fue quien primero colectó pasto Buffel en el Cabo de Buena Esperanza, clasificándolo en el año de 1771 como *Cenchrus ciliaris* (Alcalá, 1995). El zacate Buffel ha sido clasificado en ambos géneros, entre *Pennisetum ciliare* y *Cenchrus ciliaris* debido a la estrecha relación citológica que existe entre ellos (Hatch y Hussey, 1991). El argumento de algunos botánicos es el grado de fusión de las vellosidades en la base de los involucros. Sin embargo, Hignight *et al.* (1991) mencionan que la fusión de dicha vellosidad es una característica que puede variar, aun dentro del mismo *Pennisetum*, por lo que el uso de esta característica para distinguir especies entre *Penisetum* y *Cenchrus* no es muy confiable y puede conducir a clasificaciones erróneas.

Propagación del Zacate Buffel

El zacate Buffel se propaga mediante la producción de nuevas yemas de crecimiento que provienen de la corona y de los rizomas, estos son considerados el órgano invernante de las

gramíneas, ya que le permiten soportar bajas temperaturas. Actualmente el hábito rizomatoso está tratando de ser incorporado a especies anuales como el sorgo para convertirlas en plantas perennes para evadir las bajas temperaturas (Washburn *et al.*, 2013). La otra forma de dispersión de la especie, es mediante semilla lo que explica su fácil y rápida dispersión cuando se encuentran las condiciones adecuadas de clima y suelo. Este zacate solo inicia su crecimiento cuando se presenten dos condiciones: humedad en el suelo y temperatura mínima que sobrepase los 15 °C en el verano (Jiménez *et al.*, 2005).

Valor Nutricional

Factores genéticos, ambientales y de manejo determinan el valor nutritivo de un forraje. Algunos autores señalan que la digestibilidad *in vitro* de la materia seca del Buffel, varía de 40 a 60 % y el contenido de proteína cruda de 6 a 13 % (Hussey y Bashaw, 1990; Woodward, 1980). White y Wolf (1985) señalan que el mayor cambio en el contenido de proteína cruda 16 % se presenta después de la primera helada fuerte. Judd (1979) menciona que el zacate Buffel es altamente productivo, muy digestible y de buena calidad nutritiva cuando esta tierno. Sin embargo, cuando el forraje está maduro es menos palatable. Ayerza (1981) reporta porcentajes de proteína con base en materia seca del 12 % durante la etapa vegetativa y 7 % en floración. Méndez y Palomo (1997); García *et al.* (2003) señalan que el valor nutricional del Buffel es superior al de la mayoría de las especies de zacates nativos y de igual o mayor valor a otras especies introducidas como zacate rhodes (*Chloris gayana*) y zacate tallo azul (*Dichanthium annulatum*) (Mutz y Drawe, 1983).

En el estado de Nuevo León se realizó un análisis proximal del zacate Buffel T-4464 los resultados fueron: proteína 8.6 %, grasa 1.8 %, ceniza 6.4 %, fibra 26.1 %, extracto de nitrógeno 57.1 % (Robles *et al.*, 1990).

Cantú (1989) reporta que hay una diferencia entre nutrientes de hasta 1-2 %, siendo de mayor calidad el forraje verde, que en estado seco. Osuna (1986) reporta valores de proteína para zacate Buffel de 7.26 a 9.82 % con una digestibilidad de 51.93 a 64.32 %, valores que varían según la etapa fenológica en la que se coseche el forraje.

Gutiérrez (2011) realizó un experimento, para determinar la digestibilidad *in vitro* de la materia seca de nueve variedades de zacate Buffel, a siete tiempos de incubación. El coeficiente de digestibilidad más alto (79.9 %), se obtuvo a las 48 horas de incubación de la materia seca, todas las variedades excepto Higgins obtuvieron el porcentaje de digestibilidad más alto en este tiempo de incubación. Zaragoza 115 fue la variedad que obtuvo el mayor porcentaje de digestibilidad (86.80 %). La digestibilidad promedio de las nueve variedades (TAM CRD B-1s, Zaragoza-115, H-17, Biloela, Común, Común II, Formidable, Higgins y Nueces) a siete tiempos de incubación (0, 3, 6, 12, 24, 48 y 72 h) fue de 52.02 %, este valor se encuentra dentro del rango reportado por García *et al.* (2003), ellos reportan una media de 51.2 % de digestibilidad en seis materiales con un rango de 47.4 a 55 %.

Gutiérrez (2011) menciona que durante más tiempo estén expuestas las muestras ante los microorganismos, la digestibilidad de los alimentos se incrementa, pero llegando a cierto tiempo el porcentaje de digestibilidad declina, en el tiempo de 72 h en todas las variedades, excepto Higgins, el porcentaje de digestibilidad *in vitro* disminuyó.

Condiciones Ambientales del Zacate Buffel

Suelos

El zacate Buffel tiene un buen desarrollo en terrenos planos con lomeríos suaves, suelos profundos de buen drenaje y textura franca-arenosa. Por el contrario, el desarrollo y establecimiento del zacate Buffel falla en suelos arcillosos, salinos, poco profundos o demasiado rocosos y con deficiencia de Ca. Los suelos arcillosos de mal drenaje, son muy dañinos para esta gramínea, aunque la semilla germina bien, la superficie dura (costra), impide la emergencia de las plántulas (Wilson, 1961; Wilson, 1964; Ibarra *et al.*, 1991). El éxito de la resiembra de especies forrajeras perennes en los agostaderos depende de tres condiciones: buen establecimiento, persistencia y dispersión. De acuerdo a estudios realizados por Ibarra *et al.* (1995), los suelos ideales que permiten cumplir con estos aspectos son cuando:

1. El contenido de arena varía del 60% al 90%.
2. La cantidad de limo y arcilla siempre menor a 50%.
3. El N total y C orgánico menores de 0.2 y 2.0% respectivamente.
4. pH de 6 a 9.
5. Capacidad de intercambio catiónico de 12 a 35 $\text{cmol}_c\text{kg}^{-1}$
6. Sales solubles totales menores a 2000 ppm.
7. El P disponible de 1 a 22 ppm.
8. El Ca disponible de 1,804 a 13,026 ppm.
9. El K, Mg, Na disponibles fluctúan de 39 a 1369 ppm.

Clima

El zacate Buffel tiene un buen desarrollo a diferentes alturas sobre el nivel del mar. En Sonora, la altitud límite recomendada para el establecimiento de Buffel es aproximadamente de 900 m; en el estado de Texas llega hasta 200 m; en el Desierto Chihuahuense en México hasta altitudes de 1500 m, aunque se desarrolla mejor hasta 1000 m y en regiones ecuatoriales de Sudamérica, África e India hasta los 1500 msnm (Ibarra *et al.*, 1991). El Programa de Pastos de la UAAAN estableció en Navidad, Nuevo León, a 1900 msnm un experimento de híbridos apomícticos de zacate Buffel, con la variedad Común como testigo. Los híbridos se establecieron y persistieron, pero no se dispersaron, sin embargo Común desapareció por las bajas temperaturas (González, comunicación personal).

En nuestro país para que el zacate Buffel persista y se disperse hacia áreas no sembradas deben de contar con las siguientes características:

1. Precipitación total de 300 a 600 mm.
2. Precipitación de verano de 250 a 550 mm.
3. Precipitación de invierno inferior a 200 mm.

De lo contrario, la adaptación y persistencia del zacate Buffel se reducen y generalmente no se dispersa o termina por desaparecer (Ibarra *et al.*, 1994).

Temperatura

La temperatura óptima para el desarrollo del zacate Buffel es de 35°C con un rango de 20 a 45°C (de la Barrera y Castellanos, 2007), con una temperatura media anual de 16° (Beltrán y Loredo, 2005). Su crecimiento es más activo en verano hasta el otoño, después

de este tiempo cuando inicia el descenso de la temperatura la planta disminuye su crecimiento activo (Martin, 1994).

Ivory y Whiteman (1978), condujeron un estudio en Australia, con cinco líneas de zacate Buffel, ellos observaron variabilidad para la tolerancia a heladas, la cual se encuentra entre 2.6 a 3.5 °C de temperatura, cifra en la cual se produjo hasta un 50 % de muerte del follaje. En los Estados Unidos de América, el Buffel Común está adaptado a lugares donde las temperaturas rara vez bajan a -7 °C (Hanson, 1972). En Texas, temperaturas de -12 °C han causado la muerte del zacate Buffel Común. Pecos es un híbrido apomítico generado por el Programa de Pastos de la UAAAN, tolerante al frío por lo que se recomienda para áreas más hacia el norte donde Buffel Común no prospera (Pogue, s/f).

Morfología del Zacate Buffel

El zacate Buffel es una gramínea forrajera de verano, amacollada, polimórfica y vigorosa (Taliaferro y Bashaw, 1966), con hábito de crecimiento erecto con una altura de 1.50 m (Read y Bashaw, 1969). Tiene tallos erectos de 0.10 a 1.50 m de alto, cespitosos desde una base nudosa; nudos glabros; vainas comprimidas glabras o escasamente pilosas; lígulas ciliadas de 0.5 a 3 mm de largo; láminas escábridas, en ocasiones ligeramente pilosas de 3 a 50 cm de largo por 2 a 13 mm de ancho, planas, glabras o pubescentes. Algunos genotipos tienen rizomas cortos lo que les confiere tolerancia a heladas y poseen un sistema radicular ramificado (Robles, 1990).

La Inflorescencia es una panícula contraída, densa y cilíndrica de 2 a 20 cm de largo por 4 a 35 mm de ancho, erecta, café, café púrpura, o púrpura oscuro, involucros pubescentes de 6 a 15 mm de largo; cerdas exteriores de 16 a 89, de 0.3 a 11.7 mm de largo; cerdas internas de 7 a 20, de 3.8 a 13.8 mm de largo, fusionadas en la base, hasta un cuarto de su

longitud, planas, ciliadas. Espiguillas ovalo-lanceolados de 2 a 4 por involucro, de 2 a 5.6 mm de largo; primera gluma de 1 a 3 mm de largo, delgada y membranosa con 0 a 1 nervadura; segunda gluma de 1.3 a 3.4 mm de ancho, 1 a 3 nervaduras. Flósculo inferior estaminado o estéril; lemma inferior de 2.5 a 5.3 mm de largo, con 3 a 7 nervaduras; páleas inferiores ausentes o de 2.5 a 5 mm de largo; anteras ausentes o de casi 0.4 mm; flósculo superior perfecto, lemma superior lanceolada o glabra de 2.2 a 5.4 mm de largo, con 3 a 5 nervaduras; anteras de 1.4 a 2.7 mm de largo (Valdés, 2015).

Semilla

La semilla es la precursora de la siguiente generación en la vida de una planta (FAO, 1985). La semilla comercial en zacate Buffel, son estructuras complejas llamadas “unidad semilla” la cual está formada por fascículos con barbas y espiguillas (Moreno, 1996). Las semillas no se encuentran visibles, son delgadas y la tonalidad púrpura las hace fácilmente reconocibles (Flores, 1986). Están dentro de un flósculo compuesto por varias espiguillas en un involucro de setas, un flósculo puede contener de 0 a 4 semillas dependiendo de la variedad, lo común es encontrar 1 ó 2 cariósides (Ayerza, 1981). El fruto o cariósido es oblongo, dorsalmente comprimido de aproximadamente 2 mm de largo (Lahiri *et al.*, 1982). Otros autores mencionan que los cariósides miden de 1.2 a 1.9 mm de largo, encerrados por la lema y la pálea en la madurez. El peso del cariósido es usualmente, el 25 a 30 % el peso de la espiguilla (Robles *et al.*, 1990).

Calidad de la Semilla

El termino calidad de semillas es usado para indicar el valor de una semilla como material de siembra. Las semillas de calidad son aquellas que satisfacen todos los requerimientos

exigidos en el mercado, poseen cualidades que les confieren una rápida y uniforme emergencia y por lo tanto un buen desarrollo de plántulas normales, aún bajo condiciones ambientales no ideales, tal como puede ocurrir en campo, las que en su oportunidad dan origen a plantas vigorosas con alto potencial de rendimiento (Serrato, 1994-1995).

De acuerdo a Popinigis (1974), la calidad de la semilla está dada por la sumatoria de atributos genéticos, físicos, fisiológicos y sanitarios, los cuales afectan directamente la capacidad de producir plantas con alto potencial productivo.

Las semillas forrajeras poseen características físicas y fisiológicas que dificultan la evaluación de la calidad, entre las que se encuentran la presencia de estructuras que rodean a los cariósides como: glumas, lemmas, paleas y aristas, que contienen inhibidores de la germinación o que estas mismas estructuras funcionan como aislante, impidiendo el contacto entre los cariósides y la humedad. Esto limita su germinación, aunado a que otras especies son altamente brozosas y en consecuencia, tienen gran cantidad de impurezas disminuyendo la calidad de un lote de semilla (Maldonado, 2005). La calidad de las semillas en especies como, el zacate Buffel es un factor condicionante en la resiembra de pastizales y frecuentemente está asociada con la madurez, la dormición y el deterioro que ocurre en el almacenamiento (Clements *et al.*, 1980). La calidad biológica de la semilla determina la cantidad que se debe de utilizar en la siembra. Su calidad está definida por el valor de semilla pura viable (SPV), que a su vez depende del porcentaje de germinación y el porcentaje de pureza física (Ibarra *et al.*, 1989). La pureza la determina la proporción de granos llenos, bien formados de la muestra (semilla limpia). La germinación representa la proporción de semillas vivas listas para germinar normalmente

(de León, 1977), por otra parte, el vigor de la semilla refleja el comportamiento de la emergencia en el campo.

Thomson (1979), reporta que la pureza es un componente básico de la calidad de la semilla, por lo que es importante conocer tanto su porcentaje como la naturaleza de las impurezas. En semillas forrajeras las impurezas más comunes son inflorescencias vacías o semillas vanas, las cuales no tienen valor, mientras que las semillas de malas hierbas son consideradas muy dañinas.

La calidad real de la semilla, depende del porcentaje de semilla pura viable (SPV) y esta a su vez está determinada por la multiplicación del porcentaje de germinación y el porcentaje de pureza.

$$\% SPV = \frac{(\% Germinación) (\% Pureza)}{100}$$

Germinación

La principal forma de dispersión de los cultivos es a través de la semilla, para ello es necesario que el embrión se transforme en una planta adulta. Esto requiere de una serie de procesos metabólicos y morfogenéticos, cuyo resultado final es la germinación de la semilla. Esta se define como el reinicio del crecimiento del embrión, paralizado durante las fases finales de la maduración. Los procesos fisiológicos de crecimiento exigen actividades metabólicas aceleradas y la fase inicial de la germinación consiste primariamente en la activación de los procesos por incrementos en la humedad y actividad respiratoria de la semilla (Obregón, 2007). La absorción de agua por la semilla desencadena una secuencia de cambios metabólicos que incluye la respiración, síntesis proteica y movilización de reservas. A su vez, la división y el alargamiento celular en el

embrión provocan la rotura de las cubiertas seminales, que generalmente se produce por la emergencia de la radícula (Chong *et al.*, 2002). La germinación depende del estado de la semilla en el momento de la cosecha y la manipulación posterior, como las condiciones de acondicionamiento y almacenamiento (Ducar, 1970).

Proceso de la Germinación

El proceso de la germinación de la semilla de manera general consiste en: absorción de agua, secreción de enzimas y hormonas, hidrólisis de alimentos almacenados en formas solubles, translocación de alimentos solubles y hormonas a los puntos de crecimiento; estos procesos están influenciados por: reservas de alimento, hormonas, oxígeno y temperatura (Edmond *et al.*, 1985).

Hartmann y Kester (1999) mencionan que se requieren básicamente tres condiciones para que el proceso de germinación se lleve a cabo.

1. Que la semilla este viable, significa que el embrión este vivo y tenga la capacidad de germinar.
2. Existan condiciones ambientales favorables como: disponibilidad de agua, temperaturas óptimas, oxígeno y algunas especies requieren luz.
3. Se requiere que las semillas no tengan latencia.

Vigor

El vigor es definido como una propiedad fisiológica, determinada por el genotipo y modificada por el ambiente, la cual determina la habilidad de una semilla para producir rápidamente una plántula en el suelo, además de tolerar un amplio rango de factores ambientales (Perry, 1973). Esta es una característica deseable, principalmente en los ambientes críticos de las zonas áridas.

El vigor de la semilla no es una sola propiedad medible, sino que es un concepto que describe diversas características que determinan su nivel de actividad y el comportamiento en un amplio rango de ambientes. Esas características están asociadas a los siguientes aspectos del comportamiento de los lotes de semillas:

- Velocidad, uniformidad de germinación y crecimiento de plántulas.
- Capacidad de emergencia bajo condiciones ambientales desfavorables.
- Comportamiento de la semilla después del almacenamiento, especialmente la habilidad de mantener la capacidad germinativa.

Latencia

Se entiende por latencia al estado en el cual una semilla viable no germina aun cuando se encuentre en condiciones normalmente favorables para hacerlo, esto es, cuando la temperatura, humedad y oxígeno son adecuados (Camacho, 1994).

Copeland y Mc Donald (1985) reportan que la latencia es un mecanismo de supervivencia de las plantas, ya que le da a las semillas la habilidad para retardar su germinación hasta que las condiciones de tiempo y lugar sean adecuadas para asegurar su sobrevivencia, de esta forma son capaces de adaptarse a su medio ambiente. Gutiérrez y Alizaga (2006), menciona que en algunas especies de pastos, se presenta reposo causado por un inhibidor de la actividad metabólica presente en el embrión. Su influencia es más fuerte en semillas frescas y decae con la edad; también se presenta reposo debido a la impermeabilidad al agua en la cubierta seminal.

Ventajas de la Latencia

Algunas semillas o frutos (avena silvestre) son capaces de resistir el invierno en fase de reposo y de germinar después a la primavera siguiente, hasta que disponen de agua

suficiente y tienen buenas probabilidades de sobrevivir. Las cubiertas seminales impermeables al agua contribuyen a la persistencia de las especies, su ventaja radica en que nunca germinarán todas las semillas al mismo tiempo, solamente un cierto número de ellas cada año por lo que es imposible que la totalidad de la especie sea eliminada. Un cierto grado de latencia es deseable en ciertos cultivos ya que previene que la semilla germine antes de la cosecha (cereales de invierno) y ayuda a mantener la calidad de la semilla.

Tipos de Latencia

Algunos autores clasifican la latencia de acuerdo a los mecanismos que la ocasionan (Bradbeer, 1988; Ramírez *et al.*, 1988; Hartmann *et al.*, 1999).

Latencia Exógena (Cubierta de la Semilla)

- a) Latencia Química. Consiste en la producción y acumulación de sustancias químicas que inhiben la germinación, ya sea en el fruto o en las cubiertas de las semillas.
- b) Latencia Física. Este tipo de latencia es característico de un gran número de especies de plantas, en las cuales la testa o secciones endurecidas de otras cubiertas de la semilla son impermeables. El embrión está quiescente, pero se encuentra encerrado dentro de una cubierta impermeable que puede preservar las semillas con bajo contenido de humedad durante varios años, aún con temperaturas elevadas.
- c) Latencia Mecánica. En esta categoría, las cubiertas de las semillas son demasiado duras para permitir que el embrión se expanda durante la germinación.

Probablemente este factor no sea la única causa de latencia, ya que en la mayoría de los casos se combina con otros tipos de latencia, para retardar la germinación.

Latencia Interna

- d) Latencia Morfológica. Se presenta en aquellas familias de plantas, cuyas semillas no se ha desarrollado por completo en la época de maduración. Como regla general, el desarrollo del embrión es favorecido por temperaturas cálidas, pero la respuesta puede ser complicada por la presencia de otros mecanismos de letargo.
- e) Fisiológica. Mecanismos fisiológicos pueden inhibir la germinación de la semilla.

Latencia Combinada Morfo-fisiológica

Consiste en la combinación de mecanismos fisiológicos inhibidores fuertes, que conducen a un subdesarrollo del embrión.

Latencia Combinada Exógena –Endógena

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

Latencia del Zacate Buffel

White y wolf (1985) citado por Robles *et al.* (1990) mencionan que en el zacate Buffel existe un inhibidor químico que se encuentra en las espiguillas, localizado en las glumas, lemmas y paleas, por lo que al eliminar estas partes la latencia se acorta. Para obtener un buen establecimiento en una resiembra, se recomienda que la semilla de zacate Buffel, tenga 6 ó 12 meses de almacenamiento, debido al estado de latencia que posee, aun así, el establecimiento es bajo debido tal vez a que la semilla no se encuentra en condiciones fisiológicas óptimas para su germinación, por la presencia de inhibidores químicos en las semillas o embriones inmaduros (Becerra, 1981).

Robles *et al.* (1990), mencionan que la semilla del zacate Buffel recién cosechada presenta una germinación muy baja, la cual se incrementa en un 70% si se almacena en un lugar seco durante 1 o 2 años. La semilla utilizada para la siembra deberá tener cuando menos ocho meses de cosechada. Giarudo (2003) reporta que el zacate Buffel presenta su máxima germinación entre 6 y 18 meses después de cosechadas. En un estudio realizado bajo condiciones de laboratorio, la semilla de zacate Buffel almacenada por seis meses y con temperaturas de 5°C durante una semana, alcanzó porcentajes de germinación de 72.9 % (Herrera, 1995).

En las estructuras (gluma, lemma y palea) que rodean a los cariósides del zacate Buffel, se encuentran sustancias fenólicas (principalmente antocianinas) que se han asociado a la inhibición de la germinación de la semilla (Palma *et al.*, 2000; Jiménez *et al.*, 2005; Gómez y González, 2004). Sin embargo, Ma *et al.* (2010) mencionan que las glumas inhiben la germinación, más por un efecto de resistencia mecánico, que por la presencia de inhibidores y hormonas endógenas, ya que entre las glumas y los cariósides, existen una gran cantidad de microestructuras innecesarias, que están en capas muy compactas y unidas al cariósido de manera hermética, que impide una buena germinación.

Métodos de Rompimiento de Latencia

Dependiendo el tipo de latencia de la semilla, será el método que se utilizará para romperla, si la latencia implica dos mecanismos: entonces es importante utilizar más de un tratamiento. Entre las técnicas y tratamientos más utilizados son: prerrefrigeración, temperaturas alternas, solución de nitrato de potasio al 0.2 %, ácido giberélico, ácido sulfúrico, pre-lavado y pre-secado, entre otros (Faria *et al.*, 1996).

El control de la latencia en la germinación se realiza por medio de hormonas endógenas específicas estimuladoras del crecimiento como las giberelinas, citoquininas, etileno y ácido abscísico. La remoción de las envolturas también reduce la latencia en la semilla en zacate Buffel y el proceso de descortezado favorece la rápida germinación de la semilla (Hartmann *et al.*, 1999).

Los tratamientos generalmente recomendados para remover la latencia son: soluciones de nitrato de potasio, escarificación ácida y temperatura adecuada en germinadora.

Métodos Químicos

El ácido giberélico es una hormona vegetal que ayuda a romper la latencia fisiológica que es ocasionada por requerimientos de luz y temperatura. Este actúa en la inducción de enzimas de los cromosomas y enzimas activas que actúan en la movilización de las reservas nutritivas (ISTA, 1985).

Una de las funciones principales de las hormonas vegetales es durante el desarrollo de las plantas, su presencia en el sitio y momento adecuado estimulan o inhiben procesos fisiológicos específicos para tener un cierto crecimiento, diferenciación y metabolismo, que se reflejan en la fenología de la planta (Mérola y Díaz, 2012).

Métodos Físicos

Este método incluye factores que no dañan la estructura de la semilla, entre los que se encuentran: temperatura, luz, etc. El empleo de temperaturas en diferentes grados facilita la ruptura de la latencia en muchas especies.

Uno de los tratamientos para romper la latencia fisiológica en semillas es el almacenamiento en seco, es utilizado para especies con corta duración de latencia, por lo

que solo requiere que la semilla sea almacenada en un lugar seco durante un período corto, tiempo en el cual la latencia será rota en forma natural (ISTA, 1985).

Pérez *et al.* (1986), recomienda tratar la semilla de zacate Buffel con temperaturas alternas de 3°C por 24-36 h y 30 a 37°C por 24 h. Enríquez *et al.* (1999), mencionan que la inmersión de las semillas de pastos en agua durante períodos de 12 a 24 h permite el lavado de las sustancias que inhiben la germinación y se reinicie este proceso, por lo que se considera como uno de los métodos más prácticos y económicos para superar este fenómeno.

Velázquez (2016) evaluó en condiciones de laboratorio e invernadero diferentes métodos para eliminar la latencia en zacate Buffel variedad Común. El porcentaje de germinación más alto (31 %) se obtuvo con ácido giberélico a una concentración de 750 ppm. En el invernadero, el porcentaje de emergencia más alto (49 %) se obtuvo con ácido giberélico a 500 ppm y temperaturas alternas. Él menciona que las combinaciones de algunos tratamientos pre germinativos dan resultados más benéficos en la germinación y el desarrollo de plántulas, concluye que el ácido giberélico juega un papel fundamental en la eliminación de la latencia del zacate Buffel.

Método Mecánico

Esta técnica es utilizada en gramíneas y consiste en retirar manualmente las glumas, lemmas y paleas, estructuras que recubren el embrión, con el fin de facilitar la absorción de agua y el intercambio gaseoso (Mérola y Díaz, 2012). Varias investigaciones reportan que al eliminar las envolturas que cubren los cariósides se incrementa significativamente

la germinación, en comparación con aquellas semillas que conservan dichas estructuras (Cordero y Oliveros, 1983; González *et al.*, 1994).

Netherlands (1977), menciona que este método puede ocasionar ciertos cambios en la semilla tales como el incremento de la sensibilidad a la luz y temperatura, así también la permeabilidad a gases, por lo tanto, favorecería el metabolismo y por consecuencia la germinación de la semilla.

Martínez *et al.* (2013) condujeron un experimento bajo condiciones de laboratorio con semilla de zacate Buffel con un año de almacenamiento para determinar el efecto de métodos físicos, químicos y mecánicos para rompimiento de la latencia. Él obtuvo un 12.5 % y 1.65 plantas/día para porcentaje e índice de velocidad de germinación respectivamente en las semillas a las que se les eliminaron las glumas, pero no obtuvo germinación en el testigo y en los otros métodos utilizados.

Gómez (2003), en un estudio realizado bajo condiciones de laboratorio con semilla de zacate Buffel con involucros de tres meses de almacenamiento, reporta porcentajes de germinación de 23.2, 19.1 y 5.5 % para H-17, Común II y Común respectivamente. Cuando las envolturas se eliminaron y la siembra se realizó con cariósides, los porcentajes se incrementaron a 38.5, 43 y 62.2 % para H-17, Común II y Común respectivamente.

MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación del Experimento

La presente investigación se desarrolló en dos fases: la primera se realizó en el invernadero número 8 y la segunda fase en el área de germinadoras del Programa de Pastos de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, ubicados en Buenavista, Saltillo, Coahuila entre las coordenadas geográficas 25° 22' 41" latitud norte, y 101° 02' 06" longitud oeste, con una altitud de 1743 msnm (INEGI, 2008).

Material Biológico

El material biológico utilizado fue: semilla de ocho híbridos apomícticos F₁ del Grupo Elite II (GE II) y como testigo la variedad Común de zacate Buffel. Los híbridos apomícticos de zacate Buffel, se generaron en el Programa de Pastos de la UAAAN, por cruzamientos realizados en el invernadero, utilizando como progenitor hembra al clon sexual TAM-CRD B-1s y como progenitor macho la variedad Zaragoza-115. Estos híbridos fueron evaluados en el Campo Experimental de Zaragoza, Coah., de la misma Universidad. Se seleccionaron los mejores híbridos con base en características agronómicas deseables como: buena producción de semilla, buena producción de forraje, tolerancia a heladas y tolerancia a *Pyricularia grisea*. Se realizaron pruebas de progenie para determinar el modo de reproducción de los híbridos y se seleccionaron los mejores genotipos de reproducción apomíctica, incluyendo en esta investigación ocho híbridos.

Buffel Común (T-4464)

Esta variedad es una de las más utilizadas en la ganadería extensiva en el sur de Texas y norte de México. Común fue liberada en 1949 por el Servicio de Conservación de Suelos de los Estados Unidos de Norte América (Holt, 1985). A partir de entonces se empezó a distribuir rápidamente de manera natural e inducida, entre los ganaderos de las zonas áridas. Se considera que prácticamente toda la superficie ocupada con Buffel pertenece a esta variedad. Se caracteriza por tener tallos finos y follaje denso semejante a la variedad Gayndah, aunque inicia la floración un poco antes que ésta y las inflorescencias son de color más púrpura (Ayerza, 1981). Es altamente susceptible al tizón del zacate Buffel (*Pyricularia grisea*).

Metodología

Para determinar la duración de la latencia de los genotipos de zacate Buffel se realizaron pruebas de germinación estándar y pruebas de emergencia en invernadero de semillas con involucros completos (unidad de dispersión del zacate Buffel) y cariósides.

Experimento en Invernadero

La semilla utilizada para ambos experimentos se cosechó el 1 de mayo de 2018 en Saltillo Coahuila. Las semillas naturales o involucros, se observaron con la ayuda de una lámpara para verificar que los involucros contuvieran cariósides; en los casos en que en un solo involucro hubieran germinado dos o más cariósides se registraron sólo como uno.

Siembra en Invernadero

En este experimento se evaluaron ocho genotipos de zacate Buffel y a la variedad Común como testigo. Se utilizó semilla con un mes de cosechada, la siembra se realizó el 8 de junio de 2018, en charolas de nieve seca de 200 cavidades, estas fueron previamente lavadas y desinfectadas, utilizando peat moss como sustrato. Se sembraron 18 tratamientos y tres repeticiones, cada tratamiento se sembró en cinco columnas y 10 hileras con un total de 50 cavidades, constituyendo esto una unidad experimental, se sembraron cuatro tratamientos por charola. Se sembró una semilla por cavidad a 1 cm de profundidad. Las charolas se colocaron en el invernadero 8 de la UAAAN, donde se les proporcionó la atención adecuada de riegos, para su crecimiento y desarrollo.

Variables Evaluadas en Invernadero

Porcentaje de Emergencia (PE)

El ensayo de emergencia se realizó por 28 días de acuerdo al protocolo de la ISTA (1985), para esta especie. Se contabilizó el número total de plántulas emergidas al final de la prueba, se consideraron como plántulas emergidas al presentar una longitud de plúmula de 1.0 cm. Los datos se transformaron a porcentajes.

Vigor

El vigor de las plantas se determinó a través del índice de velocidad de emergencia, altura de plántula y biomasa seca de la plántula.

Índice de Velocidad de Emergencia (IVE)

Para obtener el IVE se realizaron conteos diarios del número de plántulas emergidas, considerando como primer día aquél en que se observó la primera plántula emergida. El IVE se calculó de acuerdo a la fórmula propuesta por Maguire (1962).

$$IVE = \frac{NP}{D_1} + \frac{NP}{D_2} + \frac{NP}{D_3} + \dots \dots \dots \frac{NP}{D_N}$$

Dónde:

IVE = Índice de velocidad de emergencia

NP = Número de plantas emergidas

D = Días después de la siembra

Altura de Plántula

La altura de plántula se determinó en cinco plantas al azar de cada unidad experimental, se midió con una regla graduada en cm desde el cuello de la raíz hasta el ápice de la hoja y se obtuvo el promedio por unidad experimental.

Biomasa Seca

Esta variable se obtuvo en la parte aérea de las mismas plántulas, a las que se les midió la altura, las plántulas se cortaron y se colocaron en bolsas de papel de estraza, perforadas y debidamente identificadas. Se colocaron en una estufa a 65 °C durante 24 h; posteriormente las muestras se llevaron a una campana de desecación y se pesaron en una balanza analítica en miligramos.

Experimento en Laboratorio

Preparación de la Semilla

Las pruebas de germinación se realizaron con semilla con dos meses de almacenamiento. Para obtener la semilla sin envoltura (cariópsides), se escarificaron los involucros manualmente, eliminando las lemmas, paleas y glumas que rodean los cariópsides. Para la siembra con involucros completos, se utilizaron semillas que presentaban todas sus estructuras completas sin sufrir ninguna alteración. Previo a la siembra, se aplicó el fungicida captan a la semilla para prevenir contaminación por hongos.

Preparación del Material

La siembra se realizó en cajas Petri las cuales fueron previamente lavadas con detergente neutro y enjuagadas con agua de la llave y después con agua destilada. Se les colocó papel filtro a cada una de las cajas Petri y se cubrieron con papel de estraza. Se esterilizaron en una autoclave aproximadamente por 2 h, con una presión de 15 libras lo que permite que alcance una temperatura de 121 °C. La germinadora se desinfectó con alcohol y algodón, así como las mesas de trabajo, que se cubrieron con papel de estraza para disminuir el riesgo de contaminación.

Siembra

La siembra se realizó el 2 de julio de 2018 en cajas Petri (unidades experimentales), se utilizó papel filtro como sustrato, este se humedeció con agua destilada y posteriormente las semillas fueron colocadas en el papel filtro utilizando pinzas de disección para la distribución uniforme de las semillas. Se depositaron 50 semillas en cada caja Petri y se colocaron en una germinadora Seedburo a una temperatura de 25 ± 1 °C, con 8 h luz y 16 h oscuridad.

Variables Evaluadas en Laboratorio

La capacidad germinativa de la semilla de los genotipos de zacate Buffel se determinó a través de las siguientes variables:

Porcentaje de Germinación (PG)

Se contabilizó el número total de semillas germinadas al final de la prueba de acuerdo al siguiente criterio:

- 1) *Plántulas Normales*: se consideraron como plántulas normales aquellas que produjeron una plántula con sus estructuras esenciales normales: radícula y plúmula, con coloración y aspecto normal. Se contabilizó cuando la radícula alcanzó 1 cm y la plúmula $\frac{1}{2}$ cm, los datos obtenidos se transformaron a porcentajes (Gómez y González, 2004).
- 2) *Plántulas Anormales*: se consideró como plántulas anormales aquellas que les faltó alguna de las estructuras esenciales: plúmula o radícula o que no produjeron plúmulas capaces de sintetizar clorofila.
- 3) *Semillas Sin Germinar (SSG)*: son aquellas semillas que al final de la prueba no germinaron ya que su cubierta se conservó dura, debido a que no imbibió agua y no permitió la entrada de oxígeno a la semilla, los datos se transformaron a porcentajes.
- 4) *Semillas Muertas*: son semillas que no germinaron y fueron atacadas por hongos dándoles una consistencia blanda y condición acuosa.

Vigor

El vigor se determinó a través de las variables: índice de velocidad de germinación, longitud de plúmula y longitud de radícula.

Índice de Velocidad de Germinación (IVG)

El IVG es una prueba de vigor, para determinarlo, se realizaron conteos diarios del número de semillas germinadas por día, se aplicó la fórmula propuesta por Maguire (1962).

$$IVG = \frac{NP}{D_1} + \frac{NP}{D_2} + \frac{NP}{D_3} + \dots \dots \dots \frac{NP}{D_N}$$

Dónde:

IVG = Índice de velocidad de germinación

NP = Número de plántulas germinadas

D = Días después de la siembra

Longitud de Plúmula y de Radícula

Para la evaluación de estas variables, se tomaron al azar cinco plántulas normales, se midió con una regla la longitud de la raíz y de la plúmula y se obtuvo el promedio de cada unidad experimental. Debido a que la variedad Común obtuvo 0 % de germinación en semilla con envoltura, el análisis de varianza para las variables longitud de plúmula y radícula se realizó con ocho genotipos.

Diseño Experimental

Los experimentos de invernadero y laboratorio se establecieron bajo un diseño de bloques completos al azar con dos factores 2 x 9. La condición de la semilla como factor A con dos niveles: a₁ (involucros) a₂ (cariópsides) y el factor B genotipos con nueve niveles (b₁, b₂, b₃, b₄, b₅, b₆, b₇, b₈ y b₉) con un total de 18 tratamientos y tres repeticiones dando un total de 54 unidades experimentales (Cuadro 1). En el experimento en invernadero, 50 cavidades de la caja de poliuretano se consideró una unidad experimental, en el caso del experimento en laboratorio una caja Petri se consideró como una unidad experimental.

El modelo estadístico se presenta a continuación:

$$Y_{ij} = u + \alpha_i + B_j + (\alpha B)_{ij} + k_i + E_{ijk}$$

Donde:

Y_{ij} = Valor observado

U = Efecto de la media general

α_i = Efecto del i-ésimo nivel del factor A

B_j = Efecto del j-ésimo nivel del factor B

αB = Efecto de la interacción del factor A con el j-ésimo nivel del factor B

K_i = Bloques

E_{ijk} = Error experimental

Cuadro 1. Tratamientos de zacate Buffel utilizados en los experimentos de invernadero y de laboratorio. Saltillo, Coah., 2018.

Condición de la semilla	Genotipos		Tratamientos
Factor A	Factor B		
a ₁ Involucros	b ₁	G-8	1
	b ₂	G-15	2
	b ₃	G-7	3
	b ₄	G-14	4
	b ₅	M-7	5
	b ₆	Común	6
	b ₇	G-5	7
	b ₈	G-3	8
	b ₉	G-10	9
a ₂ Cariópsides	b ₁	G-8	10
	b ₂	G-15	11
	b ₃	G-7	12
	b ₄	G-14	13
	b ₅	M-7	14
	b ₆	Común	15
	b ₇	G-5	16
	b ₈	G-3	17
	b ₉	G-10	18

Análisis Estadístico

La información obtenida se concentró y se sometió a la técnica de análisis de varianza, se realizaron las comparaciones de medias mediante la Prueba de Diferencia Mínima Significativa (DMS) $\alpha = 0.05$, cuando el ANVA detectó diferencias significativas. En las unidades experimentales donde hubo valores de cero los datos se transformaron mediante $\sqrt{x + 1}$ de acuerdo a Steel y Torrie (1980).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Experimento en Invernadero

Porcentaje de Emergencia

Los resultados del análisis de varianza para el porcentaje de emergencia indicaron diferencias altamente significativas ($p \leq 0.01$) entre las fuentes de variación de la condición de la semilla, genotipos y la interacción y diferencias no significativas entre bloques. El coeficiente de variación se mantuvo en un nivel aceptable de 9.23 % (Cuadro 2).

Cuadro 2. Análisis de varianza del porcentaje de emergencia de nueve genotipos de zacate Buffel con dos niveles de condición de la semilla. Saltillo, Coah., 2018.

FV	GL	SC	CM	FC	F α	
					0.05	0.01
Bloques	2	0.024	0.012	0.052 ^{NS}	3.28	5.29
Cond. Semilla A	1	258.420	258.420	1133.421 **	4.13	7.44
Genotipos B	8	47.129	5.891	25.837 **	2.23	3.08
CSX Genot. AxB	8	17.712	2.214	9.7105 **	2.23	3.08
Error Exp.	34	7.761	0.228			
Total	53					

**Altamente significativas

^{NS} No significativa

C.V. 9.23 %

En el Cuadro 3 se observan las medias generales para el porcentaje de emergencia obtenidas por los genotipos y los niveles de condición de la semilla.

Cuadro 3. Comparación de medias del porcentaje de emergencia de nueve genotipos de zacate Buffel dentro de dos niveles de condición de la semilla. Saltillo, Coah., 2018.

Genotipos	Condición de la Semilla %		Genotipos \bar{X}
	Involucros	Cariópsides	
M-7	27.33 a	79.33 a	53.33 a
G-7	16.00 b	56.00 b c	36.00 b
G-14	16.00 b c	54.00 b c d e	35.00 b
G-15	11.33 b c d	37.33 h	24.33 c
G-10	11.33 b c d	58.00 b	34.67 b
Común	2.67 e	49.33 b c d e f g	26.00 c d
G-5	2.00 e	55.33 b c d	28.67 c b
G-3	1.33 e	40.67 g h	21.00 d
G-8	0.67 e	54.00 b c d e f	27.34 c b
Condición de la Semilla \bar{X}	9.85 b	53.78 a	31.81

En los genotipos se formaron cuatro grupos de medias. En el primer grupo se encuentra el genotipo M-7 con 53.33 % de emergencia siendo estadísticamente diferente al resto de los genotipos. En el último grupo se ubica, Común y G-3, con 26 y 21 % respectivamente. Los híbridos obtuvieron un porcentaje de emergencia promedio de 32.54 % superando a la variedad Común (26 %) con un 25.15 %.

Los cariópsides obtuvieron el porcentaje de emergencia más alto con un 53.78 %, el cual fue estadísticamente diferente a la semilla con envoltura que tuvo un porcentaje de emergencia de 9.85 %. Los cariópsides superaron en un 445.98 % a la emergencia

obtenida con involucros. El análisis de varianza realizado para esta variable indicó diferencias altamente significativas en la interacción, por lo cual se analizó el comportamiento que tuvieron los genotipos dentro de cada uno de los niveles de condición de la semilla. Se detectaron diferencias altamente significativas entre variedades en los dos niveles de condición de la semilla (Cuadro A.12).

El porcentaje de emergencia de las semillas con envoltura fue de 0.67 % para el genotipo G-8, hasta 27.33 % para M-7, el cual fue estadísticamente diferente a todos los genotipos. Cuando las envolturas se removieron y las pruebas se realizaron con cariósides hubo diferencias altamente significativas entre genotipos. El valor más alto lo obtuvo nuevamente el genotipo M-7 con 79.33 % que fue estadísticamente diferente al resto de los genotipos. G-3 y G-15 obtuvieron los valores más bajos (40.67 y 37.33 %) respectivamente. Estos valores se consideran altos para semillas de zacate buffel con un mes de almacenamiento.

El análisis estadístico para el comportamiento de las dos condiciones de semilla dentro de cada genotipo se presenta en el Cuadro A.13. Se detectaron diferencias altamente significativas en el porcentaje de emergencia entre las semillas con envoltura y semillas sin envoltura en todos los genotipos. El genotipo G-8 fue donde se obtuvo la mayor diferencia (53.38 %) en el porcentaje de emergencia entre cariósides e involucros. Por el contrario, la menor diferencia (26 %) entre la siembra con cariósides (37.33 %) e involucros (11.33), se observa en el genotipo G-15 (Cuadro 3).

Se ha reportado que en las envolturas que rodean la semilla de Buffel se encuentran compuestos fenólicos que inhiben la germinación (de León, 1977). Por lo que, al ser removidos estos, el porcentaje de germinación se incrementa. Como se observa en las

fuertes diferencias encontradas en esta investigación, en cada uno de los genotipos en semilla con involucro y con carióspside. Una prueba muy contundente de lo anterior, es Común que obtuvo un 2.67 % en la siembra con involucro y un 49.33 % cuando se eliminaron las glumas.

Velázquez (2016) reporta un porcentaje de emergencia de 49 %, en semilla de zacate Buffel Común, con tratamiento de temperaturas alternas más ácido giberélico a una concentración de 500 ppm. Estos resultados son similares a los obtenidos en esta investigación con semilla desglumada con Común, que obtuvo un porcentaje de emergencia de 49.33 %, con un mes de almacenamiento.

Los resultados de esta investigación indican que la duración de la latencia depende del genotipo, ya que el híbrido M-7 con semilla con un mes de almacenamiento obtuvo los porcentajes de emergencia más altos en ambas condiciones de la semilla.

En la Figura 1 se presenta el comportamiento en porcentaje de emergencia de los nueve genotipos en las dos condiciones de semilla. En todos los genotipos el eliminar las envolturas incrementó el porcentaje de emergencia en comparación con la semilla con involucro. Así mismo se observa que los híbridos obtuvieron un porcentaje de emergencia de 10.75 y 54.33 % con involucro y carióspside respectivamente, valores más altos a los de Común que obtuvo 2.67 % con involucro y 49.33 % con carióspsides. La mayor diferencia se observa en involucros, los híbridos superaron a Común en un 302.62 %.

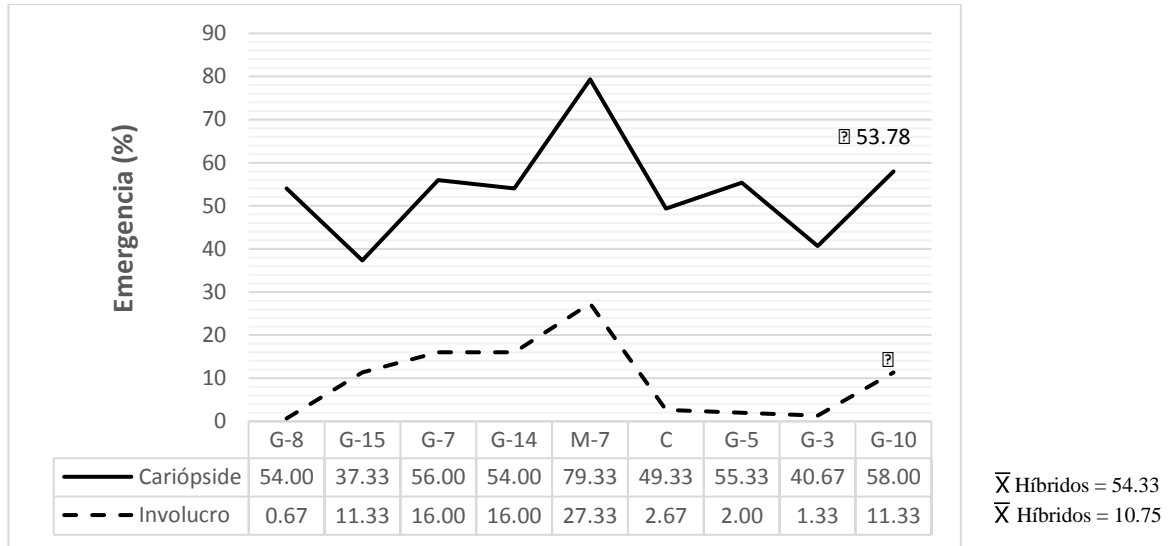


Figura 1. Porcentaje de emergencia de nueve genotipos de zacate Buffel con involucro y cariósido.

Índice de Velocidad de Emergencia

El análisis de varianza para el índice de velocidad de emergencia (IVE) detectó diferencias altamente significativas ($p \leq 0.01$), entre las fuentes de variación de la condición de la semilla, los genotipos y la interacción y diferencias no significativas entre bloques. El coeficiente de variación (6 %) se mantuvo en un nivel aceptable (Cuadro 4).

Cuadro 4. Análisis de varianza del índice de velocidad de emergencia de nueve genotipos de zacate Buffel con dos niveles de condición de la semilla. Saltillo, Coah., 2018.

FV	GL	SC	CM	FC	F α	
					0.05	0.01
Bloques	2	0.010	0.005	0.514 ^{NS}	3.28	5.29
Cond. Semilla A	1	11.110	11.110	1100.000 **	4.13	7.44
Genotipos B	8	2.752	0.344	34.059 **	2.23	3.08
CSX Genot. AxB	8	0.422	0.053	5.222 **	2.23	3.08
Error Exp.	34	0.345	0.010			
Total	53					

**Altamente significativas

^{NS} No significativa

C.V. 6 %

Las medias generales del índice de velocidad de emergencia obtenido por los genotipos en dos niveles de condición de la semilla, se presentan en el Cuadro 5.

Cuadro 5. Comparación de medias del índice de velocidad de emergencia de nueve genotipos de zacate Buffel, dentro de dos niveles de condición de la semilla. Saltillo, Coah., 2018.

Genotipos	Condición de la Semilla		Genotipos \bar{X}
	Involucros	Cariópsides	
M-7	1.59 a	6.65 a	4.12 a
G-14	0.95 b	3.91 b	2.43 b
G-7	0.74 b c	3.70 b	2.22 b
G-10	0.64 b c d	3.89 b c	2.27 b
G-15	0.36 d e	1.92 b c d	1.14 c
Común	0.09 d e f	3.18 b c d e	1.64 c
G-5	0.08 e f	3.34 b c d e	1.71 c
G-3	0.08 e f	2.22 f	1.15 c
G-8	0.03 f	3.42 f	1.73 c
Condición de la Semilla \bar{X}	0.51 b	3.58 a	2.04

En los genotipos se formaron tres grupos de medias. En el primer grupo se encuentra el híbrido M-7 con 4.12 plantas/día fue estadísticamente diferente a todos los genotipos, seguido de G-14, G-10 y G-7 que obtuvieron 2.43, 2.27 y 2.22 plantas/día. En el último grupo se ubican, G-8, G-5, Común, G-3 y G-15 con 1.73, 1.71, 1.64, 1.15 y 1.14 plantas/día respectivamente, los cuales fueron estadísticamente iguales entre sí. Los híbridos obtuvieron un IVE promedio de 2.09 superando a Común (1.64) con un 27.74 %.

Con respecto al IVE en los niveles de condición de la semilla, se observa que al igual que en el porcentaje de emergencia, el IVE de los cariópsides fue más alto con 3.58 plantas/día

y estadísticamente diferente al nivel de semilla con envoltura que obtuvo un IVE de 0.51 plantas/día. Los cariósides obtuvieron un IVE siete veces más alto al de los involucros.

Debido a que el análisis de varianza detectó diferencias altamente significativas en la interacción, se procedió analizar el comportamiento de los genotipos dentro de cada uno de los niveles de condición de la semilla. El análisis estadístico detectó diferencias altamente significativas entre variedades en los dos niveles de la condición de la semilla (Cuadro A.14).

El índice de velocidad de emergencia de los genotipos sembrados con semilla con envoltura fue de 0.03 para el genotipo G-8, hasta 1.59 plantas/día para M-7, el cual fue estadísticamente diferente a todos los genotipos. Cuando el IVE se determinó con cariósides hubo diferencias altamente significativas entre genotipos. El valor más alto lo obtuvo el genotipo M-7 con 6.65, el cual fue estadísticamente diferente a los demás genotipos. Nuevamente el genotipo M-7 obtuvo los valores más altos de IVE en los dos niveles de condición de la semilla (Cuadro 5). Esta es una característica deseable en especies de zonas áridas, ya que, a mayor velocidad de emergencia, le permite a la planta evadir las condiciones de estrés de temperatura y humedad.

El análisis estadístico para el comportamiento de la condición de semilla dentro de cada variedad se presenta en el Cuadro A.15. En los nueve genotipos se detectaron diferencias altamente significativas en el IVE entre las semillas con envoltura y las semillas sin envoltura. La mayor diferencia en IVE (3.41) entre la siembra con cariósides e involucros se observa en el genotipo G-8. El G-15 obtuvo la menor diferencia en IVE (1.56) entre la siembra con involucros y con cariósides.

Velázquez (2016) en un estudio en invernadero con semilla de zacate Buffel Común, obtuvo un índice de velocidad de emergencia de 1.27, con tratamiento de temperaturas alternas más ácido giberélico a una concentración de 500 ppm. Este valor es menor al obtenido en esta investigación, en la que los híbridos obtuvieron un IVE de 1.92 a 6.65 plantas/día en siembras con carióspside. Ruiz *et al.* (2012) en un estudio realizado con zacate Buffel Común, con seis niveles de salinidad por KCl en condiciones de invernadero reportan un IVE de 1.73.

El comportamiento del IVE de los genotipos en dos niveles de condición de la semilla se presenta en la Figura 2. Se observa que cuando la siembra se realizó con involucros el IVE de Común (0.09) no llegó a 1, sin embargo este se incrementó a 3.18 plantas/día cuando se eliminaron las cubiertas de la semilla. Estos resultados reafirman lo reportado por otros investigadores en las semillas de pastos, cuando se eliminan las glumas que cubren a los carióspsides, se presentan incrementos significativos en la germinación, con respecto a las semillas que no se les eliminan las estructuras (Cordero y Oliveros.1983; González *et al.*, 1994).

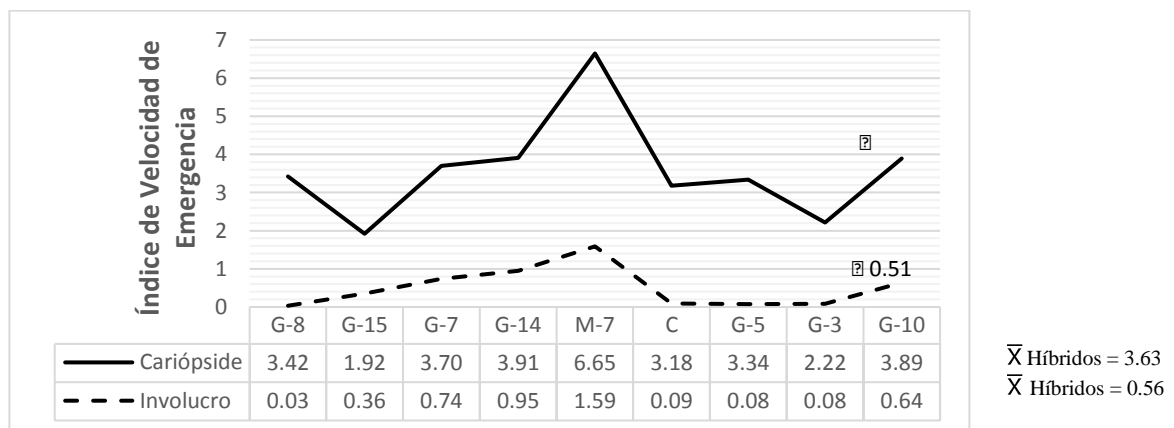


Figura 2. Índice de velocidad de emergencia de nueve genotipos de zacate Buffel con involucro y carióspside.

Altura de Plántula

El análisis de varianza para altura de plántula en invernadero indicó diferencias altamente significativas en la condición de la semilla, y diferencias no significativas entre genotipos, la interacción y los bloques (Cuadro 6).

Cuadro 6. Análisis de varianza de altura de plántula en invernadero de nueve genotipos de zacate Buffel con dos niveles de condición de la semilla. Saltillo, Coah., 2018.

FV	GL	SC	CM	FC	F α	
					0.05	0.01
Bloques	2	0.035	0.017	0.036 ^{NS}	3.28	5.29
Cond. Semilla A	1	8.401	8.401	17.509 ^{**}	4.13	7.44
Genotipos B	8	6.759	0.845	1.761 ^{NS}	2.23	3.08
CSX Genot. AxB	8	6.820	0.853	1.776 ^{NS}	2.23	3.08
Error Exp.	34	16.313	0.480			
Total	53					

^{**}Altamente significativas

^{NS}No significativa

C.V. 22.13 %

Las medias generales para altura de plántula de los genotipos se presentan en el Cuadro 7. La altura promedio de los genotipos fue de 9.53 cm, con un rango de 7.43 cm para G-5 hasta 13.09 cm para G-14, la diferencia entre estos valores fue de 5.66 cm. La altura de la plántula promedio de los híbridos fue de 9.79 cm mayor a Común (7.68 cm) con un 27.47%.

Cuadro 7. Comparación de medias de altura de plántula en invernadero de nueve genotipos de zacate Buffel, dentro de dos niveles de condición de la semilla. Saltillo, Coah., 2018.

Genotipos	Condición de la Semilla (cm)		Genotipos \bar{X}
	Involucros	Cariópsides	
G-14	12.95 a	13.24	13.09
G-10	11.58 a b	12.09	11.83
G-7	9.53 a b c	10.89	10.21
M-7	8.31 a b c	10.73	9.52
G-15	7.65 a b c	9.63	8.64
G-3	6.33 a b c	10.75	8.54
G-8	4.73 b c	12.98	8.85
Común	3.48 b c	11.88	7.68
G-5	3.07 c	11.79	7.43
Condición de la Semilla \bar{X}	7.51 b	11.55 a	9.53

Para la condición de la semilla los cariópsides obtuvieron una altura promedio de 11.55 cm, siendo estadísticamente diferente a la semilla con envoltura que obtuvo un valor de 7.51 cm. Los cariópsides superaron en un 53.79 % a la altura de plántula obtenida con involucros.

Se detectaron diferencias altamente significativas entre variedades en involucros, pero no para cariópsides (Cuadro A.16). En los genotipos la altura de plántula en semillas con involucro fue de 3.07 cm para G-5 hasta 12.95 cm para G-14. La altura de plántula con cariópsides fue de 9.63 cm para G-15 hasta 13.24 cm para G-14, la diferencia entre estos valores fue de 3.61 cm.

Biomasa Seca

El análisis de varianza para biomasa seca en invernadero detectó diferencias altamente significativas entre la condición de la semilla, y diferencias significativas entre genotipos y diferencias no significativas entre la interacción y los bloques. El coeficiente de variación fue de 26.25 % (Cuadro 8).

Cuadro 8. Análisis de varianza de biomasa seca en invernadero de nueve genotipos de zacate Buffel con dos niveles de condición de la semilla. Saltillo, Coah., 2018.

FV	GL	SC	CM	FC	F α	
					0.05	0.01
Bloques	2	0.871	0.436	0.417 ^{NS}	3.28	5.29
Cond. Semilla A	1	23.535	23.535	22.580 ^{**}	4.13	7.44
Genotipos B	8	23.206	2.900	2.783 [*]	2.23	3.08
CSX Genot. Ax B	8	14.375	1.797	1.724 ^{NS}	2.23	3.08
Error Exp.	34	35.453	1.042			
Total	53					

** Altamente significativas

* Significativas

^{NS} No significativa

C.V. 26.25 %

En el Cuadro 9 se observan las medias generales para el porcentaje de biomasa seca obtenido por los genotipos y los niveles de condición de la semilla.

Cuadro 9. Comparación de medias de biomasa seca en invernadero de nueve genotipos de zacate Buffel, dentro de dos niveles de condición de la semilla. Saltillo, Coah., 2018.

Genotipos	Condición de la Semilla		Genotipos \bar{X}
	Involucros	Cariópsides	
G-14	24.95	26.57	26.76 a
G-10	18.17	19.05	18.61 a b
G-7	16.47	22.81	19.64 a b
M-7	11.93	19.59	15.76 a b
G-3	10.90	19.09	14.99 a b
G-15	7.15	10.59	8.87 b
G-8	6.57	22.34	14.45 a b
Común	5.10	24.39	14.74 a b
G-5	3.12	17.97	10.54 b
Condición de la Semilla \bar{X}	11.59 b	20.26 a	15.93

El genotipo G-14 obtuvo el valor más alto con 26.76 mg y fue estadísticamente igual a seis genotipos más, incluyendo Común que obtuvo 14.74 mg. El rango fue de 8.87 mg para G-15 hasta 26.76 mg para G-14, con un promedio de 15.93 mg, la diferencia entre estos valores fue de 17.89 mg.

Los cariópsides obtuvieron el peso de biomasa seca más alta de 20.26 mg, el cual fue estadísticamente diferente a la semilla con envoltura que obtuvo un valor de 11.59 mg.

Los cariópsides superaron en un 74.8 % a la siembra realizada con involucros.

Se detectaron diferencias altamente significativas entre genotipos cuando la siembra se realizó con involucros, no se detectaron diferencias significativas en la siembra con cariópsides (Cuadro A.17).

En los genotipos el peso de biomasa seca de las semillas con involucro fue de 3.12 mg para G-5 hasta 24.95 mg para G-14. El rango en cariósides fue de 10.59 mg para G-15 hasta 26.57 mg para G-14 que obtuvo las plantas más vigorosas con involucros y cariósides (Cuadro 9).

Con base en los resultados obtenidos con altura de plántula y biomasa seca en estado de plántula se observa una asociación positiva entre estas variables. Esta asociación se ha reportado en pastos en plantas adultas.

Experimento de Laboratorio

Porcentaje de Germinación

El análisis de varianza para el porcentaje de germinación detectó diferencias altamente significativas entre las fuentes de variación condición de la semilla, genotipos y la interacción y diferencias no significativas entre bloques. El coeficiente de variación fue de 12.56 % (Cuadro 10).

Cuadro 10. Análisis de varianza del porcentaje de germinación de nueve genotipos de zacate Buffel bajo dos niveles de condición de la semilla. Saltillo, Coah., 2018.

FV	GL	SC	CM	FC	F α	
					0.05	0.01
Bloques	2	0.082	0.041	0.700 ^{NS}	3.28	5.29
Cond. Semilla A	1	219.049	219.049	374.440 ^{**}	4.13	7.44
Genotipos B	8	58.278	7.284	12.451 ^{**}	2.23	3.08
CSX Genot. AxB	8	112.863	14.107	24.114 ^{**}	2.23	3.08
Error Exp.	34	19.920	0.585			
Total	53					

^{**}Altamente significativas

^{NS}No significativa

C.V. 12.56 %

Las medias generales para el porcentaje de germinación obtenido por los genotipos y los niveles de condición de la semilla se presentan en el Cuadro 11.

Cuadro 11. Comparación de medias del porcentaje de germinación de nueve genotipos de zacate Buffel, dentro de dos niveles de condición de la semilla. Saltillo, Coah., 2018.

Genotipos	Condición de la Semilla %		Genotipos \bar{X}
	Involucros	Cariópsides	
G-10	71.33 a	61.33 c d e f g	66.33 a b
M-7	53.33 a	82.00 a	67.67 a
G-14	31.33 b	67.33 a b c d	49.33 a b c
G-7	19.33 b c	74.00 a b c	46.67 c d
G-8	10.00 c d	62.00 c d e f	36.00 d e f
G-3	5.33 d e	79.33 a	42.33 c d e
G-15	4.0 d e f	45.33 h	24.67 e f g
G-5	3.33 f g	66.67 a b c d e	35.00 e f g
Común	0.00 g	50.67 f g h	25.34 g
Condición de la Semilla \bar{X}	22.00 b	65.41 a	43.70

Los híbridos con el porcentaje de germinación más alto fueron G-10, M-7 y G-14, con 66.33, 67.67, y 49.33 % respectivamente. Los cuales fueron estadísticamente iguales entre sí. Los genotipos G-5, Común y G-15 obtuvieron los valores más bajos con 35, 25.34 y 24.67 % respectivamente. Los híbridos obtuvieron un porcentaje de germinación promedio de 51.45 % superando a Común (25.33 %) con un 103.11 %.

Con respecto a la condición de la semilla, el porcentaje de germinación con cariópsides fue de 65.41 % siendo diferente estadísticamente a la semilla con envolturas que presentó, un porcentaje de germinación de 22 %. El porcentaje de germinación promedio se

incrementó un 197.43 % con respecto a los involucros, cuando se utilizaron carióspsides. Se procedió al desglose de los niveles de B dentro de cada uno de los niveles de A, debido a que el análisis de varianza indicó diferencias altamente significativas en la interacción. El análisis estadístico de los genotipos dentro de cada uno de los niveles de condición de la semilla indicó diferencias altamente significativas entre genotipos en los dos niveles de condición de la semilla (Cuadro A.18).

El porcentaje de germinación cuando se utilizaron involucros fue de 71.33 % para G-10, el cual fue estadísticamente igual a M-7 con 53.33 %. Los valores más bajos los obtuvieron G-5 y Común con 3.33 y 0 % respectivamente los cuales fueron estadísticamente iguales entre sí. Cuando el porcentaje de germinación se determinó con carióspsides, M-7 ocupó el primer lugar con 82 % y fu estadísticamente igual a G-3, G-7 y G-14 con 79.33, 74 y 67.33 % respectivamente.

El análisis de varianza para el comportamiento de los niveles de las dos condiciones de la semilla dentro de cada uno de los genotipos se presenta en el Cuadro A.19. Se detectaron diferencias altamente significativas en germinación entre las semillas con envoltura y las semillas sin envoltura en ocho genotipos excepto en el G-10, en el que no hubo diferencias significativas en el porcentaje de germinación, ya que este material con dos meses de almacenamiento obtuvo un excelente porcentaje de germinación en los dos niveles de condición de la semilla (Cuadro 11). El porcentaje de germinación se incrementó notablemente en cada uno de los genotipos cuando se removieron las envolturas y la siembra se realizó con carióspsides. Esto es mucho más evidente en Común que obtuvo 0% de germinación con involucros. Sin embargo, cuando la semilla fue desprovista de sus envolturas el porcentaje de germinación incremento a 50.67 %.

Los resultados de Común en esta investigación (50.67 %) son superiores a los reportados por Martínez *et al.* (2013) quien sometió a tratamiento químico, físico y mecánico semilla de zacate Buffel Común con un año de almacenamiento, el obtuvo un 12.5 % de germinación al eliminar las envolturas y no obtuvo germinación con los otros métodos. Hacker y Ratcliff (1989) reportan 0.55 % de germinación en semilla de zacate Buffel con cuatro semanas de almacenamiento.

Gómez (2003) reporta para Buffel Común, con semilla con un mes de almacenamiento, porcentajes de germinación de 24.67 y 0.208 % para semilla con envoltura y sin envoltura respectivamente.

Un estudio sobre el efecto de la remoción de lemmas y páleas en más de 25 pastos, entre ellos *Agropyron repens*, *Brachiaria decumbens*, *B. ruziziensis*, *Cynodon dactylon* y *Dactylis glomerata*. En todos los casos, la remoción de las estructuras de protección fueron claves para mejorar los porcentajes de germinación de forma significativa en comparación con involucros (Simpson, 1990).

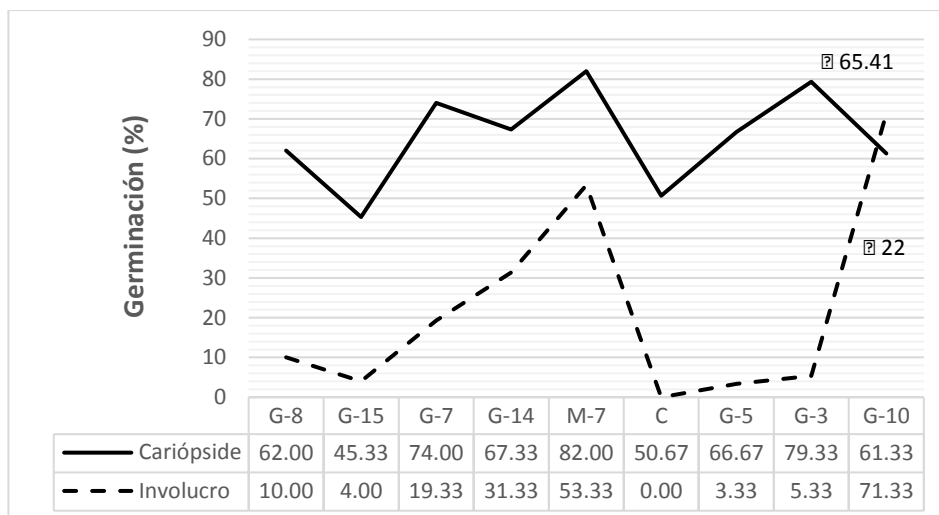
Los resultados de esta investigación indican que los inhibidores de la germinación se encuentran en las envolturas ya que los genotipos incrementaron su porcentaje de germinación cuando fueron desprovistos de glumas, lemmas y paleas.

Jiménez *et al.* (2005) mencionan que en estas estructuras se encuentran sustancias químicas de tipo fenólicos, particularmente antocianinas, que se les ha asociado con la inhibición de la germinación. Aun cuando algunos autores mencionan que los componentes que provocan la latencia se deben a los cariósides, más que a las envolturas que los rodean (Murdoch y Ellis, 2000).

En la Figura 3 se observa el comportamiento de la germinación de los genotipos de zacate Buffel con dos meses de almacenamiento, utilizando como semilla involucros completos y cariósides. El porcentaje de germinación promedio de los híbridos con cariósides e involucros fue de 67.25 y 24.75 % respectivamente, superando a Común que obtuvo 50.57 y 0 % respectivamente. La diferencia más marcada se observa en semillas con involucro, donde no se presentó germinación en Común.

Los híbridos G-10 y M-7, con semilla con dos meses de almacenamiento, se observan altos porcentajes de germinación en las dos condiciones de la semilla, aún cuando algunos autores mencionan que la etapa de la latencia en zacate Buffel, es de 16 a 20 meses (Namur *et al.*, 2014).

Gómez (2003) menciona que la latencia en semilla de zacate Buffel puede variar con el genotipo utilizado. Lo anterior queda demostrado en esta investigación donde los híbridos evaluados obtuvieron altos porcentajes de germinación en las dos condiciones de la semilla, como el M-7 que obtuvo un porcentaje de germinación de 53.33 y 82 % con semilla con dos meses de almacenamiento con envoltura y sin envoltura respectivamente. Por otro lado, se sabe que Buffel Común alcanza su máxima germinación entre 6 y 18 meses después de cosechado.



\bar{X} Híbridos = 67.25
 \bar{X} Híbridos = 24.75

Figura 3. Porcentaje de germinación de nueve genotipos de zacate Buffel con involucro y cariópside.

Índice de Velocidad de Germinación

El análisis de varianza para el índice de velocidad de germinación (IVG) detectó diferencias altamente significativas ($p \leq 0.01$) entre la condición de la semilla, los genotipos y la interacción y diferencias no significativas entre bloques. El coeficiente de variación se mantuvo en un nivel aceptable de 8.9 % (Cuadro 12).

Cuadro 12. Análisis de varianza del índice de velocidad de germinación de nueve genotipos de zacate Buffel con dos niveles de condición de la semilla. Saltillo, Coah., 2018.

FV	GL	SC	CM	FC	Fa	
					0.05	0.01
Bloques	2	0.001	0.0005	0.013 ^{NS}	3.28	5.29
Cond. Semilla A	1	16.480	16.480	459.052**	4.13	7.44
Genotipos B	8	10.122	1.265	35.236**	2.23	3.08
CSX Genot. AxB	8	1.865	0.233	6.490**	2.23	3.08
Error Exp.	34	1.224	0.035			
Total	53					

**Altamente significativas

^{NS} No significativa

C.V. 8.9 %

Las medias generales para el índice de velocidad de germinación obtenido por los genotipos y los niveles de condición de la semilla se observan en el Cuadro 13.

Cuadro 13. Comparación de medias del índice de velocidad de germinación de nueve genotipos de zacate Buffel, dentro de dos niveles de condición de la semilla. Saltillo, Coah., 2018.

Genotipos	Condición de la Semilla		Genotipos \bar{X}
	Involucros	Cariópsides	
G-10	5.52 a	6.83 b c	6.17 a
M-7	4.45 b	10.83 a	7.64 a
G-14	2.61 c	6.85 b c	4.73 b
G-7	1.32 d	7.23 b	4.27 b c
G-8	0.59 e	4.60 d e f	2.59 d
G-3	0.25 f	5.95 b c d	3.10 c d
G-15	0.20 f	3.30 f	1.75 d
G-5	0.16 f	5.19 c d e	2.67 d
Común	0.00 f	4.43 d e f	2.21 d
Condición de la Semilla \bar{X}	1.68 b	6.13 a	3.90

Se formaron cuatro grupos de medias en los genotipos. En el primer grupo se encuentran los genotipos M-7 y G-10 con 7.64 y 6.17 plantas/día respectivamente. En el último grupo se ubica G-15, Común, G-8, G-5 y G-3 con 1.75, 2.21, 2.59, 2.67 y 3.1 plantas/día respectivamente. Los híbridos obtuvieron un IVG promedio de 4.11 superando a la variedad Común (2.21) con un 85.55 %.

Para la condición de la semilla, cuando a siembra se realizó con envolturas obtuvo un IVG de 1.68 plantas/día, cuando la semilla fue desprovista de sus envolturas, el IVG fue de

6.13 plantas/día, los cuales fueron estadísticamente diferentes entre sí, el IVG con cariósides fue 3.64 veces mayor que con involucros. Estos resultados coinciden con Loch (1993), que menciona que la germinación más rápida y completa de los cariósides, se debe a la absorción de agua en ausencia de las envolturas del involucro.

El análisis de varianza realizado para esta variable detectó diferencias altamente significativas en la interacción, por lo cual se analizó el comportamiento que tuvieron los genotipos dentro de cada uno de los niveles de condición de la semilla. El análisis estadístico detectó diferencias altamente significativas entre variedades en los dos niveles de la condición de la semilla (Cuadro A.20). Cuando el IVG se determinó con involucros el G-10 obtuvo el valor más alto de 5.52 seguido de M-7 con 4.45, los cuales fueron estadísticamente iguales entre sí y diferentes al resto de los genotipos. Cuando el IVG se determinó con cariósides el valor más alto nuevamente lo obtuvo el genotipo M-7, con 10.83 y fue estadísticamente diferente al resto de los genotipos. Los valores más bajos los obtuvo Común y G-15 con 4.43 y 3.30 respectivamente.

El desglose de la condición de la semilla dentro de los genotipos indicó diferencias altamente significativas entre las semillas con envoltura y sin envoltura en todos los genotipos excepto en el híbrido G-10, donde no se detectó diferencia significativa.

El genotipo M-7 obtuvo un IVG 1.23 veces más alto con cariósides que con involucros. Los genotipos G-5, G-3, G-15 y G-8 el IVG con cariósides fue más alto que con involucros 32.4, 23.8, 16.5, 7.79 veces respectivamente.

Martínez *et al.* (2013), reporta un IVG para Buffel Común con semilla desglumada de 1.65 plantas/día, muy por debajo al obtenido por los híbridos apomícticos evaluados en esta investigación.

Velázquez (2016) reporta un IVG de 0.9214 con aplicaciones de ácido giberélico a una concentración de 750 ppm, muy por debajo al encontrado en esta investigación donde se obtuvo un IVG para Común más alto de 4.43 plantas/día, con semilla con dos meses de almacenamiento. Resultados similares se han reportado en otros estudios donde se encontraron efectos significativos en la germinación de semillas de pastos a las que se eliminaron las glumas (Cordero y Oliveros, 1983; Suárez y Zdravko, 1994).

En la Figura 4 se observa el índice de velocidad de germinación de los genotipos bajo dos niveles de condiciones de semilla. Los híbridos obtuvieron un IVG de 1.89 y 6.35 con involucro y carióspside respectivamente. Estos valores son más altos que los obtenidos por la variedad Común (0.0 y 4.43) respectivamente.

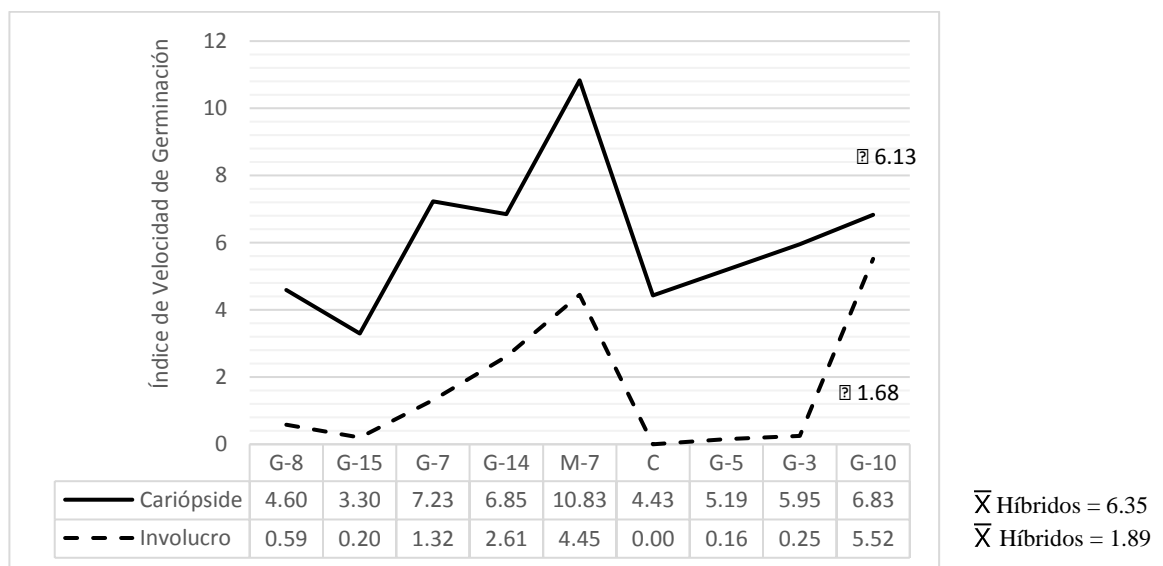


Figura 4. Índice de velocidad de germinación de nueve genotipos de zacate Buffel con involucro y carióspside.

Semillas Sin Germinar

El análisis de varianza para el porcentaje de semillas sin germinar (SSG) reveló diferencias altamente significativas entre las fuentes de variación: condición de la semilla, genotipos y la interacción y diferencias no significativas entre bloques. El coeficiente de variación (8.62 %) se mantuvo en un nivel aceptable (Cuadro 14).

Cuadro 14. Análisis de varianza del porcentaje de semillas sin germinar de nueve genotipos de zacate Buffel con dos niveles de condición de la semilla. Saltillo, Coah., 2018.

FV	GL	SC	CM	FC	F α	
					0.05	0.01
Bloques	2	0.515	0.258	1.415 ^{NS}	3.28	5.29
Cond. Semilla A	1	52.510	52.510	288.510 **	4.13	7.44
Genotipos B	8	25.418	3.177	17.456 **	2.23	3.08
CSX Genot. AxB	8	15.989	1.998	10.978 **	2.23	3.08
Error Exp.	34	6.212	0.182			
Total	53					

**Altamente significativas

^{NS} No significativa

C.V. 8.62 %

Las medias generales para el porcentaje de semillas sin germinar obtenido por los genotipos y los niveles de condición de la semilla se presentan en el Cuadro 15. El genotipo G-15 obtuvo el mayor porcentaje de SSG con 34.83 % y fue estadísticamente igual a Común, G-8 y G-5 con 31.17, 30.17 y 29.66 % respectivamente.

Cuadro 15. Comparación de medias del porcentaje de semillas sin germinar de nueve genotipos de zacate Buffel, dentro de dos niveles de condición de la semilla. Saltillo, Coah., 2018.

Genotipos	Condición de la Semilla %		Genotipos \bar{X}
	Involucros	Cariópsides	
G-15	45.00 a	24.67 b	34.83 a
G-5	45.00 a	14.33 b	29.66 a b c
G-8	43.67 a	16.67 b	30.17 a b c
G-3	41.67 a	9.67 b	25.67 c d
Común	40.67 a	21.67 b	31.17 a b
G-14	34.33 a	15.00 b	24.66 b c d
G-7	33.00 a	10.33 b	21.66 d e
M-7	22.67 a	7.33 b	15.00 f
G-10	11.33 b	17.33 a	14.33 e
Condición de la Semilla \bar{X}	35.26 a	15.22 b	25.24

El genotipo M-7 presentó el menor porcentaje de SSG con 15 % siendo estadísticamente diferente al resto de los genotipos. Común presentó un mayor porcentaje de SSG (31.17 %) que el promedio de los híbridos (24.5 %). En las semillas con envolturas se obtuvo el porcentaje SSG más alto (35.26 %) y fue estadísticamente diferente a los cariópsides (15.22 %). Las semillas con envoltura superaron en un 131.66 % al porcentaje de SSG obtenidas con semilla sin envolturas.

Se procedió al desglose de los niveles de B dentro de cada uno de los niveles A, debido a que el análisis de varianza detectó diferencias altamente significativas en la interacción.

El análisis estadístico detectó diferencias altamente significativas entre genotipos en los dos niveles de la condición de la semilla (Cuadro A.22).

El porcentaje de SSG con involucro fue de 11.33 % para G-10, hasta 45 % para G-15 y G-5, que fueron estadísticamente iguales a G-8, G-3 y Común con 43.67, 41.67 y 40.67 % respectivamente. Cuando el porcentaje de SSG se determinó con cariósides hubo diferencias altamente significativas entre materiales. El mayor porcentaje de SSG con cariósides lo obtuvieron los genotipos G-15, Común y G-10 con 24.67, 21.67 y 17.33 % respectivamente los cuales fueron estadísticamente iguales entre sí. El análisis de varianza para el comportamiento de los niveles de las dos condiciones de la semilla dentro de cada variedad se presenta en el (Cuadro A.23). Indicaron diferencias altamente significativas en el porcentaje de SSG obtenido con involucros y cariósides en ocho genotipos y diferencias significativas en G-10.

Plántulas Anormales

Las plántulas anormales se observaron únicamente en la siembra de semillas sin envoltura. El análisis de varianza detectó diferencias significativas entre bloques y diferencias no significativas para genotipos.

Cuadro 16. Cuadrados medios del porcentaje de plántulas anormales con semillas sin envoltura y semillas muertas con envoltura, de nueve genotipos de zacate Buffel. Saltillo, Coah., 2018.

FV	GL	Plántulas Anormales	Semillas Muertas
Bloques	2	3.342 *	0.929 ^{NS}
Genotipo	8	1.609 ^{NS}	3.052 *
Error Exp.	16	0.111	0.521
Total	26		
C.V. %		20.43	36.82

* Significativas

^{NS} No significativa

El porcentaje de plantas anormales obtenidas en la siembra con cariósides se presentan en el Cuadro 17.

Cuadro 17. Medias del porcentaje de plántulas anormales de nueve genotipos de zacate Buffel, con semillas sin envolturas. Saltillo, Coah., 2018.

Genotipos	Plántulas Anormales %
Común	2.67
G-15	2.67
G-5	2.33
G-10	2.00
G-7	2.00
M-7	1.67
G-14	1.33
G-8	1.33
G-3	0.33
Promedio	1.81

El rango en el porcentaje de plántulas anormales fue de 0.33 % para G-3 hasta 2.67 % para Común y G-15, el porcentaje promedio fue de 1.81 %. En involucros no se presentaron plántulas anormales. Común obtuvo el mayor porcentaje de plántulas anormales de 2.67 % superando a los híbridos (1.71 %) con un 56.14 %.

Semillas Muertas

El análisis de varianza para el porcentaje de semillas muertas para la condición de semilla con envoltura detectó diferencias significativas entre genotipos y diferencias no significativas para bloques (Cuadro 16).

No se observaron semillas muertas en las siembras con cariósides. El porcentaje de semillas muertas en semillas con envolturas se presenta en el Cuadro 18.

Los genotipos obtuvieron un porcentaje de semillas muertas de 3.66 %. El porcentaje de semillas muertas para involucros fue de 0 % para M-7 y G-14 hasta 9.33 % para Común. Esta variedad obtuvo el mayor porcentaje de semillas muertas superando a los híbridos (2.95 %) con un 216.27 %.

Cuadro 18. Comparación de medias del porcentaje de semillas muertas de nueve genotipos de zacate Buffel en semillas con envolturas. Saltillo, Coah., 2018.

Genotipos	Semillas Muertas
	%
Común	9.33 a
G-7	7.33 a b
G-3	5.67 a b c
G-15	3.00 a b c d
G-10	3.00 a b c d
G-5	3.33 a b c d
G-8	1.33 c d
G-14	0.00 d
M-7	0.00 d
Promedio	3.66

Longitud de Plúmula y de Radícula

El análisis de varianza para la variable longitud de plúmula detectó diferencias significativas entre las fuentes de variación genotipos y la interacción y diferencias no significativas entre bloques y condición de la semilla. El coeficiente de variación fue de 11.16 % (Cuadro 19).

Cuadro 19. Cuadrados medios de longitud de plúmula y longitud de radícula de ocho genotipos de zacate Buffel con dos niveles de condición de la semilla. Saltillo, Coah., 2018.

FV	GL	Longitud de plúmula cm	Longitud de radícula cm
Bloques	2	2.114 ^{NS}	4.321 **
Cond. Semilla A	1	2.828 ^{NS}	0.160 ^{NS}
Genotipos B	7	2.952 *	6.422 **
CSX Genot. AxB	7	2.449 *	0.536 ^{NS}
Error Exp.	30	0.0431	0.0436
Total	47		
C.V %		11.16	11.86

**Altamente significativas

* Significativas

^{NS} No significativa

En el Cuadro 20 se observan las medias generales para el porcentaje de longitud de plúmula obtenido por los genotipos y los niveles de condición de la semilla.

Cuadro 20. Comparación de medias de longitud de plúmula de ocho genotipos de zacate Buffel, dentro de dos niveles de condición de la semilla. Saltillo, Coah., 2018.

Genotipos	Condición de la Semilla (cm)		Genotipos \bar{X}
	Involucros	Cariópsides	
M-7	3.89 a	2.09	2.99 a b
G-14	3.79 a	2.57	3.18 a
G-10	3.23 a	1.99	2.61 a b
G-7	3.14 a	2.59	2.86 a b
G-8	2.84 a	2.38	2.61 a b
G-3	2.50 ab	2.17	2.33 a b
G-5	1.56 b	2.10	1.83 b
G-15	1.38 b	2.25	1.81 b
Condición de la Semilla \bar{X}	2.79 a	2.27 a	2.53

El genotipo G-14 obtuvo el valor más alto con 3.18 cm y fue estadísticamente igual a cinco genotipos más. El rango fue de 1.81 cm para G-15 hasta 3.18 cm para G-14, con un promedio de 2.53 cm. La longitud de plúmula para los genotipos con involucro fue 2.79 y 2.27 cm para cariópsides, no se detectaron diferencias en la condición de la semilla.

El análisis de varianza realizado para esta variable detectó diferencias significativas en la interacción, por lo cual se analizó el comportamiento que tuvieron los genotipos dentro de cada uno de los niveles de condición de la semilla. Se detectaron diferencias altamente significativas entre genotipos en involucros, y diferencias no significativas para la siembra con cariópsides (Cuadro A.24).

La longitud de plúmula de las semillas con involucro fue de 1.38 para G-15 hasta 3.89 cm para M-7, el cual fue estadísticamente igual a G-14, G-10, G-7, G-8 y G-3 con 3,79, 3.23, 3.14, 2.84 y 2.50 cm respectivamente. Cuando la longitud de plúmula se determinó con

cariópsides no hubo diferencias significativas entre variedades, siendo el rango de 1.99 cm para G-10 hasta 2.59 cm para G-7.

El análisis de varianza para el comportamiento de los niveles de las dos condiciones de la semilla dentro de cada variedad se presenta en el Cuadro A.25. Se detectaron diferencias altamente significativas en longitud de plúmula entre los niveles de condición de la semilla en el genotipo M-7, diferencias significativas para G-10 y diferencias no significativas para el resto de los genotipos.

El análisis de varianza para longitud de radícula detectó diferencias altamente significativas entre las fuentes de variación bloques y genotipos y diferencias no significativas en condición de la semilla y la interacción. El coeficiente de variación fue de 11.86 % (Cuadro 19).

En el Cuadro 21 se observan las medias generales para longitud de radícula obtenido por los genotipos y los niveles de condición de la semilla.

Cuadro 21. Comparación de medias de longitud de radícula de ocho genotipos de zacate Buffel, dentro de dos niveles de condición de la semilla. Saltillo, Coah., 2018.

Genotipos	Condición de la semilla (cm)		Genotipos \bar{X}
	Involucros	Cariópsides	
G-7	3.51	3.77	3.64 a
G-10	2.95	2.34	2.64 a b
G-14	2.92	2.42	2.67 a b
M-7	2.51	1.76	2.13 b c
G-8	1.92	2.17	2.04 b c
G-3	1.80	1.50	1.65 b c
G-15	1.42	1.67	1.54 b c
G-5	1.08	1.49	1.28 c
Condición de la Semilla \bar{X}	2.01 a	1.90 a	1.96

Se formaron tres grupos de medias en los genotipos. En el primer grupo se encuentran los genotipos G-7, G-14 y G-10, con 3.64, 2.67 y 2.64 cm respectivamente. En el último grupo se ubica, M-7, G-8, G-3, G-15 y G-5 con 2.13, 2.04, 1.65, 1.54 y 1.28 cm respectivamente.

La longitud de radícula promedio con cariósides fue de 1.90 y 2.01 cm para involucro, no se observaron diferencias en la condición de la semilla. En los ocho genotipos la longitud de radícula de las semillas con involucro fue de 1.08 cm para G-5 hasta 3.51 cm para G-7, el cual fue estadísticamente igual a G-10, G-14, M-7 y G-8 con 2.95, 2.92, 2.51 y 1.92 cm respectivamente. Cuando la longitud de radícula se determinó con cariósides el valor más alto lo obtuvo el genotipo G-7 con 3.77 cm el cual fue estadísticamente diferente a todos los genotipos (Cuadro 18). Se observa una asociación entre longitud de pluma y longitud de radícula. Genotipos con plúmulas más largas, presentan una mayor longitud de radícula (Cuadros 20 y 21).

CONCLUSIONES

Con base en los resultados obtenidos en esta investigación, con la fracción de los híbridos del GEII incluidos en esta investigación, se llegó a las siguientes conclusiones:

1. Las envolturas de los cariósides tienen un papel importante en el proceso de inhibición de la germinación en zacate buffel.
2. La germinación independientemente del acondicionamiento de la semilla depende del genotipo. Los híbridos son superiores genotípicamente a la variedad Común.
3. El efecto inhibitor en las envolturas del cariósido es variable por las diferencias genotípicas de los híbridos
4. Las diferencias en emergencia de las plántulas y la velocidad de emergencia, las determinan también las diferencias genotípicas de los híbridos.
5. Existe una asociación positiva entre altura de planta y producción de biomasa.

LITERATURA CITADA

- Alcalá G., C. H. (1995). Origen geográfico y características biológicas del pasto buffel. En: Guía práctica para el establecimiento, manejo y utilización del zacate buffel. Patronato del Centro de Investigación Pecuaria del Estado de Sonora A. C. Hermosillo, Son. México. pp. 9-14.
- Ayerza R., H. (1981). El buffel grass: Utilidad y manejo de una promisorio gramínea. Buenos Aires, Argentina. Hemisferio Sur S. A. pp. 139-152.
- Bashaw, E.C. (1981). Nueces and Llano buffelgrass. Texas Agricultural Experiment Station in cooperation with U.S. 20:(1).
- Bashaw, E.C. (1985). Buffelgrass origins. In: Buffelgrass: Adaptation, Management and Forage Quality Symposium. The Texas Agricultural Experiment Station in cooperation with the Texas Agricultural Extension Service; U. S. Department of Agriculture – Soil Conservation Service. College Station, Texas. MP 1575. pp. 6-8.
- Becerra D., J.A. (1981). Efecto de diversos tratamientos escarificadores sobre la germinación de la semilla de zacate buffel (*Cenchrus ciliaris* L.). Resumen de Avances de Investigación del Centro de Investigaciones Pecuarias del Estado de Sonora.
- Beltrán L., S. y O. Loredó (2005). Manejo y rehabilitación de agostaderos de zonas áridas y semiáridas. En: Prácticas para la conservación del suelo y agua en zonas áridas y semiáridas INIFAP-CIRNE- Campo Experimental San Luis. S.L.P. Libro Técnico No.1.
- Bradbeer, J.W. (1988). Seed dormancy and germination. British Library Cataloguing In Publication Data King's College London. p. 39.
- Camacho M., F. (1994). Dormición de semillas, causas y tratamientos. Editorial Trillas, S. A. de C. V. 125 p.
- Cantú B., J.E. (1989). 150 Gramíneas del norte de México. Tesis. U.A.A.A.N. Torreón, Coahuila. 145 p.
- Carroll, C. and A. Tucker. (2000). Effects of pastures cover soil erosion and water quality on central Queensland coal mine rehabilitation. Tropical Grassland 34 (1): 254-262.

- Castellanos A., Y. G. and D. Valdéz. (2002). Drought tolerant exotica buffel-grass and desertification. In: Tellman, B. (ed). Weeds across Borders. The Sonora-Arizona Desert Museum. Tucson, AZ. 99-112 p.
- Chong, C., B. Bible B. and Hak-Yoon Ju. (2002). Germination and emergence. Handbook of plant and crop physiology. 2a. ed. New York: Marcel Dekker Inc.
- Clements, R.J. and D.J. Cameron. (1980). Collecting and testing tropical forage plants. Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization. Melbourne, Australia. 154 p.
- Copeland, L.O. and M.B. Mc Donald. (1985). Principles of Seed Science and Technology. 2ª Ed. Burgess Publishing Company. Minneapolis, Minnesota. USA.
- Cordero, M. J. y M. Oliveros. (1983). Evaluación de temperatura y tiempo para conducir pruebas de germinación en semillas de *Andropogon gayanus*. Agronomía Tropical 33 (6):357-366.
- De la Barrera, E. and E. Castellanos A. (2007). High temperature effects on gas exchange for the invasive buffel grass (*Pennisetum ciliare* L.) W. Biol. M. 7:128-131.
- de León, G.R. (1977). Zacate Buffel: Algunas consideraciones técnicas para la producción de semilla. PRONASE, SARH, México. 35 p.
- Ducar, M. P. (1970). Producción de Semillas Pratenses. Zaragoza, España. Acribia. p. 142.
- Edmond, J. B., T. L. Senn y F. S. Andrews. (1985). Principios de horticultura. Tercera edición. CIA., S.A. México, D.F. Continental. 575 p.
- Eguiarte J., A. (1991). El zacate Buffel (*Cenchrus ciliaris* L.) y su potencial forrajero en la Costa del Pacífico. CIPEJ- SARH- INIFAP- GOB. EDO. UGRJ. Boletín CIPEJ No. 24.
- Enríquez, Q., F. J., Meléndez, N. F. y Bolaños, A. E. D. (1999). Tecnología para la producción de forrajes tropicales en México. INIFAP. Campo Experimental Papaloapan. CIRGOC. Libro técnico Núm. 7. Veracruz, México. 262 p.
- FAO. (1985). Procesamiento de semillas de cereales y leguminosas de grano. Directrices técnicas. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura. Roma. 173 p.
- FAO. (2009). Review of evidence on dry lands pastoral systems and climate change implications and opportunities for mitigation and adaptation. Rome, Italy. 50 p.
- Faria J., A. García L. y B. González. (1996). Efecto de métodos químicos de escarificación sobre la germinación de seis gramíneas forrajeras tropicales. Facultad de Agronomía LUZ 1 (13): 387- 393.

- Flanagan, L.B., L.A. Wever and P.J. Carlson. (2002). Seasonal and interannual variation in carbon dioxide exchange and carbon balance in a northern temperate grassland. *Global Change Biology* 8:599-615.
- Flemons, K. F. and R. D. Whalley. (1958). Buffelgrass *Cenchrus ciliaris*. *Agricultural Gazette*. New South Wales 69 (1):449-460.
- Flores M., J. A. (1986). Manual de la alimentación animal. Tomo Núm. 2. Editorial Limusa. pp. 247-251.
- García D., G. J., R.G. Ramírez L., R. Forouhbakhch, R. Morales R. y G. García D. (2003). Valor nutricional y digestión ruminal de cinco líneas apomíticas y un híbrido de zacate buffel (*Cenchrus ciliaris* L.) *Tec. Pec.* 41 (1): 209-218.
- Garza T., R., G.G. Martínez, M. S. Treviño, J.L. Monroy, V.C. Pérez y G.O. Chapa. (1973). Evaluación de 14 zacates en la región de Hueytamalco, Puebla. *Téc. Pec. Méx.* 24:7-15.
- Giarudo, M. (2003). Buffelgrass, el pasto. *Marca líquida agropecuaria*, Córdoba, 13(121):17-21.
- Gómez J., Y. R. (2003). Latencia de la semilla en dos nuevas variedades de zacate Buffel (*Pennisetum ciliare* L.). Tesis de Licenciatura. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coah. México. 91 p.
- Gómez M., S y J. R. González D. (2004). Latencia de la semilla en nuevas variedades de zacate buffel *Cenchrus ciliaris* L. Programa de Pastos. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN). México. pp. 309-312.
- González, Y., F. Mendoza y R. Torres. (1994). Efecto del almacenamiento y la escarificación química y mecánica sobre las semillas de *Brachiaria decumbens* cv. Basilik. *Pastos y Forrajes* 17(1):35-43.
- Gutiérrez V., A.A. (2011). Establecimiento de 90 cruza triples de zacate buffel (*Pennisetum ciliare* L.) y digestibilidad in vitro de nueve variedades utilizadas como progenitores masculinos en las cruza triples. Tesis de Licenciatura. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coah. México. 79 p.
- Gutiérrez, C., J. Herrera y R. Alizaga. (2006). Optimización de las condiciones de germinación de cuatro especies de pastos tropicales II *Brachiaria humidicola* y *Panicum maximum*. *Tecnología en Marcha*. 19 (3): 27.
- Hacker J.B. and D. Ratcliff (1989). Seed dormancy and factors controlling dormancy breakdown in Buffel Grass accessions from contrasting provenances. *Journal of Applied Ecology*. 26: 201-212.
- Hanselka, C.W. (1988). Buffelgrass South Texas wonder grass. *Rangelands* 10 (1): 279-281. USA.

- Hanselka, C.W. y D. Johnson. (1991). Establecimiento y manejo de praderas de zacate buffel común en el Sur de Texas y en México. En: A. Aguirre, E. Candanosa, y E. Gómez de la F. (eds). Simposium Internacional. Aprovechamiento Integral del Zacate Buffel. Séptimo Congreso Nacional (SOMMAP). 20-23 de agosto. Cd. Victoria, Tamaulipas. pp. 54-59.
- Hanson, A. A. (1972). Grass Varieties in the United States. Agric.Handb.170. Revised ed. Washington, DC: U.S. Department of Agriculture, Agricultural Research Service. 124 p.
- Hartmann, H. T., D. E. Kester and F.T. Davies. (1999). Propagación de plantas. Principios y prácticas. Marino, A. A. (trad.). Compañía Editorial Continental. México. 3ª Impresión. pp. 136-150.
- Hatch, S.L. y M. A. Hussey. (1991). Origen, taxonomía y oportunidades de mejora genética de zacate buffel y especies afines. En: A. Aguirre, E. Candanosa y E. Gómez de la F. (eds.). Simposium Internacional. Aprovechamiento Integral del Zacate Buffel. Séptimo Congreso Nacional. SOMMAP. 20-23 agosto. Cd. Victoria, Tamaulipas, México. pp. 3-13.
- Herrera C., F. (1995). Efecto de diferentes métodos para romper latencia de semillas en cuatro especies de gramíneas forrajeras. Tesis de Maestría. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. 112 p.
- Hignight, K. W., E.C. Bashaw and M.A. Hussey. (1991). Cytological and morphological diversity of native apomictic buffelgrass *Pennisetum ciliare* L. *Bot. Gaz* 152 (2): 214-218.
- Holt, E. C. (1985). Buffelgrass a brief history. In: Runge E.C.A. and J.L. Schuster (eds.). Buffelgrass: Adaptation, Management and Forage Quality Symposium. The Texas Agricultural Experiment Station in cooperation with the Texas Agricultural Extension Service. U.S. Department of Agriculture Soil Conservation Service College Station, Tx. MP 1575. pp.1-5.
- Hussey, M.A. y E.C. Bashaw. (1990). Avances en el mejoramiento genético del zacate Buffel. Memorias de la IV Conferencia Internacional de Ganadería Tropical. Universidad Autónoma de Tamaulipas, Cd. Victoria, Mexico. pp. 12-15.
- Ibarra F., F., J. R. Cox, y M. Martin R. (1991). Efecto del suelo y clima en el establecimiento y persistencia del zacate Buffel en México y sur de Texas. En: A. Aguirre, E. Candanosa, y E. Gómez de la F. (eds). Simposium Internacional. Aprovechamiento Integral del Zacate Buffel. Séptimo Congreso Nacional sobre Manejo de Pastizales (SOMMAP). Cd. Victoria, Tamps, México. pp. 14-28.
- Ibarra F., F., M. H. Martin R. y L. Carrillo M. (1989). ¿Por qué es importante la semilla? Fomento Ganadero, Secretaría de Fomento Ganadero del Gobierno del Estado de Sonora. 24:4-7.

- Ibarra F., F., M. Martin R., y J. R. Cox. (1994). Influencia del clima y suelo sobre el establecimiento y persistencia del zacate Buffel. Simposium Internacional sobre Zacate Buffel. Hermosillo, Sonora, México.
- Ibarra F., F., J. R. Cox, M. H. Martin, T. A. Crowl, and C. A. Call. (1995). Predicting Buffelgrass survival across a geographical and environmental gradient. *J. Range Manage.* 48 (1): 53-59.
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI). (2008). Anuario Estadístico. Gobierno del Estado de Coahuila de Zaragoza. pp.: 330, 345-346.
- International Seed Testing Association (ISTA) (1985). International Rules For Seed Testing. *Seed Sci. and Tech.* 4:1-177.
- Ivory, D. A. and P. C. Whiteman. (1978). Effect of temperature on growth of fine subtropical grasses. Effect of day and night temperatures on growth and morphological development. *Journal of Plant Physiology* 52: 131-148. USA.
- Jiménez, G. C., L.H. Maciel P., A. de Alba A. y F. González C. (2005). Siembra de Zacate Buffel. Campo Experimental Pabellón. Centro de Investigación Regional Norte Centro. Instituto Nacional de Investigación Forestales Agrícolas y Pecuarias. Folletos para productores. Núm. 37. 3 p.
- Judd, I. B. (1979). Buffelgrass (*Cenchrus ciliaris* L.). *Handbook of Tropical Forage Grass.* pp. 65-68.
- Lahiri, A. N., S. Kathju and K. A. Shankarnarayan. (1982). Comparative performance of *Cenchrus ciliaris* L. pastures raised from large and small seeds. *Seed Sci. & Technol.* 10 (1): 207-215.
- Loch, D. S. (1993). Improved handling of chaffy grass seeds; option, opportunities and value. *Tropical Grasslands.* 27: 314-326.
- Ma, H. Y., W. Liang Z., M. Liu M., M. Wang and H. Wang S. (2010). Mechanism of the glumes in inhibiting seed germination of *Leymuschinensis* (Trin.) Tvel (Poaceae). *Seed Sci. Technol.* 38(3):655-664.
- Maguire, J. D. (1962). Speed of germination-aid in selection and evaluation for seedling emergences and vigor. *Crop Sci.* 2:176-177.
- Maldonado J., D. (2005). Métodos de análisis de pureza física para determinar semilla pura viable en cinco gramíneas forrajeras. Tesis de Maestría. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Saltillo Coahuila. México. 76 p.
- Marshall, V.M., M. Lewis M. and B. Ostendorf. (2012). Buffel grass (*Cenchrus ciliaris*) as an invader and threat to biodiversity in arid environments. *Journal of Arid Environments* 78 (1): 1-12.

- Martin R., M. H. (1994). The effects of climate and spittlebug (*Aeneolamia albofasciata*) on buffelgrass (*Cenchrus ciliaris*) productivity in the Sonora Desert. Ph. D. Dissertation. Utah State University, Logan, Utah.
- Martínez S., J., Y. Villegas A., J.R., Enríquez-del Valle, J. C., Carrillo R. y M. A. Vásquez D. (2013). Estrategias de escarificación para eliminar la latencia en semillas de *Cenchrus ciliaris* L. y *Brachiaria brizantha* cv. Marandu. Revista mexicana de ciencias agrícolas, 4 (spe6), pp.1263-1272.
- Méndez R., A. y S. J. Palomo. (1997). Guía para establecer zacate buffel en el norte de Tamaulipas. Campo Experimental Río Bravo, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). Río Bravo, Tamaulipas, México. pp.13-16.
- Mérola, R. y S. Díaz. (2012). Métodos, técnicas y tratamientos para inhibir dormancia en semillas de plantas forrajeras. Curso de Postgrado: Producción de semillas de plantas forrajeras. Universidad de la Empresa Facultad de Ciencias Agrarias. Montevideo Uruguay.
- Moreno M., E. (1996). Análisis físico y biológico de semillas agrícolas. 3era edición. Universidad Nacional Autónoma de México. México D.F. 393 p.
- Murdoch, A.J. and H. Ellis R. (2000). Dormancy, Viability and Longevity. In, Fenner, M. (ed.), Seeds: The Ecology of Regeneration and Plant Communities. 2nd edition, CAB International, Wallingford, Oxon UK, pp 183-214.
- Mutz, J. L. and E. L. Drawe. (1983). Clipping frequency and fertilization influence herbage yields and crude protein content of four grasses in south Texas. J. Range Manag. 36 (1): 582-585.
- Namur P.T., J. Tessi, E. Avila R., A. Rettore H., y A. Ferrando C. (2014). Buffel Grass: Generalidades, implantación y manejo para recuperación de áreas degradadas. Estación Experimental Agropecuaria La Rioja. INTA, 18pp.
- Netherlands, K. A. A. (1977). The physiology and biochemistry of seed dormancy and germination. The Sevier/North Holland Biomedical Press, USA. pp.30-50.
- Obregón, P. (2007). La germinación. Agricultura y ganadería. <http://www.reviberoammicol.com>. Consultado: 23/09/2019.
- Osuna R., O. M. (1986). Validación de nueve materiales de zacate buffel bajo condiciones de temporal en Zaragoza, Coahuila. Avances de Investigación Agrícola en zonas de riego y temporal. Centro de Investigaciones Agrícolas de Noroeste (CIAN). INIFAP. pp. 141-142.
- Palma R., M.P., A. López H. y J.C. Molina M. (2000). Condiciones de almacenamiento y germinación de semillas *Cenchrus ciliaris* L. y *Andropogon gayanus* Kunth. Agrociencia 34(2):41-48.

- Pérez A. M., C. Matías y González. (1986). Proyecto de la producción de semillas de Pastos Tropicales. II Parte. Estación Experimental de Pastos y Forrajes “Indio Hatuey” Matanzas, Cuba.
- Perry, D. A. (1973). Seed vigour and establishment. England. Hort. Abst. 42 (1): 334-342.
- Pogue Agri Partners Inc. (s.f.). Pecos Buffelgrass. Blight and drought tolerant. Tríptico.
- Popinigis, F. (1974). Qualidades de sementes. Lavoura arrozeira, Porto Alegre. Instituto Rio. Grandese do arroz, 282: 14-8.
- Ramírez, A., E. Salazar y J.I. Roa. (1988). Técnicas de multiplicación por semilla de especies forrajeras. Programa de pastos tropicales. Centro Internacional de Agricultura Tropical (Ciat). Cali, Colombia. p. 40.
- Read, J. C. and E. C. Bashaw. (1969). Cytotaxonomic relationships and the role of apomixis in speciation in buffelgrass and birdwoodgrass. Crop Sci. 9 (1): 805-806.
- Rethman N., F. G. (1994). Manejo utilizado del zacate Buffel. Experiencias con productores de África del Sur. Simposium Internacional sobre Zacate Buffel. Hermosillo, Sonora, México.
- Robles S., R., O. Eichelmann B. y O. Alvarado A. (1990). Cultivo de zacate buffel (*Cenchrus ciliaris* L.). En: R. Robles S. (ed.) Producción de granos y forrajes. Editorial Limusa. Quinta edición. México. pp. 443-455.
- Ruiz R. S., A. Valdés O., F. Facio P., L. Arce G. (2012). Efecto de diferentes niveles de salinidad en la germinación y vigor de semillas de cinco gramíneas forrajeras. Revista Agraria 9 (1): 7-13.
- Serrato C., V. (1994-1995). Manual de procedimientos de control de campo, en la producción de semilla de maíz. Vol 1. Consultoría en tecnología de semillas.
- Simpson, G. M. (1990). Seed dormancy in grasses. Cambridge University Press, Cambridge, UK. 296 p.
- Singh, G. and T. Rathod. (2002). Plant growth biomass production, and soil water dynamics in a shifting dune of Indian desert. For. Ecol. Manage. 171 (1): 309-320.
- Steel R., G.D y H. Torrie J. (1980) Principios y procedimientos de estadística. Un enfoque biométrico, 2ª edición, McGraw-Hill. Nueva York.
- Suárez, N. y B. Zdravko. (1994). Viabilidad y germinación en *Trachypogon plumosus* (Poaceae). Ecotropicos 17(1):37-40.
- Taliaferro, C. M. and E. C. Bashaw. (1966). Inheritance and control of obligate apomixis in breeding buffelgrass *Pennisetum ciliare* L. Crop Sci. 6 (1): 473-476.
- Thomson, J. R. (1979). Introducción a la Tecnología de semillas. Editorial Acribia Zaragoza, España. pp. 30.

- USDA. 2018. Classification for kingdom plantae down to species (*Pennisetum ciliare* L.). United States Department of Agriculture. Natural Resources Conservation. USA.<http://plants.usda.gov>. Consultado: 22/10/2018.
- Valdés, R. J. (2015). Gramíneas de Coahuila. Consejo Nacional para la Biodiversidad. México, D.F., México. 557 p.
- Velázquez L., M.A. (2016). Eliminación de latencia en zacate Buffel (*Cenchrus ciliaris* L.) utilizando promotores de germinación físicos y químicos. Tesis de Maestría. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. 57 p.
- Washburn, J.D., K. Whitmire D., S. Murray C., B. Burson L., T. Wickersham A., J. Heitholt J. and R. Jessup W. (2013). Estimation of rhizome composition and overwintering ability in perennial *Sorghum spp.* Using near infrared Spectroscopy (NIRS). *Bio Energy Research* 6 (29): 822-829.
- White, L. D. and D. Wolf. (1985). Nutritional value of Common buffelgrass. In: Runge and J.L. Schuster (eds.). *Buffelgrass Adaptation, Management and Forage Quality Symposium*. Texas Agr. Exp. Sta. in cooperation with the Texas Agric. Ext. Service; U.S. Department of Agriculture-Soil Conservation Service. College Station, Texas. MP 1575. pp. 13-24.
- Wilson, R. G. (1961). Sowing pastures in Southwest Queensland. *Qld. Agr. J.* 87 (1): 214-224.
- Wilson, R. G. (1964). Ploughing buffel seedbeds on hard soils. *Qld. Arg. J.* 90 (1): 286-288.
- Woodward, W. T. W. (1980). Performance of buffelgrass cultivars for South Texas. Texas Agricultural Experiment Station.

APÉNDICE

Cuadro A.1. Cuadro de doble entrada del porcentaje de emergencia de nueve genotipos de zacate Buffel bajo dos condiciones de la semilla. Saltillo, Coah., 2018.

Condición de la Semilla	Genotipos										
	G-8	G-15	G-7	G-14	M-7	Común	G-5	G-3	G-10	Σ	\bar{X}
Involucros	3.73	10.53	12.35	12.26	15.93	5.70	4.97	4.46	10.48	80.41	2.98
Cariópsides	22.16	18.57	22.57	22.20	26.87	21.28	22.50	19.36	23.03	198.54	7.35
Σ	25.89	29.10	34.92	34.46	42.80	26.98	27.47	23.82	33.51	278.95	
\bar{X}	4.32	4.85	5.82	5.74	7.13	4.50	4.58	3.97	5.58		5.17

Cuadro A.2. Cuadro de doble entrada del índice de velocidad de emergencia de nueve genotipos de zacate Buffel bajo dos condiciones de la semilla. Saltillo, Coah., 2018.

Condición de la Semilla	Genotipos										
	G-8	G-15	G-7	G-14	M-7	Común	G-5	G-3	G-10	Σ	\bar{X}
Involucros	3.05	3.49	3.95	4.17	4.82	3.13	3.11	3.12	3.84	32.68	1.21
Cariópsides	6.29	5.13	6.50	6.64	8.28	6.13	6.24	5.38	6.63	57.21	2.12
Σ	9.34	8.62	10.45	10.81	13.11	9.26	9.35	8.50	10.47	89.90	
\bar{X}	1.56	1.44	1.74	1.80	2.18	1.54	1.56	1.42	1.74		1.66

Cuadro A.3. Cuadro de doble entrada de altura de plántula en invernadero de nueve genotipos de zacate Buffel bajo dos condiciones de la semilla. Saltillo, Coah., 2018.

Condición de la Semilla	Genotipos										
	G-8	G-15	G-7	G-14	M-7	Común	G-5	G-3	G-10	Σ	\bar{X}
Involucros	5.90	8.82	9.73	11.20	9.14	5.90	5.19	7.46	10.64	73.98	2.74
Cariópsides	11.21	9.77	10.32	11.30	10.19	10.76	10.62	10.27	10.84	95.28	3.53
Σ	17.11	18.59	20.05	22.50	19.34	16.66	15.82	17.73	21.47	169.26	
\bar{X}	2.85	3.10	3.34	3.75	3.22	2.78	2.64	2.96	3.58		3.13

Cuadro A.4. Cuadro de doble entrada de bimasa seca en invernadero de nueve genotipos de zacate Buffel bajo dos condiciones de la semilla. Saltillo, Coah., 2018.

Condición de la Semilla	Genotipos										
	G-8	G-15	G-7	G-14	M-7	Común	G-5	G-3	G-10	Σ	\bar{X}
Involucros	6.55	8.49	12.46	15.17	10.66	6.54	5.22	9.03	13.08	87.19	3.23
Cariópsides	14.42	10.12	14.51	15.66	13.40	15.10	12.85	13.37	13.41	122.84	4.55
Σ	20.97	18.61	26.97	30.83	24.05	21.64	18.07	22.40	26.49	210.03	
\bar{X}	3.49	3.10	4.50	5.14	4.01	3.61	3.01	3.73	4.41		3.89

Cuadro A.5. Cuadro de doble entrada del porcentaje de germinación de nueve genotipos de zacate Buffel bajo dos condiciones de la semilla. Saltillo, Coah., 2018.

Condición de la Semilla	Genotipos										
	G-8	G-15	G-7	G-14	M-7	Común	G-5	G-3	G-10	Σ	\bar{X}
Involucros	9.77	6.61	13.20	17.03	21.86	3.00	5.73	7.38	25.51	110.09	4.08
Cariópsides	23.75	20.37	25.97	24.74	27.33	21.53	24.67	26.87	23.65	218.88	8.11
Σ	33.52	26.98	39.17	41.77	49.19	24.53	30.40	34.25	49.16	328.98	
\bar{X}	5.59	4.50	6.53	6.96	8.20	4.09	5.07	5.71	8.19		6.09

Cuadro A.6. Cuadro de doble entrada del índice de velocidad de germinación de nueve genotipos de zacate Buffel bajo dos condiciones de la semilla. Saltillo, Coah., 2018.

Condición de la Semilla	Genotipos										
	G-8	G-15	G-7	G-14	M-7	Común	G-5	G-3	G-10	Σ	\bar{X}
Involucros	3.77	3.28	4.51	5.68	6.94	3.00	3.22	3.36	7.65	41.41	1.53
Cariópsides	7.08	6.20	8.60	8.37	10.32	6.97	7.46	7.91	8.38	71.28	2.64
Σ	10.85	9.48	13.11	14.05	17.26	9.97	10.68	11.26	16.03	112.70	
\bar{X}	1.81	1.58	2.19	2.34	2.88	1.66	1.78	1.88	2.67		2.08

Cuadro A.7. Cuadro de doble entrada del porcentaje de plántulas anormales en laboratorio de nueve genotipos de zacate Buffel bajo dos condiciones de la semilla. Saltillo, Coah., 2018.

Condición de la Semilla	Genotipos										
	G-8	G-15	G-7	G-14	M-7	Común	G-5	G-3	G-10	Σ	\bar{X}
Involucros	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	27.00	1.00
Cariópsides	4.41	5.65	5.15	4.41	4.73	5.70	5.46	3.41	5.15	44.08	1.63
Σ	7.41	8.65	8.15	7.41	7.73	8.70	8.46	6.41	8.15	71.08	
\bar{X}	1.24	1.44	1.36	1.24	1.29	1.45	1.41	1.07	1.36		1.32

Cuadro A.8. Cuadro de doble entrada del porcentaje de semillas sin germinar en laboratorio de nueve genotipos de zacate Buffel bajo dos condiciones de la semilla. Saltillo, Coah., 2018.

Condición de la Semilla	Genotipos										
	G-8	G-15	G-7	G-14	M-7	Común	G-5	G-3	G-10	Σ	\bar{X}
Involucros	20.04	20.34	17.49	17.83	14.45	19.32	20.34	19.58	10.51	159.90	5.92
Cariópsides	12.42	15.19	10.02	11.90	8.66	14.26	11.74	9.70	12.81	106.69	3.95
Σ	32.46	35.53	27.51	29.72	23.11	33.58	32.08	29.28	23.32	266.59	
\bar{X}	5.41	5.92	4.58	4.95	3.85	5.60	5.35	4.88	3.89		4.94

Cuadro A.9. Cuadro de doble entrada del porcentaje de semillas muertas en laboratorio de nueve genotipos de zacate Buffel bajo dos condiciones de la semilla. Saltillo, Coah., 2018.

Condición de la Semilla	Genotipos										
	G-8	G-15	G-7	G-14	M-7	Común	G-5	G-3	G-10	Σ	\bar{X}
Involucros	4.41	5.86	8.50	3.00	3.00	9.03	5.73	7.56	5.86	52.97	1.96
Cariópsides	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	27.00	1.00
Σ	7.41	8.86	11.50	6.00	6.00	12.03	8.73	10.56	8.86	79.97	
\bar{X}	1.24	1.48	1.92	1.00	1.00	2.00	1.46	1.76	1.48		1.48

Cuadro A.10. Cuadro de doble entrada de longitud de plúmula en laboratorio de ocho genotipos de zacate Buffel bajo dos condiciones de la semilla. Saltillo, Coah., 2018.

Condición de la Semilla	Genotipos									
	G-8	G-15	G-7	G-14	M-7	G-5	G-3	G-10	Σ	\bar{X}
Involucros	5.83	4.50	6.09	6.56	6.63	4.65	5.61	6.17	49.03	1.82
Cariópsides	5.51	5.40	5.68	5.66	5.26	5.23	5.34	5.19	49.14	1.82
Σ	11.34	9.91	11.77	12.22	11.89	9.88	10.95	11.35	98.18	
\bar{X}	1.89	1.65	1.96	2.04	1.98	1.65	1.82	1.89		1.82

Cuadro A.11. Cuadro de doble entrada de longitud de radícula en laboratorio de ocho genotipos de zacate Buffel bajo dos condiciones de la semilla. Saltillo, Coah., 2018.

Condición de la Semilla	Genotipos									
	G-8	G-15	G-7	G-14	M-7	G-5	G-3	G-10	Σ	\bar{X}
Involucros	5.12	4.54	6.28	5.92	5.62	4.24	5.01	5.96	45.69	1.69
Cariópsides	5.33	4.89	6.53	5.54	4.97	4.68	4.71	5.47	47.69	1.77
Σ	10.45	9.43	12.82	11.46	10.59	8.92	9.72	11.43	93.38	
\bar{X}	1.74	1.57	2.14	1.91	1.76	1.49	1.62	1.91		1.73

Cuadro A.12. Comportamiento del porcentaje de emergencia de los genotipos dentro de dos niveles de condición de la semilla de zacate Buffel. Saltillo, Coah., 2018.

FV	GL	SC	CM	FC	F α	
					0.05	0.01
Involucros	8	49.9619	6.245	27.390 **	2.23	3.08
Cariópsides	8	14.8804	1.86	8.157 **	2.23	3.08
Error Exp.	34	7.761	0.228			

**Altamente significativas

Cuadro A.13. Comportamiento del porcentaje de emergencia de la condición de la semilla dentro de cada uno de los genotipos de zacate Buffel. Saltillo, Coah., 2018.

FV	GL	SC	CM	FC	F α	
					0.05	0.01
G-8	1	56.611	56.611	248.293 **	4.13	7.44
G-15	1	10.773	10.773	47.250 **	4.13	7.44
G-7	1	17.408	17.408	76.350 **	4.13	7.44
G-14	1	16.467	16.467	72.223 **	4.13	7.44
M-7	1	19.947	19.947	87.486 **	4.13	7.44
Común	1	40.456	40.456	117.438 **	4.13	7.44
G-5	1	51.217	51.217	224.635 **	4.13	7.44
G-3	1	37.001	37.001	162.287 **	4.13	7.44
G-10	1	26.250	26.250	115.131 **	4.13	7.44
Error Exp.	34	7.761	0.228			

**Altamente significativas

Cuadro A.14. Comportamiento del índice de velocidad de emergencia de los genotipos dentro de dos niveles de condición de la semilla de zacate Buffel. Saltillo, Coah., 2018.

FV	GL	SC	CM	FC	F α	
					0.05	0.01
Involucros	8	0.9978	0.1247	12.346 **	2.23	3.08
Cariósides	8	2.1770	0.2720	26.930 **	2.23	3.08
Error Exp.	34	0.3454	0.0101			

**Altamente significativas

Cuadro A.15. Comportamiento del índice de velocidad de emergencia de la condición de la semilla dentro de cada uno de los genotipos de zacate Buffel. Saltillo, Coah., 2018.

FV	GL	SC	CM	FC	F α	
					0.05	0.01
G-8	1	1.749	1.749	173.168 **	4.13	7.44
G-15	1	0.448	0.448	44.356 **	4.13	7.44
G-7	1	1.084	1.084	107.326 **	4.13	7.44
G-14	1	1.016	1.016	100.594 **	4.13	7.44
M-7	1	1.951	1.951	193.168 **	4.13	7.44
Común	1	1.500	1.500	148.514 **	4.13	7.44
G-5	1	1.633	1.633	161.683 **	4.13	7.44
G-3	1	0.851	0.851	84.257 **	4.13	7.44
G-10	1	1.297	1.297	128.415 **	4.13	7.44
Error Exp.	34	0.345	0.010			

**Altamente significativas

Cuadro A.16. Comportamiento de altura de plántula de los genotipos dentro de los dos niveles de condición de la semilla de zacate Buffel. Saltillo, Coah., 2018.

FV	GL	SC	CM	FC	F ∞	
					0.05	0.01
Involucros	8	12.910	1.610	3.36 **	2.23	3.08
Cariósides	8	0.662	0.082	0.171 ^{NS}	2.23	3.08
Error Exp.	34	16.313	0.479			

**Altamente significativas

^{NS} No significativa

Cuadro A.17. Comportamiento de biomasa seca en invernadero de los genotipos dentro de los dos niveles de condición de la semilla de zacate Buffel. Saltillo, Coah., 2018.

FV	GL	SC	CM	FC	Fa	
					0.05	0.01
Involucros	8	30.65	3.83	3.67 **	2.23	3.08
Cariósides	8	6.92	0.86	0.83 ^{NS}	2.23	3.08
Error Exp.	34	35.45	1.04			

**Altamente significativas

^{NS} No significativa

Cuadro A.18. Comportamiento del porcentaje de germinación de los genotipos dentro de dos niveles de condición de la semilla de zacate Buffel. Saltillo, Coah., 2018.

FV	GL	SC	CM	FC	Fa	
					0.05	0.01
Involucros	8	160.559	20.070	34.307 **	2.23	3.08
Cariósides	8	14.248	1.781	3.044 **	2.23	3.08
Error Exp.	34	19.920	0.585			

**Altamente significativas

Cuadro A.19. Comportamiento del porcentaje de germinación de la condición de la semilla dentro de cada uno de los genotipos de zacate Buffel. Saltillo, Coah., 2018.

FV	GL	SC	CM	FC	F α	
					0.05	0.01
G-8	1	32.573	32.573	55.580 **	4.13	7.44
G-15	1	60.684	60.684	103.733 **	4.13	7.44
G-7	1	27.178	27.178	46.458 **	4.13	7.44
G-14	1	9.908	9.908	16.936 **	4.13	7.44
M-7	1	4.986	4.986	8.523 **	4.13	7.44
Común	1	57.227	57.227	97.823 **	4.13	7.44
G-5	1	59.787	59.787	102.200 **	4.13	7.44
G-3	1	63.310	63.310	108.222 **	4.13	7.44
G-10	1	0.576	0.576	0.984 ^{NS}	4.13	7.44
Error Exp.	34	19.920	0.585			

**Altamente significativas

^{NS} No significativa

Cuadro A.20. Comportamiento del índice de velocidad de germinación de los genotipos dentro de dos niveles de condición de la semilla de zacate Buffel. Saltillo, Coah., 2018.

FV	GL	SC	CM	FC	F ∞	
					0.05	0.01
Involucros	8	8.129	1.016	28.300 **	2.23	3.08
Cariópsides	8	3.858	0.482	13.431 **	2.23	3.08
Error Exp.	34	1.224	0.036			

**Altamente significativas

Cuadro A.21. Comportamiento del índice de velocidad de germinación de la condición de la semilla dentro de cada uno de los genotipos de zacate Buffel. Saltillo, Coah., 2018.

FV	GL	SC	CM	FC	F α	
					0.05	0.01
G-8	1	1.826	1.826	50.863 **	4.13	7.44
G-15	1	1.420	1.420	39.554 **	4.13	7.44
G-7	1	2.788	2.788	77.660 **	4.13	7.44
G-14	1	1.206	1.206	33.593 **	4.13	7.44
M-7	1	1.904	1.904	53.036 **	4.13	7.44
Común	1	2.627	2.627	73.175 **	4.13	7.44
G-5	1	2.996	2.996	83.454 **	4.13	7.44
G-3	1	3.488	3.488	97.158 **	4.13	7.44
G-10	1	0.089	0.089	2.479 ^{NS}	4.13	7.44
Error Exp.	34	1.224	0.036			

**Altamente significativas

^{NS} No significativa

Cuadro A.22. Comportamiento del porcentaje de semillas sin germinar en laboratorio de los genotipos dentro de dos niveles de condición de la semilla de zacate Buffel. Saltillo, Coah., 2018.

FV	GL	SC	CM	FC	F α	
					0.05	0.01
Involucros	8	29.280	3.660	20.109 **	2.23	3.08
Cariósides	8	12.207	1.525	8.379 **	2.23	3.08
Error Exp.	34	6.212	0.182			

**Altamente significativas

Cuadro A.23. Comportamiento del porcentaje de semillas sin germinar en laboratorio de las condiciones de la semilla dentro de cada uno de los genotipos de zacate Buffel. Saltillo, Coah., 2018.

FV	GL	SC	CM	FC	F α	
					0.05	0.01
G-8	1	9.678	9.678	53.175 **	4.13	7.44
G-15	1	4.421	4.421	24.291 **	4.13	7.44
G-7	1	9.300	9.3002	51.100 **	4.13	7.44
G-14	1	5.959	5.959	32.741 **	4.13	7.44
M-7	1	5.587	5.587	30.697 **	4.13	7.44
Común	1	4.267	4.267	23.445 **	4.13	7.44
G-5	1	12.326	12.326	67.725 **	4.13	7.44
G-3	1	16.269	16.269	89.390 **	4.13	7.44
G-10	1	0.881	0.881	4.840 *	4.13	7.44
Error Exp.	34	6.212	0.182			

**Altamente significativas

*Significativas

Cuadro A.24. Comportamiento de longitud de plúmula en laboratorio de los genotipos dentro de dos niveles de condición de la semilla de zacate Buffel. Saltillo, Coah., 2018.

FV	GL	SC	CM	FC	F α	
					0.05	0.01
Involucros	7	1.546	0.220	5.124 **	2.34	3.30
Cariópsides	7	0.086	0.012	0.2853 ^{NS}	2.34	3.30
Error Exp.	30	1.295	0.043			

**Altamente significativas

^{NS} No significativa

Cuadro A.25. Comportamiento de longitud de plúmula en laboratorio de la condición de la semilla dentro de cada uno de los genotipos de zacate Buffel. Saltillo, Coah., 2018.

FV	GL	SC	CM	FC	F α	
					0.05	0.01
G-8	1	0.017	0.017	0.439 ^{NS}	4.13	7.44
G-15	1	0.110	0.110	2.842 ^{NS}	4.13	7.44
G-7	1	0.028	0.028	0.723 ^{NS}	4.13	7.44
G-14	1	0.143	0.143	3.695 ^{NS}	4.13	7.44
M-7	1	0.312	0.312	8.062 ^{**}	4.13	7.44
G-5	1	0.056	0.056	1.447 ^{NS}	4.13	7.44
G-3	1	0.012	0.012	0.310 ^{NS}	4.13	7.44
G-10	1	0.198	0.198	5.116 [*]	4.13	7.44
Error Exp.	34	1.319	0.039			

**Altamente significativas

* Significativas

^{NS} No significativa