

NOTA TÉCNICA

AUTOPOLINIZACIÓN EN LA PRODUCCIÓN DE SEMILLA DE PASTO BUFFEL (*Cenchrus ciliaris* L.)¹

Elizabeth Conde-Lozano², Abelardo José Saldívar-Fitzmaurice², Florencio Briones-Encinia²,
Juan Carlos Martínez-González^{2*}

RESUMEN

Autopolinización en la producción de semilla de pasto Buffel (*Cenchrus ciliaris* L.). El objetivo de este estudio fue determinar el efecto de la polinización libre y la autopolinización en el pasto Buffel. El estudio se realizó en el invernadero y en el campo de la Unidad Académica Multidisciplinaria Agronomía y Ciencias (UAMAC) en el Municipio de Victoria, Tamaulipas. Se utilizaron cuatro variedades de pasto Buffel (Común, Nueces, T-1754 y Formidable) las cuales fueron sometidas a dos tipos de polinización (libre y auto). Se utilizó un diseño en bloques completos al azar. Se midieron los días a floración de los órganos masculinos y femeninos. Se clasificó el polen (fértil, intermedio e infértil) y los efectos de la autopolinización y polinización libre sobre las características de las semillas. No se observaron efectos sobre los días a floración de los órganos femeninos ($P = 0,54$), pero sí en los órganos masculinos ($P < 0,03$), donde las plantas de la variedad Formidable tardaron 2,3 días en madurar. El número de granos de polen fértil, intermedio e infértil no fueron afectados por la polinización ni por la variedad. En cuanto a los componentes de la semilla, todos fueron afectados ($P < 0,01$) por el tipo de polinización, las plantas sometidas a autopolinización mostraron las mejores características. La polinización afectó las características de la semilla.

Palabras clave: *Cenchrus ciliaris*, polen, autopolinización, cariósidos.

ABSTRACT

Self-pollination in the production of seed of Buffel grass (*Cenchrus ciliaris* L.). The objective of this study was to compare different forms of pollination on the characteristics of seed of four varieties of Buffel grass. The study was carried out in the greenhouse and in the field of UAM Agronomía y Ciencias in the Municipality of Victoria, Tamaulipas. We used four varieties of Buffel grass (Comun, Nueces, T-1754 and Formidable) which were subjected to two types of pollination (free and self-pollination). The design used was a completely randomized blocks design. Day at flowering of male and female organs was measured. In addition, pollen was classified (fertile, intermediate and infertile), and the effects of self-pollination and free pollination free on the characteristics of seed were recorded. No effects were observed on days at flowering of female organs ($P = 0.54$), but the male organs were affected ($P = 0.03$), so that Formidable variety plants required 2.3 days to mature. The number of fertile, intermediate and infertile pollen grains was not affected by pollination or variety. All seed components were affected ($P < 0.01$) by the type of pollination, and the plants subjected to self-pollinating showed the best features. Pollination affected the characteristics of the seeds.

Key words: *Cenchrus ciliaris*, pollen, self-pollination, Caryopsis.

¹ Recibido: 23 de noviembre, 2009. Aceptado: 16 de mayo, 2011. El trabajo es parte de la tesis doctoral del primer autor.

² División de Estudios de Postgrado e Investigación, Unidad Académica Multidisciplinaria Agronomía y Ciencias, Universidad Autónoma de Tamaulipas. Centro Universitario Adolfo López Mateos, Ciudad Victoria, Tamaulipas, México, C.P. 87149. Tel. +52 (834) 318 1800, ext. 2119. conliz@hotmail.com; asaldivar@uat.edu.mx; fbriones@uat.edu.mx; jmartinez@uat.edu.mx (Autor para correspondencia).

INTRODUCCIÓN

La ganadería en México como en el resto del mundo cada día cuenta con menos superficie al recorrerse la frontera urbana. Por lo que es necesario buscar mejores alternativas de aprovechamiento del recurso suelo, la utilización de variedades de pastos con más potencial de producción y calidad son una alternativa para permitirle al productor mantener una empresa rentable y sostenible.

El pasto Buffel (*Cenchrus ciliaris* L.) es conocido en África como “Blue Boffalo Grass” o “Bloo Buffel Grass”, el último indica probablemente el origen de su nombre. Fue colectado en el desierto de Turkana (Kenia) e introducido a los Estados Unidos en 1946 como P.I. 153671 (Holt 1985). En la República Mexicana fue introducido en los años 50's por el Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Monterrey, se ha adaptado en el norte (Ibarra *et al.* 2005) y particularmente en Tamaulipas (Gómez *et al.* 2007), se le considera como un pasto tolerante a la sequía, capaz de prosperar y propagarse en suelos de mediana a baja calidad y con regímenes de precipitación que varían de 300 a 1500 mm anuales (Váldez *et al.* 1978); pero no resiste los suelos anegados y es poco tolerante a las heladas.

El pasto Buffel es apomítico obligado y el mecanismo sugerido es aposporia seguida por pseudogamia (Ayerza 1981). Sin embargo, Barrón (1983), señaló que no todos los autores coinciden en que la apomixis de *C. setigerus* y *C. ciliaris* L. sea obligada e indican que la apomixis que se presenta en esta última especie es facultativa (González 1987). El desarrollo en las especies apomíticas no requiere fertilización. Sin embargo, la polinización es requerida para un desarrollo normal del endospermo, proceso conocido como pseudogamia (Hussey y Bashaw 1990), éste garantiza un buen llenado de las carióspsides (Burson *et al.* 2002, Carambula 1981).

Las variables climáticas más importantes que rigen el proceso de antesis son temperatura, intensidad de luz y humedad relativa (Martin *et al.* 1995, Cox *et al.* 1988). La antesis se presenta primero en las espiguillas del extremo de la inflorescencia; en cada una la primera en liberar sus estambres y estigmas es la flor basal y la última, la apical. La apertura de la flor se produce en pocos minutos, cuando una hinchazón repentina de las lodículas provoca la separación de la

lemma y la pálea en un ángulo de hasta 60°, permitiendo la salida de estambres y estigmas que se extienden al exterior (Carambula 1981). Tan pronto como el polen cae sobre el estigma, comienza a germinar y la fecundación tiene lugar en las horas siguientes. Cada día todas las flores que se abren lo hacen casi conjuntamente, algunas florecen al principio de la mañana y otras al comienzo de la tarde (Guillet 1984).

Es importante conocer la fecha óptima de cosecha de la semilla de acuerdo a su estado fenológico para obtener la máxima producción y calidad de la semilla (Ramírez y Becerra 1982). El momento idóneo para la cosecha, es cuando los flósculos o semilla se desprenden con facilidad de la espiga. La semilla de pasto Buffel debe cosecharse después que se haya evaporado la humedad de rocío que capturan las espiguillas durante la noche, ya que se corre el riesgo de que se presenten elevaciones de temperatura en la semilla almacenada (Valdez *et al.* 1978). Asimismo, Selvaraj *et al.* (1984) encontraron que hubo diferencias significativas en el rendimiento de semillas entre clones de *C. ciliaris*.

El objetivo del presente trabajo fue determinar el efecto de la autopolinización y polinización libre en el pasto Buffel.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se realizó bajo condiciones de invernadero y campo en la Unidad Académica Multidisciplinaria Agronomía y Ciencias de la Universidad Autónoma de Tamaulipas en el Centro Universitario Adolfo López Mateos en Ciudad Victoria, Tamaulipas, México. Geográficamente localizada a 23° 45' de latitud norte y a 99° 08' de longitud oeste y a una altitud de 321 msnm. La temperatura y precipitación media anual fueron de 23,4 °C y 654,8 mm, respectivamente (SMN 2004), el clima está clasificado como (A)C(Wo), semicálido subhúmedo. El suelo es del tipo migajón arcilloso, de topografía plana, con un pH que varía de 7,5 a 7,9.

Las plantas se reprodujeron vegetativamente en macetas en el invernadero, de febrero a agosto de 2006. Luego fueron trasplantadas al sitio experimental en agosto de 2006. Las parcelas experimentales consistieron en cuatro surcos de 2 m de largo con separación de 50 cm entre ellos. Las plantas fueron ubicadas cada 50 cm, siendo la parcela útil de veinte

plantas, con tres repeticiones. Las variedades utilizadas de Buffel (*Cenchrus ciliaris* L.) fueron: Común (variedad local), Nueces, T-1754 y Formidable (variedades proporcionadas por la Universidad de Texas A & M y la última por el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) del Estado de Sonora, México).

Las parcelas fueron irrigadas para mantener la humedad a capacidad de campo, a los quince días del trasplante las parcelas fueron fertilizadas con 150 kg de nitrógeno/ha. El 27 de enero de 2007 se realizó un corte a una altura de 15 cm para homogenizar todas las parcelas y fue considerado como día de inicio del estudio.

Se determinaron las características morfológicas y fisiológicas de las inflorescencias y su relación con la producción de semilla.

Las variables de respuesta fueron: días a floración, llenado de semilla, polen fértil, intermedio e infértil, longitud y peso de la espiga, número de espiguillas, número de cariósides y/o peso de cariósides. En cada parcela de cada variedad, se seleccionaron seis plantas al azar. En cada planta se seleccionaron cinco inflorescencias y se marcaron con etiquetas blancas. Las inflorescencias se observaron diariamente y se registró el desarrollo de la floración, separando tres etapas, de acuerdo con la aparición de anteras o estigmas en la parte baja, media y alta de la inflorescencia.

Se consideró la floración completa cuando las tres secciones de la inflorescencia presentaban todos los órganos reproductivos visibles. A las plantas para autopolinización se les colocó una pequeña bolsa de tul atada al tallo, para evitar la polinización cruzada.

Se determinaron los días a floración masculina y femenina; en las mismas inflorescencias se cosechó la semilla cuando ésta alcanzó la madurez, etapa cuando la espiguilla se desprendía fácilmente del raquis.

Para estimar la variable de respuesta de fertilidad y viabilidad de polen, se seleccionaron seis plantas al azar por parcela y se marcaron con etiquetas. En cada planta se seleccionaron cinco inflorescencias que tuvieran expuestas las anteras en el tercio superior, éste fue removido con tijeras y en la espiga restante se cortó un segmento de aproximadamente un centímetro de largo; las muestras se colocaron en frascos pequeños de plástico con un fijador FAA (ácido acético glacial, alcohol al 70% y formaldehído al 40%), se mantuvieron en refrigeración hasta que se evaluaron.

Las muestras fueron evaluadas en el Laboratorio de Fisiología Vegetal, del Colegio de Postgraduados en Montecillo Estado de México, donde se realizó la observación de granos de polen (fértil, intermedios e infértiles).

Posteriormente, las muestras de cada inflorescencia se lavaron con agua corriente para retirarles el fijador y se colocaron en alcohol al 70%, de cada muestra se tomaron cinco espiguillas al azar y a cada una se le extrajeron dos anteras de flores perfectas; éstas se colocaron en un portaobjetos sobre unas gotas de carmín propiónico, se maceraron para permitir la liberación de los granos de polen, se les retiró el tejido de las anteras, se cubrió la preparación con un cubreobjetos y se observaron en un microscopio de luz compuesto, registrando en diez campos microscópicos el número de granos, caracterizados como fértiles aquellos que se observaban completos, intermedios los que se encontraban semi-completos y los infértiles aquellos que se observaban vacíos. Además, se estudió el porcentaje de semilla en polinización libre y autopolinización.

Diseño experimental

Se utilizó un diseño experimental de bloques completos al azar con un arreglo factorial conformado por cuatro variedades (Común, Nueces, T-1754 y Formidable) y dos tipos de polinización (libre y autopolinización), con tres repeticiones. Los resultados se analizaron estadísticamente con PROC ANOVA (SAS 2000) y la comparación de medias con la prueba de Tukey (Cochran y Cox 1983). El modelo utilizado para los análisis estadísticos fue el siguiente:

$$Y_{ijkl} = \mu + A_i + B_j + V_k + A*V + \epsilon_{ijkl}$$

Donde:

Y_{ijkl} = Días a floración en hembras, en machos, polen fértil, intermedio e infértil, longitud y peso de espiga, número y peso de espiguillas, número y/o peso de cariósides; μ = media general; A_i = efecto del j-ésimo manejo de autopolinización; B_i = efecto del j-ésimo bloque; V_k = efecto de la j-ésima variedad; efecto de la interacción entre $A*V$ = efecto de interacción entre tipo de polinización y variedad; y ϵ_{ijkl} = error experimental.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Días a floración en hembras

Para la variable días a floración en hembras, se obtuvo una media general 3,2 días, que fue el tiempo que requirió la espiga para que aparecieran los angiospermos en la parte baja, media y alta de la espiga. No se observaron diferencias entre variedades ($P = 0,54$) para días a floración, la variedad Nueces requirió 3,6 días para madurar y la Formidable solo 2,8 días. Vielle *et al.* (1995) destacaron que hay pocos estudios que describen la fertilización en las especies apomícticas y que son diferentes los días entre los eventos de fertilización temprana en sexual y apomíctica (gametofito hembra). Bajo condiciones normales las plantas son pródigas en producción de órganos reproductores que requiere de poca reserva de nutrientes, pueden producir grandes cantidades de semilla que rápidamente se distribuyen a grandes distancias por el viento, el agua o los animales (Rodríguez 1962).

En un experimento para investigar el efecto de diferentes distancias entre surcos y diferentes dosis de fertilización (N y P) (Kumar *et al.* 2005), encontraron que ambos factores afectaron los días a maduración de las semillas del pasto Buffel (*Cenchrus ciliaris*).

Días a floración en machos

Al igual que en caso de la maduración de los órganos femeninos, se consideró como estado maduro cuando los estambres estaban presentes en las tres porciones de la espiga (baja, media y alta). La media de días a floración de estambres fue de 2,1 días. Contrario a lo observado en la floración de hembras, las variedades afectaron los días a floración de los órganos masculinos ($P = 0,03$). La variedad Nueces fue la más tardía con 2,3 días, sin embargo, las variedades Común y Formidable presentaron ambas una media de 1,9 días.

Hignight *et al.* (1991) señalaron que la mayoría de los ecotipos del pasto Buffel son apomícticos, pero existen evidencias de que cierta proporción tienen reproducción sexual que se observa por la diversidad morfológica de las variedades. Similarmente, Pérez *et al.* (1988) citan que existen variedades de floración neutra (que no se afectan por el fotoperíodo), floración de días cortos y floración de días largos. De igual modo, Hussey *et al.* (1991) mencionaron que

la influencia del fotoperíodo sobre la expresión de sexualidad bajo condiciones ambientales controladas de fotoperíodo fue similar para dos variedades (PI 409266 y 409277). Shafer *et al.* (2000) citaron que los factores ambientales de temperatura y precipitación no afectaron la emergencia de los órganos reproductivos en 447 variedades. Sin embargo, el 15% presentaron la emergencia de los estigmas a un día, mientras que el 77% brotaron los estigmas antes de dos días y solo el 8% de las variedades requirieron tres días para que aparecieran éstos. Esto demuestra la variabilidad en el tiempo de la emergencia de los estigmas sin que fueran estadísticamente significativas ($P > 0,05$).

Polen fértil

La media general para granos de polen fértil fue de 14,2, las variedades no afectaron ($P = 0,78$) esta variable. Se encontró que la variedad Nueces produjo menos granos, mientras que el híbrido mejorado T-1754 alcanzó una producción de 17,4 granos de polen fértil (Cuadro 1).

En la producción de polen de seis variedades de pasto Buffel (PI 409697, PI 409407, PI 409704, S 12103, PI 295657 y PI 315679), la media de germinación del polen tuvo un rango de 51 a 84% con diferencias significativas entre variedades ($P < 0,05$), pero las PI 409367 y PI 409407 produjeron polen de baja viabilidad y su capacidad fecundante decreció sin que se mencionara en el estudio si se trataba de autopolinización (Shafer *et al.* 2000). Los autores mencionados anteriormente llegaron a observar de 10 hasta 217 granos de polen en las variedades de pasto Buffel. Asimismo, observaron que la media de capacidad fecundante del grano de polen fue de 72,3%.

Cuadro 1. Clasificación de los granos de polen de cuatro variedades de pasto Buffel, en Ciudad Victoria, Tamaulipas, México, 2007.

Variedades	Polen (granos)		
	Fértil	Intermedio	Infértil
Común	13,21	11,67	9,29
Nueces	12,50	10,58	7,75
T-1754	17,42	11,42	7,42
Formidable	13,39	8,84	5,63

Existe una gran variación entre los genotipos de pasto Buffel en cuanto al tiempo en que los estigmas están receptivos antes de que se libere el polen (Burson *et al.* 2002); y no se evidencia una tendencia o patrón asociado entre el porcentaje de germinación de la semilla y el día cuando la polinización se realizó.

De igual modo, estos autores (Burson *et al.* 2002) señalaron que de cinco variedades apomicticas de pasto Buffel, la presencia de variedades híbridas $2n + n$ con periodos de protogineo de 0, 1, 2 y 3 días fueron de 1,7, 0,7, 3,1 y 1,3%, respectivamente. La alta frecuencia de fertilización $2n + n$ fue en aquellas flores polinizadas dos días antes de la antesis.

Sobre el comportamiento del crecimiento reproductivo de variedades de pastos anuales (*Chloris virgata*, *Setaria vetticillata* y *Tragus berteronianus*) y perennes (*C. ciliaris*, *Enneapogon cenchroides*, *Eragrostis rigidior*, *Panicum maximum* y *Urochloa mosambicensis*) se ha observado que no existe relación entre el crecimiento reproductivo y el tipo de pasto (Who y Tolsma 1992). La producción de biomasa en las variedades anuales tendió a ser mayor que en las perennes, pero el tamaño y la calidad de las cariósides fueron mayores en las perennes.

Polen intermedio

Para la variable polen intermedio, la media general fue de 10,7 granos. Al igual que en el caso anterior no se observaron diferencias significativas entre variedades ($P = 0,39$). En las medias de número de granos de polen clasificados como intermedios, se aprecia que la variedad Formidable presentó el menor valor, mientras que la mayor cantidad de granos de polen intermedio se observó en la variedad Común con 11,7 granos (Cuadro 1).

Al estudiar la capacidad fertilizadora del grano de polen en seis variedades de pasto Buffel, Shafer *et al.* (2000) observaron que era más importante el tiempo en que se polinizaban los estigmas durante el protogineo. Las diferencias fueron significativas ($P < 0,05$) en la fecundación del polen en los tres intervalos de protogineos. De igual modo, Burson *et al.* (2002) al analizar el efecto del tiempo de la fecundación del polen sobre la producción de plantas $2n + 0$ no observaron relación entre la fecundación y el tiempo del protogineo. La variedad PI 315679 fue la que produjo la mayor cantidad de plantas $2n + 0$ (5,2 %) cuando

fue polinizada dos horas antes de la antesis. Hignight *et al.* (1991) estudiaron diversos genotipos nativos de Buffel (*C. ciliaris* L.) para determinar las fuentes de variación de las especies apomicticas. Los estudios demostraron la presencia de una extrema diversidad morfológica entre los genotipos, a pesar de la limitada reproducción sexual.

Aunque las causas de la formación del embrión sin fecundación sean aún difíciles de determinar, la apomixis constituye una forma de reproducción de especies que asegura un mejor control en la producción. Debido a que no hay intercambio de material genético, la apomixis permite la reproducción de especies con características favorables, resaltando su eficiencia y la producción de semillas de alta calidad. Esta técnica combina las ventajas de la propagación por semilla (por fecundación) y los métodos de propagación vegetativa.

Polen infértil

Se observó una media de 7,6 granos de polen vacíos (polen infértil), al igual que en los casos anteriores las diferencias entre variedades no fueron significativas ($P = 0,29$). Las medias por variedad se pueden observar en el Cuadro 1, donde se aprecia que la variedad Común produjo la mayor cantidad de granos infértiles (9,3).

No se tiene bien documentado el por que mucha de la semilla que se produce resulta infértil (vana), si el 99% de las semillas son producto de la apomixis (Selvaraj *et al.* 1984, Hussey *et al.* 1991, Shafer *et al.* 2000), que es un recurso útil para la agricultura, por el cual se obtienen plantas genéticamente iguales a la planta madre a través de la propagación por semilla sin que haya ocurrido fecundación del gameto femenino. Por lo tanto, las semillas apomicticas contienen embriones cuyo origen es totalmente materno.

En un ensayo de campo con cinco variedades de *C. ciliaris*, para observar el efecto de la fecha de cosechas sobre el rendimiento de semillas (Selvaraj *et al.* 1984), hubo diferencias significativas ($P < 0,05$) en el rendimiento de semillas entre variedades así como entre cosechas.

La formación de semilla juega el papel más importante en el rendimiento de la misma. Kumar *et al.* (2005) realizaron un experimento para estudiar los efectos de diferentes distancias entre surcos y diferentes

dosis de fertilización (N y P) sobre la producción de semilla, encontraron que la distancia de 75 cm entre surcos y la fertilización con 60 kg N/ha y 26 kg P/ha fueron los que produjeron la máxima cantidad de semilla del pasto Buffel (*Cenchrus ciliaris*).

Características de la inflorescencia del pasto Buffel

La longitud media de espigas en las plantas sometidas al proceso de polinización libre y autopolinización fue de 6,6 cm, este resultado fue ligeramente menor al citado en la literatura (Hinojosa 2000, Eguiarte y González 2002).

Las plantas sometidas al proceso de polinización libre tuvieron una longitud de espiga significativamente diferente ($P < 0,01$) que las espigas de plantas con autopolinización (Cuadro 2).

La media de longitud de la espiga en el pasto Buffel (*Cenchrus ciliaris*) encontrada por Kumar *et al.* (2005), fue de 10,7 cm, la cual se vio afectada por la distancia entre surcos y diferentes niveles de fertilización.

Por otro lado, la media general para el peso de las espigas fue de 0,08 g. Pesos superiores son citados por Conde (1993) e Hinojosa (2000) quienes encontraron un peso de espiga de 0,33 y 0,15 g, respectivamente. En el presente estudio el proceso de polinización afectó ($P < 0,01$) el peso de las espigas. Las espigas de plantas en autopolinización pesaron 0,02 g más que las plantas en polinización libre (Cuadro 2).

Asimismo, la media de número de espiguillas por espiga fue 65,4, medias superiores son mencionados por Kumar *et al.* (2005), Hinojosa (2000), Lara y Valdez (1998) y Conde (1993) quienes observaron medias de 132, 129, 251 y 165 espiguillas por espiga, respectivamente.

El proceso de polinización afectó ($P < 0,01$) el peso de las espiguillas, en autopolinización pesaron 0,07 g, mientras que en las plantas de polinización libre el peso fue de 0,06 g (Cuadro 2). Shafer *et al.* (2000) encontraron que existían diferencias significativas ($P < 0,05$) en seis variedades de pasto Buffel con diferentes tiempos de intervalos en el protogineo. En general las plantas con polinización cruzada tuvieron 21% más semilla que las plantas con autopolinización.

Con relación al número de cariósides por espiga se observó una media de 14,0, este resultado es similar al publicado por Hinojosa (2000) quien encontró una media de 13,6, pero superior al reportado por Conde (1993) quien observó una media de 5,9. Se encontraron diferencias en cuanto al número de cariósides en función del proceso de polinización ($P < 0,01$). Las plantas en polinización libre produjeron 11,0 cariósides por espiga, mientras que en las de autopolinización alcanzaron 17,1 cariósides, como un posible efecto de la mayor oportunidad de ser fertilizados los estigmas de las plantas en autopolinización por el polen liberado por las anteras, que permaneció en contacto con los estigmas al mantenerse protegidos por las bolsas de tul. Sin embargo, Shafer *et al.* (2000) señalaron que el porcentaje de germinación fue mucho más alto en plantas bajo polinización libre que en autopolinización. Con la polinización libre la media de germinación varió de 81 a 91% para las seis variedades de pasto Buffel. Estos mismos autores (Shafer *et al.* 2000) indicaron que en las variedades bajo autopolinización la germinación varió de 12 a 76%, otros estudios han reportado de 27 a 91% (Hignight *et al.* 1991).

Con relación al peso de cariósides por espiga la media general fue de 0,008 g. Conde (1993) encontró que el peso de las cariósides por espiga fue de solo

Cuadro 2. Componentes del rendimiento de semilla del pasto Buffel según el tipo de polinización. Ciudad Victoria, Tamaulipas, México, 2007.

Polinización	Espiga		Espiguilla		Cariósido	
	Longitud (cm)	Peso (g)	Número	Peso (g)	Número	Peso (g)
Libre	6,39 b	0,07 b	59,19 b	0,06 b	11,00 b	0,006 b
Auto	6,73 a	0,09 a	71,57 a	0,07 a	17,05 a	0,009 a

Promedios por columna con distinta literal son estadísticamente diferentes ($P < 0,05$).

0,004 g. Promedios inferiores fueron citados por Rubio *et al.* (2003) quienes al analizar la respuesta productiva del pasto Buffel T-3686, en dos ambientes de suelo, encontraron que el peso de las cariósides producidas fue de 0,001 g. Sin embargo, Hinojosa (2000) encontró una media de 0,015 g para la cosecha de semilla de otoño.

El proceso de polinización afectó ($P < 0,01$) el peso de las cariósides, en el presente experimento las plantas que estuvieron sometidas a autopolinización produjeron las cariósides más pesadas (0,009 g), superando al peso de las cariósides de plantas en polinización libre en 0,003 g (Cuadro 2). Aún y cuando se trata de variedades netamente apomíticas, los estigmas de las plantas en autopolinización tuvieron mayor oportunidad de ser fertilizadas por el polen liberado por las anteras, que permanecieron en contacto con los estigmas al mantenerse protegidos por las bolsas de tul y por consiguiente las cariósides producidas fueron de mejor calidad.

Las variedades de Buffel estudiadas mostraron diferencias en los días a floración masculina, la variedad Nueces requirió mayor número de días para madurar tanto en machos como en hembras, aunque en esta última la diferencia no fue significativa con relación a las otras variedades. Para la variable de polen (fértil, intermedio e infértil) no se encontraron diferencias entre variedades. El tipo de polinización afectó el peso de la espiga, el número y peso de espiquillas así como el número de cariósides. Aún y cuando se trata de variedades apomíticas, las plantas bajo autopolinización mostraron la mejor calidad de semilla.

LITERATURA CITADA

- Ayerza, R. 1981. Pasturas tropicales en el noroeste Argentino. *Rangelands* 3(4):149-150.
- Barrón, CF. 1983. Variación de caracteres morfológicos y fisiológicos en diferentes colecciones de (*Cenchrus ciliaris* L.) y la selección de posibles líneas promisorias para la producción de forraje. Tesis. Facultad de Agronomía, Universidad Autónoma de Nuevo León. p. 51-75.
- Burson, BL; Hussey, MA; Actkinson, JM; Shafer, GS. 2002. Effect of pollination time on the frequency of $2n + n$ fertilization in apomictic Buffelgrass. *Crop Science* 42:1075-1080.
- Carambula, M. 1981. Producción de semillas de plantas forrajeras. Hemisferio Sur. Montevideo, Uruguay. p. 24-137.
- Cochran, WG; Cox, GM. 1983. Diseños experimentales. Octava reimpresión. Trillas. México, D.F. p. 661.
- Conde, LE. 1993. Producción de semilla de seis variedades de zacate Buffel (*Cenchrus ciliaris*, L.) bajo diferentes contenidos de humedad. Tesis Maestría. Facultad de Agronomía, Universidad Autónoma de Tamaulipas. Cd. Victoria, Tamps., México. 76 p.
- Cox, JR; Martin-R, MH; Ibarra-F, FA; Fourie, JH; Rethman, NFG; Wilcox, DG. 1988. The influence of climate and soils on the distribution of four African grasses. *Journal of Rangeland Management* 41(1):127-139.
- Eguiarte, JA; González, A. 2002. Utilización de inductores de la floración en la producción de semillas de Buffel Biloela en el trópico seco. *Pastos y Forrajes* 4(99):1-9.
- Gómez, EF; Díaz, HS; Saldívar, AF; FE Briones; Vargas, VT; Grant, WE. 2007. Patrón de crecimiento de pasto buffel [*Pennisetum ciliare* L. (Link.) Sin. *Cenchrus ciliaris* L.] en Tamaulipas, México. *Técnica Pecuaria en México* 45(1):1-17.
- González, CH. 1987. Efecto de la edad y la eliminación de las cubiertas en el letargo del cariósido de zacate Buffel (*Cenchrus ciliaris*, L.). Tesis. Facultad de Agronomía, Universidad Autónoma de Nuevo León. p. 1-33.
- Guillet, M. 1984. Las gramíneas forrajeras. Acribia. Zaragoza, España. p. 19-95.
- Hignight, KW; Bashaw, EC; Hussey, MA. 1991. Cytological and morphological diversity of native apomictic buffelgrass, *Pennisetum-ciliare* (L) Link. *Botanical Gazette* 152(2):214-218.
- Hinojosa, de ADF. 2000. Componentes del rendimiento de semilla en cuatro genotipos de zacate Buffel (*Cenchrus ciliaris*, L.) en dos ambientes de Tamaulipas. Tesis Maestría. Unidad Académica Multidisciplinaria Agronomía y Ciencias, Universidad Autónoma de Tamaulipas. Cd. Victoria, Tamps., México. 172 p.
- Holt, EC. 1985. Buffelgrass-A brief history. In Buffelgrass: Adaptation, management and forage quality. Proceedings of a Symposium at the Texas A & M University, Research and Extension Center in Weslaco, Texas. p. 1-4.
- Hussey, MA; Bashaw, EC. 1990. Avances en el mejoramiento genético del zacate buffel. Memorias. IV Congreso Internacional de Ganadería Tropical. Variedades forrajeras para Tamaulipas Bermuda-Sorgo-Buffel. p. 12-15.
- Hussey, MA; Bashaw, EC; Hignight, KW; Dahmer, ML. 1991. Influence of photoperiod on the frequency

- of sexual embryo sacs in facultative apomictic buffelgrass. *Euphytica* 54(2):141-145.
- Ibarra, FF; Moreno, SM; Martín, MR; Denogean, FB; Gerlach, LEB. 2005. La siembra de zacate buffel como una alternativa para incrementar la rentabilidad de los ranchos ganaderos de la sierra de Sonora. *Técnica Pecuaria en México* 43(2):173-183.
- Kumar, D; Dwivedi, GK; Singh, SN. 2005. Seed yield and quality of buffel grass (*Cenchrus ciliaris*) as influenced by row spacing and fertilizer level. *Tropical Grasslands* 39(2):107-111.
- Lara, del RJM; Valdez, AO. 1998. Rendimiento de semilla de ocho genotipos de zacate Buffel (*Cenchrus ciliaris* L.) en Coahuila. *In Memoria. 11ª Reunión Científico-Tecnológica Forestal y Agropecuaria, Veracruz, Ver. 1998, Cotaxtla, Veracruz, Mexico.* p. 202-209.
- Martín, MH; Cox, JR; Ibarra-F, F. 1995. Climatic effects on buffelgrass productivity in the Sonoran Desert. *Journal of Rangeland Management* 48(1):60-63.
- Pérez, A; González, Y; Matías, C. 1988. Problemática de la producción de semillas en los pastos tropicales: Primera parte. *Pastos y Forrajes* 11(1):1-23.
- Ramírez, MF; Becerra, DJ. 1982. Producción y calidad de semilla Buffel (*Cenchrus ciliaris*, L.) bajo temporal en el centro de Sonora. *Avances de Investigación Pecuaria en el Estado de Sonora.* p. 16-17.
- Rodríguez, DR. 1962. Manejo de agostaderos. *Departamento de Zootecnia, Escuela Superior de Agricultura. Chapingo, México.* p. 164.
- Rubio, AFA; Reynaga, JRV; Díaz, HS; Morones, RR. 2003. Respuesta productiva del zacate Buffel cv. T-3686, a dos ambientes de suelo de un matorral de gobernadora (*Larrea tridentata*). *Agraria UAAAN* 19(1):37-58.
- SAS (Statistical Analysis System). 2000. SAS, User's guide: Basics. Edition 2000. SAS Institute Statistical Analysis System. Cary, North Carolina. p. 637.
- Selvaraj, J; Bhupathi, P; Ramaswamy, KR. 1984. Influence of season on seed yield in five clones of *Cenchrus ciliaris* L. *Madras Agricultural Journal* 71(10):664-668.
- Shafer, GS; Burson, BL; Hussey, MA. 2000. Stigma receptivity and seed set in protogynous Buffelgrass. *Crop Science* 40:391-397.
- SMN (Servicio Meteorológico Nacional). 2004. Precipitación acumulada por estado. Unidad del Servicio Meteorológico Nacional, Comisión Nacional del Agua. (en línea). Consultado 15 jun. 2009. Disponible en <http://smn.cna.gob.mx>
- Váldez, A; Gamboa, R; Rosales, ER. 1978. Pasto Buffel para el norte de Tamaulipas. *Centro de Investigaciones Agrícolas del Golfo Norte. Campo Experimental Agrícola de Río Bravo.* p. 1-24.
- Vielle, JP; Burson, BL; Bashaw, EC; Hussey, MA. 1995. Early fertilization events in the sexual and aposporous egg apparatus of *Pennisetum-ciliare* (L) Link. *Plant Journal* 8(2):309-316.
- Who, E; Tolsma, DJ. 1992. Growth of annual and perennial grasses in a savanna of Botswana under experimental conditions. *Flora* 186(3-4):287-300.