

Promotores físicos y químicos en la eliminación de latencia en zacate Buffel (*Cenchrus ciliaris* L.)

Physical and Chemical promoters in removing latency in Buffel grass (*Cenchrus ciliaris* L.)

Miguel Ángel Velázquez-López^{*1}, Leila Minea Vásquez-Siller¹

¹Centro de Capacitación y Desarrollo de Tecnología de Granos y Semillas. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Calzada Antonio Narro 1923. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. C.P. 25315. Email: miguel_vel4@hotmail.com [*Autor de correspondencia].

RESUMEN

Las semillas del zacate Buffel (*Cenchrus ciliaris* L.) poseen características físicas y fisiológicas que hacen difícil su germinación debido a que presentan estructuras que impiden el contacto entre la cariopside y el agua, además de que generan sustancias químicas conocidas como compuestos fenólicos, metabolitos secundarios que limitan su germinación. Esta investigación se llevó a cabo para determinar un método que rompa la latencia de la semilla de zacate Buffel, y para evaluar su respuesta fisiológica con la aplicación de ácido giberélico (AG3) y temperaturas alternas, y con su combinación. El estudio se realizó en el laboratorio del Centro de Capacitación y Desarrollo de Tecnología de Semillas. El efecto de estos tratamientos se estimó mediante un ensayo de germinación a través de las variables: plántulas normales, plántulas anormales y semillas sin germinar; también se evaluó el vigor de las semillas a través de las variables: longitud media de plúmula, longitud media de radícula e índice de velocidad de germinación. Los mejores resultados se obtuvieron en las variables plántulas normales con 31%, al aplicar AG3 a una concentración de 750 ppm, y menor porcentaje de semillas sin germinar con 68%; se obtuvo, además, un índice de velocidad de germinación de 0.921, el cual fue el mejor. En cuanto a la variable longitud media de plúmula, se obtuvo mejor desarrollo al aplicar temperaturas alternas más AG3, a una concentración de 750 ppm, con una longitud de 7.050 cm, en contraste con el testigo sin tratamiento, que tuvo una longitud de 3.925 cm para las variables plántulas anormales y longitud media de radícula. Los resultados demuestran que no hubo diferencias significativas entre tratamientos. El ácido giberélico a una concentración de 750 ppm promovió la germinación en menor tiempo, en un periodo de 28 días y eliminó la latencia, pero al combinarlo con temperaturas alternas a 4° C durante 8 horas y a 35° C durante 16 horas, se tuvo mayor longitud de plúmula.

Palabras clave: ácido giberélico, temperaturas alternas, germinación, vigor.

ABSTRACT

The seeds of Buffel grass (*Cenchrus ciliaris* L.) have physical and physiological characteristics that make germination difficult because they have structures that prevent contact between the caryopsis and water, and these structures generate chemicals known as phenolics, secondary metabolites. They are limiting germination. He conducted the research with the purpose of determining a method to break dormancy seed Buffel and evaluate the physiological response to this, using the application of gibberellic acid (GA3), alternating temperatures and in combination. The study was conducted in the laboratory of the Center for Training and Development of Seed Technology. They investigated the effect of such treatments which were estimated by a germination test through the variables: normal seedlings, abnormal seedlings and seeds without germinating; the seed vigor through the variables average length of plumule, radicle average length, and index of germination rate was also estimated. The best results were obtained by applying AG3 at a concentration of 750 ppm in the variables with 31% normal seedlings and lower percentage of seeds germinated with 68% without also obtaining an index 0.921 germination rate being the best. As for the variable average length of plumule better development it is obtained by applying alternating temperatures AG3 at a concentration of 750 ppm with a length of 7.050 cm, in contrast to the untreated control that had a length of 3.925 cm, for the variables abnormal seedlings and average length of radicle the results show no significant differences between treatments. Gibberellic acid at a concentration of 750 ppm promoted germination in less time in a 28 days period eliminating latency, but when combined with alternating temperatures at 4° C for 8 hours and 35° C for 16 hours, longest had to of plumule.

Keywords: gibberellic acid, alternating temperatures, germination, vigor.

INTRODUCCIÓN

El zacate Buffel, originario de África, se introdujo a México en 1954. Esta planta posee resistencia a sequías prolongadas y es tolerante al pastoreo, por lo que se utiliza para generar pastizales para pastoreo de ganado bovino (Ayerza, 1981).

En la actualidad no se conoce con exactitud la superficie total sembrada con este zacate Buffel en México; sin embargo, se estima que existe una superficie de cuatro millones de hectáreas establecidas, en su mayoría de un solo genotipo: el T-4464 o Buffel común, principalmente en los estados de Sonora, Tamaulipas, Nuevo León, Coahuila, Sinaloa y Yucatán (Alcalá, 1995). Butler (1985), citado por Palma *et al.* (2000), indican que la semilla del zacate Buffel posee características físicas y fisiológicas que hacen difícil su germinación, debido a que presenta estructuras que rodean a la cariósida: glumas, lema, palea y aristas, las cuales funcionan como aislantes, lo que impide el contacto entre la cariósida y el agua. Además, estas estructuras generan sustancias químicas conocidas como compuestos fenólicos, particularmente las antocianinas, metabolitos secundarios que inhiben la germinación de la semilla cuando está recién cosechada para protegerla de ambientes de escasa precipitación (Jiménez *et al.*, 2005).

Por otra parte, los inhibidores potenciales de la germinación son solubles al agua por lo que, al mezclarse con la humedad del suelo, tienden a perder su efecto inhibitor; sin embargo, existen otras especies que son altamente brozosas y, en consecuencia, tienen gran cantidad no sólo de fenoles, sino también de impurezas que disminuyen la calidad de semilla de un lote. Estas características físicas y fisiológicas traen como consecuencia un mecanismo de la planta denominado latencia (Jiménez *et al.*, 2005).

La latencia se manifiesta en semillas recién cosechadas del zacate Buffel, que al sembrarlas dan como resultado establecimientos pobres en población de plántulas, lo que ocasiona problemas comerciales debido a la baja germinación. Cabe señalar que la latencia en las semillas del zacate Buffel se caracteriza por ser un mecanismo ampliamente difundido en la naturaleza y que, aparentemente, surgió como un acto de sobrevivencia de la especie para permitirle mantenerse en determinadas condiciones ambientales como la sequía; sin embargo, la latencia de las semillas de zacate Buffel se puede eliminar a través de factores físicos, químicos y mecánicos, la aplicación de temperaturas alternas y biorreguladores (Mérola y Días, 2012).

Este trabajo de investigación se llevó a cabo con el objetivo de determinar un método efectivo para romper la latencia de la semilla de zacate Buffel (*Cenchrus ciliaris* L.).

MATERIALES Y MÉTODOS

Este trabajo de investigación se desarrolló en el laboratorio del Centro de Capacitación y Desarrollo de Tecnología de Semillas (CCDTS) ubicado en la sede de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, en Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

Las evaluaciones se realizaron con el propósito de obtener resultados de la respuesta fisiológica del zacate Buffel respecto a su capacidad de germinación y vigor, para lo cual se aplicaron ácido giberélico y temperaturas alternas, para lo cual se implementaron los tratamientos que se indican en el Cuadro 1. La semilla que se utilizó en el experimento: (*Cenchrus ciliaris* L.), se obtuvo en forma artesanal de una sola cosecha, en el 2014.

Las semillas para cada tratamiento se cultivaron en cajas Petri con papel filtro humedecido; se utilizaron 100 semillas por tratamiento, que se distribuyeron en cuatro repeticiones de 25 semillas. Una vez establecidos los tratamientos, las cajas Petri fueron colocadas en una cámara germinadora, a una temperatura constante de $25^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$. El efecto de los tratamientos seleccionados en las semillas de zacate Buffel se estimó mediante un ensayo de germinación o germinación estándar, a través de las siguientes variables: plántulas normales, plántulas anormales y semillas sin germinar. También se estimó el vigor de las semillas a través de las variables: longitud media de plúmula, longitud media de radícula e índice de velocidad de germinación.

Capacidad de Germinación

La germinación de las semillas se evaluó en el laboratorio mediante un ensayo de germinación por un periodo de 28 días, de acuerdo a las reglas de la International Seed Testing Association (ISTA), para determinar plántulas normales, plántulas anormales y semillas sin germinar.

Para determinar las plántulas normales, se realizó el conteo de las plántulas de cada tratamiento y se consideraron aquellas que contenían sus estructuras esenciales como sistema radicular y plúmula intacta bien desarrollada; los datos que se obtuvieron se transformaron a porcentajes.

Cuadro 1. Selección de tratamientos para romper la latencia en zacate Buffel utilizando promotores físicos y químicos.

Tratamiento	Descripción
T1	Testigo sin aplicación, únicamente imbibición en agua destilada durante 10 minutos.
T2	Semillas sometidas a temperaturas alternas: a 4°C durante 8 horas y enseguida sometidas a 35°C durante 16 horas, y posteriormente embebidas en agua destilada durante 10 minutos.
T3	Semillas sometidas a temperaturas alternas: a 4°C durante 8 horas y enseguida sometidas a 35°C durante 16 horas, y posteriormente embebidas con ácido giberélico, a una concentración de 500 ppm durante 10 minutos.
T4	Semillas sometidas a temperaturas alternas: a 4°C durante 8 horas y enseguida sometidas a 35°C durante 16 horas, y posteriormente embebidas con ácido giberélico, a una concentración de 750 ppm durante 10 minutos.
T5	Semillas embebidas con ácido giberélico a una concentración de 500 ppm durante 10 minutos
T6	Semillas embebidas con ácido giberélico a una concentración de 750 ppm durante 10 minutos

Para determinar las plántulas anormales, se realizaron conteos de las plántulas de cada tratamiento y se consideraron aquellas que tenían alguna deficiencia en el desarrollo de sus estructuras esenciales que les impidió su desarrollo normal; los datos que se obtuvieron se transformaron a porcentajes.

Respecto a las semillas sin germinar, se realizaron conteos de cada tratamiento y se consideraron aquellas semillas que no tuvieron desarrollo de ninguna de las estructuras esenciales; los datos que se obtuvieron se transformaron a porcentajes.

Vigor

El vigor se determinó mediante las variables: longitud media de plúmula, longitud media de radícula e índice de velocidad de germinación.

En relación a la variable de longitud media de plúmula, a los veintiocho días después de la siembra se tomaron plántulas normales: cinco plántulas al azar de las cuatro repeticiones de cada tratamiento, las cuales se midieron con una regla.

Para evaluar la variable longitud media de radícula, a los veintiocho días después de la siembra se tomaron cinco plántulas normales al azar de las cuatro repeticiones de cada tratamiento, de las cuales se midió la longitud de la raíz con una regla.

El índice de velocidad de germinación se determinó con conteos de semillas germinadas al cuarto, séptimo, décimo y decimocuarto día. Una semilla

se consideró como germinada cuando presentó una longitud de plúmula o radícula de 3 mm, para lo cual se utilizó la siguiente ecuación:

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

IVE = Índice de velocidad de germinación

D_i = Número de semillas germinadas en el día i

D_j = Número de semillas germinadas en el conteo anterior al día i

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

Análisis Estadístico

Para analizar la información obtenida de las variables estudiadas, se utilizó un diseño completamente al azar a través de un análisis de varianza (ANOVA); la comparación medias se realizó mediante la prueba de diferencias de media de Tukey (5%) del programa estadístico Statistical Analysis System (SAS), versión 9.0. A continuación se presenta el modelo estadístico que se utilizó para realizar el análisis de varianza (ANOVA):

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

Y_{ij} = valor observado

μ = efecto de la media general

T_i = efecto del i -ésimo tratamiento

ϵ_{ij} = error experimental

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

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

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos en el análisis de varianza y comparación de medias de los parámetros evaluados en el ensayo de germinación (Cuadro 2), demostraron que las variables plántulas normales y semillas sin germinar arrojaron diferencias altamente significativas entre los tratamientos $P= 0.0095$ y $P= 0.0038$, respectivamente, donde el mejor tratamiento corresponde a la aplicación de ácido giberélico a una concentración de 750 ppm con un porcentaje de plántulas

normales de 31% y con menor porcentaje de plántulas normales, resultó el testigo con un porcentaje de 13% (Figura 1). Para la variable plántulas anormales, los resultados demuestran que no hubo diferencias significativas entre tratamientos. Considerando los resultados previamente descritos, éstos son concordantes con la variable semillas sin germinar, ya que el menor porcentaje de semillas sin germinar de 68%, se obtuvo con la aplicación de ácido giberélico a una concentración de 750 ppm, mientras que el porcentaje mayor de semillas sin germinar de 86% corresponde al testigo.

Cuadro 2. Comparación de Medias de las variables evaluadas en los tratamientos de laboratorio para capacidad de germinación.

Tratamientos	% Plántulas normales		% Semillas sin germinar	
AG3 750 ppm	31	A	68	C
TA + AG3 500 ppm	30	AB	69	BC
TA+AG3 750 ppm	29	AB	69	BC
TA	25	AB	75	ABC
AG3 500 ppm	16	AB	84	AB
T S/A	13	B	86	A

Tukey 5%. Medias con la misma letra no son significativamente diferentes. T S/A= testigo sin aplicación, TA= temperaturas alternas, TA+AG3 500 ppm= temperaturas alternas más ácido giberélico 500 ppm, TA+AG3 750 ppm= temperaturas alternas más ácido giberélico 750 ppm, AG3 500 ppm= ácido giberélico 500 ppm, AG3 750 ppm= ácido giberélico 750 ppm.

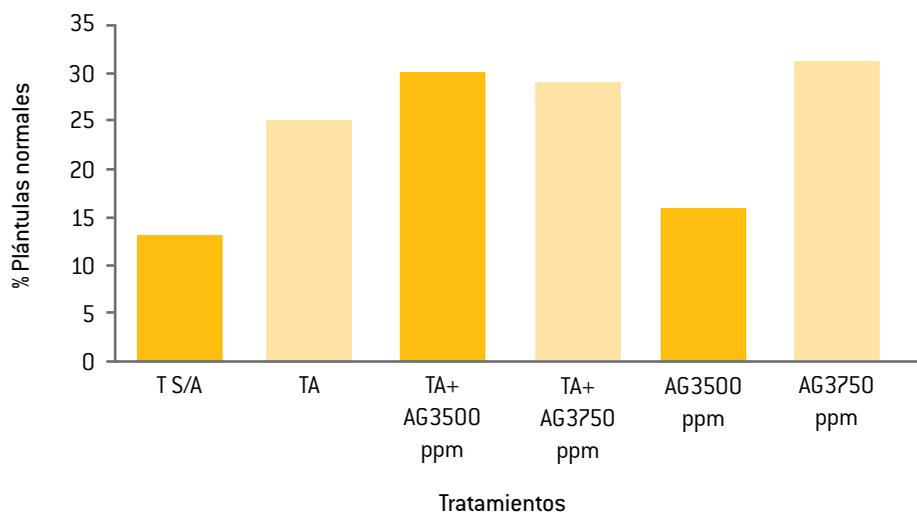


Figura 1. Medias generales de la variable plántulas normales en zacate Buffel con aplicación de ácido giberélico y temperaturas alternas en laboratorio.

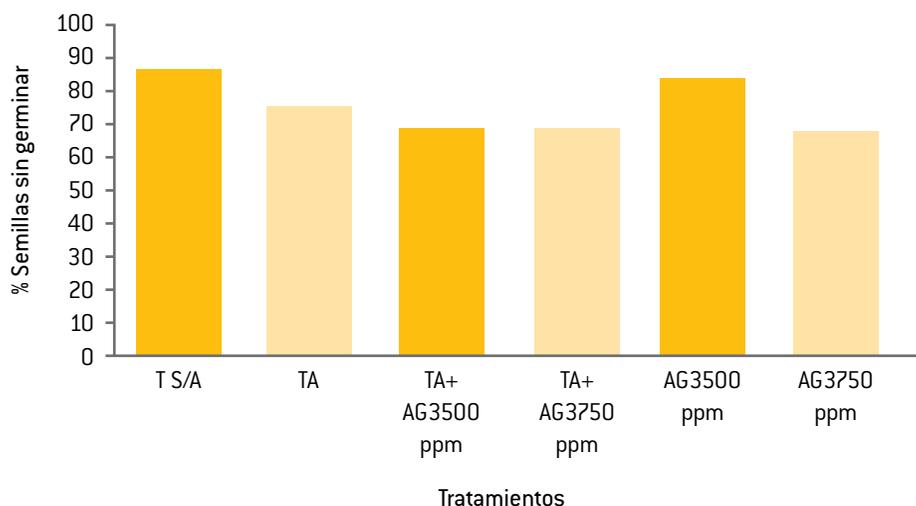


Figura 2. Medias generales de la variable semillas sin germinar en zacate Buffel con aplicación de ácido giberélico y temperaturas alternas en laboratorio.

Estos resultados demuestran que el ácido giberélico a 750 ppm rompe la latencia de las semillas y aumenta el porcentaje de plántulas normales, capaces de desarrollarse en condiciones ambientales adecuadas, y disminuye el porcentaje de semillas sin germinar, lo cual se debe a que las giberelinas son los promotores de la iniciación enzimática en el proceso de germinación, mientras que en el tratamiento testigo al que sólo se le aplicó agua, tuvo mayor porcentaje de semillas sin germinar. Los resultados obtenidos concuerdan con las observaciones obtenidas por Le Page (1990), los cuales indicaron que las giberelinas son esenciales para los tratamientos de germinación y eliminación de latencia, ya que pueden inducir la síntesis o un cambio en su comportamiento, o en la insensibilidad de los tejidos permitiendo así la germinación de las semillas. Por su parte, Osborne (1995), citado por Merola y Díaz (2012), mencionan que las giberelinas provocan cambios a nivel genético que estimulan, a su vez, la síntesis enzimática en las células.

En cuanto a las variables evaluadas de la prueba de vigor en el análisis de varianza y comparación de medias (Cuadro 3), longitud media de plúmula e índice de velocidad de germinación, indicaron diferencias significativas entre los tratamientos $P=0.0484$ y $P=0.0584$, respectivamente: el tratamiento con aplicación de temperaturas alternas en combinación con ácido giberélico, a una concentración de 750 ppm, fue el mejor con un desarrollo de plúmula de 7.050 cm, mientras que el de menor desarrollo de plúmula

fue el testigo con una longitud de 3.925 cm (Figura 3). Para la variable longitud media de radícula, los resultados indicaron que no hubo diferencia significativa ($P=0.0917$) entre los tratamientos. Respecto a la variable índice de velocidad de germinación, se observan mejores resultados con aplicación únicamente de ácido giberélico a una concentración de 750 ppm, con un índice de velocidad de 0.921, y el testigo con un índice de velocidad de germinación de 0.117 (Figura 4).

Con estos resultados se reafirmó que el ácido giberélico a 750 ppm induce la germinación de las semillas de zacate Buffel en un periodo menor de tiempo, pero además, al combinarlo con un tratamiento físico como temperaturas alternas, mejora el desarrollo de estructuras esenciales como la longitud de plúmula, que acelera el metabolismo fotosintético al potenciar el vigor de las semillas, aspecto que indica Hernández (2010), citado por Merola y Díaz (2012), quienes a su vez señalan que las semillas pueden tener dos o más mecanismos de latencia, por lo cual se deben utilizar tratamientos combinados, como distintas combinaciones de temperaturas, solución de nitrato de potasio, ácido giberélico, entre otros. Por otra parte, Vázquez-Yanes y Orozco-Segovia (1987), citados por Otegui *et al.* (2005), mencionan que la alternancia de temperatura mejora el balance y la interacción de las hormonas con las enzimas, pues al parecer las semillas que responden a la alternancia de temperaturas presentan mecanismos enzimáticos que funcionan en diferentes temperaturas. Merola y

Cuadro 3. Comparación de Medias de las variables evaluadas en los tratamientos de laboratorio para vigor.

Tratamientos	Longitud media de plúmula cm		Índice de velocidad de germinación	
TA+AG3 750 ppm	7.050	A	0.539	AB
TA+AG3 500 ppm	5.750	AB	0.437	AB
TA	5.050	AB	0.633	AB
AG3 750 ppm	5.050	AB	0.921	A
AG3 500 ppm	5.025	AB	0.421	AB
T S/A	3.925	B	0.117	B

Tukey 5%. Medias con la misma letra no son significativamente diferentes. T S/A= testigo, TA= temperaturas alternas, TA+AG3 500 ppm= temperaturas alternas más ácido giberélico 500 ppm, TA+AG3 750 ppm= temperaturas alternas más ácido giberélico 750 ppm, AG3 500 ppm= ácido giberélico 500 ppm, AG3 750 ppm= ácido giberélico 750 ppm.

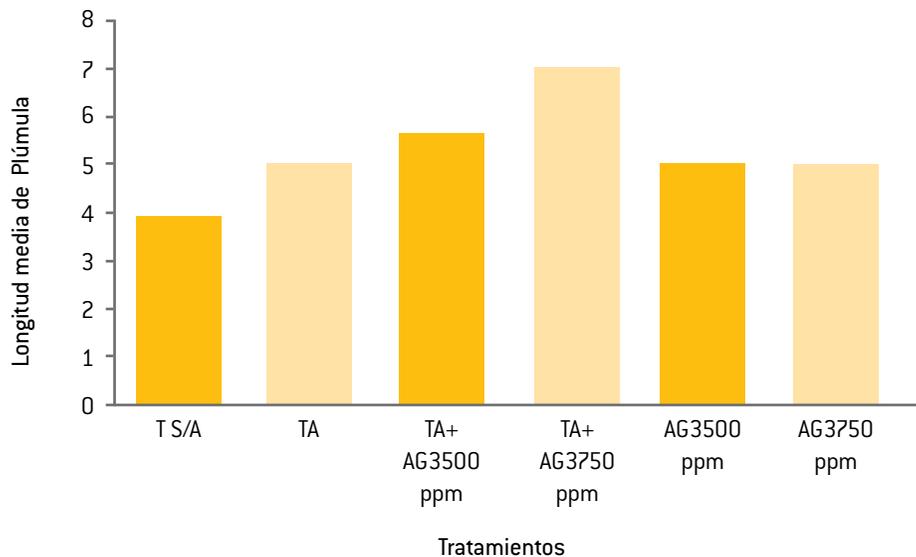


Figura 3. Medias generales de la variable longitud media de plúmula en zacate Buffel con aplicación de ácido giberélico y temperaturas alternas en laboratorio.

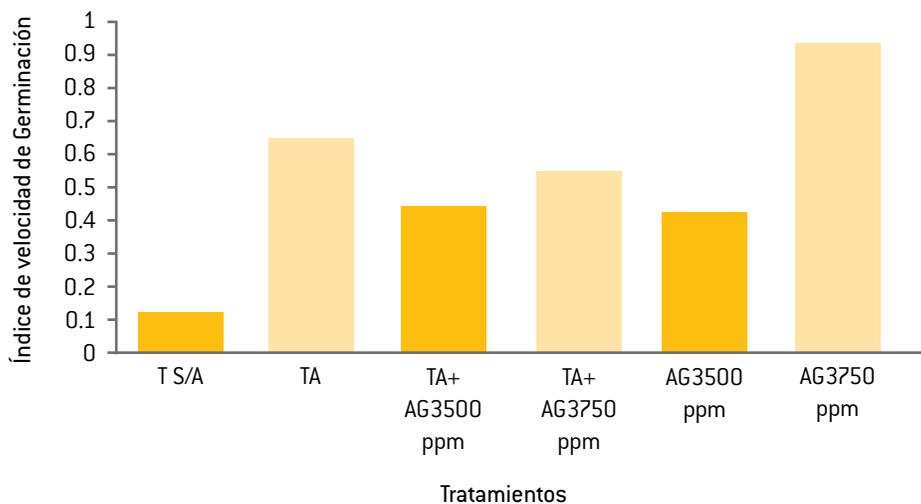


Figura 4. Medias generales de la variable índice de velocidad de germinación en zacate Buffel con aplicación de ácido giberélico y temperaturas alternas en laboratorio.

Díaz (2012) indican también que las semillas sembradas inmediatamente después de la recolección deben tratarse con temperaturas alternas (3-30° C) durante 24 horas, con lo que se logra incrementar la germinación de las semillas en 9%.

CONCLUSIONES

El tratamiento que más destacó en el rompimiento de la latencia fue ácido giberélico a una concentración de 750 ppm, y el que indujo mayor vigor en las semillas de zacate Buffel fue en el que se aplicaron temperaturas alternas más ácido giberélico, lo que aumentó el desarrollo de la plúmula.

El ácido giberélico a una concentración de 750 ppm promueve la germinación en un menor periodo de tiempo, lo que acorta o elimina la latencia de las semillas, pero al combinarlo con temperaturas alternas se logra, además, efecto positivo en las variables de vigor.

LITERATURA CITADA

- ALCALÁ, G. C. 1995. Origen geográfico y características biológicas. en: Guía práctica para el establecimiento, manejo y utilización del zacate Buffel. Patronato del Centro de Investigaciones Pecuarias del Estado de Sonora, A. C. (Patrocipes). Sonora, México. <http://www.patrocipes.org.mx/publicaciones/pastizales/P95009.php>.
- AYERZA, R. 1981. El buffelgrass: Utilidad y manejo de una promisoriosa gramínea. Editorial Hemisferio Sur S.A. Buenos Aires, Argentina. 139 p.
- JIMÉNEZ, G.C., Maciel, P.L. H., De Alba, A.A. y Gonzalez, C.F. 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, p. 3.
- LE PAGE, D. M. T. 1990. Role des gibberellines et de l'acide abscissique dans la germination et la dormance des semences: pour une approche dynamique. *Seed science and technology*, 18(2), 345-356.
- MÉROLA, R. y Días, S. 2012. Métodos, técnicas y tratamientos para inhibir dormancia en semillas de plantas forrajeras. Trabajo final curso de post-grado: Producción de semillas de plantas forrajeras. Universidad de la Empresa Facultad de Ciencias Agrarias. Montevideo Uruguay. <http://www.pasturasdeamerica.com/articulos-interes/notas-tecnicas/inhibir-dormancia-semillas-plantas-forrajeras/inhibir-dormancia-semillas-plantas-forrajeras.pdf>.
- OTEGUI, M.B., Pérez, M. A. y de Souza, M. M. 2005. Efecto de la temperatura y la luz en la germinación de semillas de *Paspalum guenoarum*. *Revista Brasileira de Sementes*, 27(1), 190-194.
- PALMA, R. M. P., Molina, M. J. C., López, H. A. 2000. Condiciones de almacenamiento y germinación de semillas de *Cenchrus ciliaris* L. Y *Andropogon gayanus* Kunth. *Agrociencia*. Colegio de Postgraduados. Texcoco, México. pp. 41-48.

