

TAMAÑO DE SEMILLA EN LA CALIDAD FISIOLÓGICA DE *Dactylis glomerata* L. Y *Lolium perenne* L.

SEED SIZE IN THE PHYSIOLOGICAL QUALITY OF *Dactylis glomerata* L. AND *Lolium perenne* L.

Mendoza-Pedroza S.I.¹, Garay-Martínez J.R.², Rojas-García A.R.³, Joaquín-Torres B.M.⁴, Cruz-Hernández A.⁵, Ramírez-Reynoso O.³, Joaquín-Cancino S.^{2*}, Hernández-Garay, A.^{6†}

¹Departamento de Zootecnia. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo. ²Facultad de Ingeniería y Ciencias, Universidad Autónoma de Tamaulipas. Centro Universitario Victoria, Edificio Centro de Gestión del Conocimiento, Cuarto Piso. Cd. Victoria, Tamaulipas, México. C. P. 87120. ⁴Licenciatura en Zootecnia, Universidad del Papaloapan. ³Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Autónoma de Guerrero. ⁵División Académica de Ciencias Agropecuarias. Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. ⁶Colegio de Postgraduados-Campus Montecillo. Carretera México-Texcoco, km 36.5. Texcoco, México. CP. 56250.

*Autor de correspondencia: sjoaquin@docentes.uat.edu.mx

RESUMEN

El objetivo del presente estudio fue evaluar dos tamaños de semilla en la calidad fisiológica de pasto ballico y ovillo (*Dactylis glomerata* L., *Lolium perenne* L.). Los tratamientos fueron dos tamaños de semilla (grande:SG y chica:SC). Las variables fueron: emergencia (EM), plántulas anormales (PA), semillas no germinadas (SNG), establecimiento (ES), viabilidad (VI), velocidad de emergencia (VE), altura de plántula (AP) y longitud de radícula (LR). Se utilizó un DCA con 4 repeticiones. Se observó que, independientemente del tamaño, la EM fue mayor ($p \leq 0.05$) en ballico, en comparación con ovillo, debido a que éste presentó el mayor ($p \leq 0.05$) porcentaje de PA y SNG. La EM en ballico fue 14 % mayor ($p \leq 0.05$) en la SG; mientras que, en ovillo no existió diferencia ($p \geq 0.05$). Dentro de especies, a mayor tamaño de semilla, la AP fue mayor ($p \leq 0.05$). Se observaron valores mayores ($p \leq 0.05$) en LR con la SG de ballico, mientras que en ovillo fue inversa. En ballico, el ES, VI y VE fue mayor ($p \leq 0.05$) que ovillo. Para las mismas variables, solo en ballico se presentaron valores mayores en la SG; mientras que, en ovillo no existió diferencia ($p \leq 0.05$). El éxito en el establecimiento de ballico dependerá del tamaño de semilla utilizada (grande); mientras que, en ovillo, el tamaño no sería un parámetro de apoyo para garantizar un establecimiento adecuado. La especie forrajera y tamaño de semilla influyeron en el vigor de las plántulas

Palabras clave: tamaño de semilla, vigor, establecimiento.

ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate two seed sizes in the physiological quality of orchard grass and perennial ryegrass (*Dactylis glomerata* L., *Lolium perenne* L.). The treatments were two sizes of seed (large:LS and small:SS). The variables were: emergence (EM), abnormal seedlings (AS), non-germinated seeds (NGS), establishment (ES), viability (VI), speed of emergence (SE), seedling height (SH), and root length (RL). A CRD with 4 repetitions were used. It was observed that, regardless of the size, the EM was higher in perennial ryegrass ($p \leq 0.05$), compared to orchard grass, due to it presenting the highest ($p \leq 0.05$) percentage of AS and NGS. The EM in perennial ryegrass was 14 % higher ($p \leq 0.05$) in LS; meanwhile, in orchard grass there was no difference ($p \geq 0.05$). Within species, the higher the size of



Agroproductividad: Vol. 11, Núm. 5, mayo. 2018. pp: 107-112.

Recibido: abril, 2018. **Aceptado:** mayo, 2018.

the seed, the SH was higher ($p \leq 0.05$). Higher values were observed ($p \leq 0.05$) in RL with the LS of perennial ryegrass, while in orchard grass it was inverse. In perennial ryegrass, the ES, VI and SE were higher ($p \leq 0.05$) than in orchard grass. For the same variables, only in perennial ryegrass higher values were presented in the LS; meanwhile, in orchard grass there was no difference ($p \leq 0.05$). The success in the establishment of perennial ryegrass will depend on the size of the seed used (large), while in orchard grass the size would not be a supporting parameter to ensure an adequate establishment. The fodder species and seed size influenced the vigor of the seedlings.

Keywords: seed size, vigor, establishment.

INTRODUCCIÓN

El Pasto Ovillo (*Dactylis glomerata* L.) (Poaceae), por su alto rendimiento y calidad nutritiva (Hannaway *et al.*, 1999) es una de las especies forrajeras más cultivadas mundialmente. En México, junto con Ballico Perenne (*Lolium perenne* L.) son especies forrajeras muy utilizadas en las zonas templadas, áridas y semiáridas, para la producción de leche, y en menor escala, para la engorda de ganado bovino y ovino (Hannaway *et al.*, 1999; Velasco-Zebadúa *et al.*, 2001). Sin embargo, uno de los aspectos más importantes en la producción de cualquier especie forrajera es el establecimiento ya que puede significar el éxito o fracaso de la empresa agropecuaria (Franco *et al.*, 2007). El establecimiento se define como el periodo comprendido entre la siembra y el desarrollo de la plántula, cuando la planta ha desarrollado un sistema radicular que le permita sobrevivir a los efectos críticos del medio (Lawrence y Dyck, 1990). Comprende cuatro fases: siembra, germinación, emergencia y crecimiento, en donde cualquier evento extremo que ocurra durante alguna de estas fases, perjudica el establecimiento (Albarrán, 2005). La germinación es la fase más importante y se le considera como el reinicio del crecimiento del embrión, paralizado durante las fases finales de la maduración; a su vez, comprende tres fases: Imbibición de agua, elongación y división celular y diferenciación de células y tejidos (Matilla, 2008). Sin embargo, para que se pueda presentar la germinación de la semilla es necesario considerar los factores intrínsecos (factores de la semilla) y los factores extrínsecos (factores del medio), en donde la falla de alguno, afecta directamente en la cantidad de semillas germinadas e incluso, al fracaso del establecimiento. Algunos de los factores que afectan la germinación son la preparación del suelo, profundidad de siembra y las condiciones ambientales, principalmente oxígeno, temperatura y humedad (Vleeshouwers *et al.*, 1995; Albarrán, 2005). El máximo número de plántulas emergidas y establecidas en campo está relacionado con el número de semillas sembradas por unidad de área y a la viabilidad y pureza de la semilla (Mullen, 2003); además, dependerá de la especie, material utilizado (semilla cruda o cariósides), prácticas agronómicas (tapado y apisonado) y condiciones ambientales, principalmente de precipitación y temperatura (Quero-Carrillo *et al.*, 2016).

La calidad de la semilla producida en cultivos es importante por diversos aspectos. El volumen de producción y la calidad de la semilla de un cultivo,

y están relacionados con la calidad inicial de la semilla utilizada (Mullen, 2003). La calidad fisiológica se refiere a mecanismos intrínsecos de la semilla que determinan su capacidad de germinación, la emergencia y el desarrollo de aquellas estructuras esenciales para producir una planta normal bajo condiciones favorables (Basra, 1998). Al respecto, Faiguenbaum y Romero (1991) señalan que la calidad fisiológica de la semilla para distintas especies se relaciona con el tamaño de la misma. Perry (1980) menciona que semillas grandes producen plantas más vigorosas en comparación a las semillas pequeñas dentro de la misma especie. Otros autores (Shieh y McDonald, 1982; Kelly, 1988) reportan que la calidad fisiológica no depende del tamaño de semilla. Por lo anterior, el objetivo del presente estudio fue evaluar dos tamaños de semilla en la calidad fisiológica de ballico perenne (*Lolium perenne* L.) y ovillo (*Dactylis glomerata* L.).

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó durante en abril de 2011 en el laboratorio de Semillas del Colegio de Posgraduados, Campus Montecillo, Texcoco, Estado de México (19° 29' N, 98° 54' O y 2250 m de altitud). El clima del lugar es templado subhúmedo, con precipitación media anual de 636 mm y régimen de lluvias en verano, (junio a octubre) y temperatura media anual de 15,2°C (García, 2004). El suelo es un Typic ustipsamments de textura franco arenoso, ligeramente alcalino con pH 7-8, con 2,4% de materia orgánica (Ortiz, 1997).

Tratamientos y diseño experimental

Se evaluaron dos tratamientos, los cuales consistieron en dos tamaños de semilla (grande y chica) de las

especies forrajeras *Lolium perenne* L. y *Dactylis glomerata* L. Para clasificar carióspsides por tamaño, se separó con ayuda de tamices de diferente calibre. Los tratamientos se distribuyeron al azar siguiendo los principios de un diseño experimental completamente al azar, con cuatro repeticiones.

Establecimiento de germinadores en microtúnel

La siembra se realizó el 10 de abril de 2011, en almácigos tipo cama de siembra de 4.9 m de largo por 2.1 m de ancho y 24 cm de alto, y como sustrato, se utilizó arena de río, sin esterilización y tamizada. Se utilizaron pasto ovilla (*Dactylis glomerata*) y ballico perenne (*Lolium perenne*) y se sembraron 100 semillas de cada especie en hileras, con una separación de 10 cm entre ellas, a 2 cm de profundidad. Se cubrió con radores de madera de 2 cm para obtener la profundidad deseada. Posteriormente, al momento de la siembra se regó y después cada tercer día para mantener húmedo el sustrato. El semillero se cubrió con un invernadero móvil tipo "túnel", con estructura metálica y cubierta de polietileno. Al día 17 después de la siembra (muestreo destructivo), se extrajeron las plántulas teniendo un total de cuatro repeticiones por cada tratamiento y especie, con un total de 16 hileras.

Variables evaluadas

Emergencia, plantas anormales y semillas no germinadas

El porcentaje de emergencia se midió cuando se mantuvo estable, lo cual coincidió a los 17 días después de la siembra. Para ello, se consideraron a las plántulas normales como aquellas que presentaron estructu-

ras esenciales para producir plantas normales bajo condiciones favorables de agua, luz y temperatura. Las plántulas anormales se consideraron todas las plántulas que no se pueden clasificar como normales por tener alguna deficiencia en el desarrollo de sus estructuras esenciales (coleoptilo y radícula), que les impide su desarrollo normal cuando crecen en suelo preparado y bajo condiciones favorables de agua, luz y temperatura. Las semillas no germinadas, fueron todas aquellas semillas que no germinaron por ser semillas duras, latentes o muertas (ISTA, 1996).

Establecimiento, Viabilidad y Velocidad de emergencia

Para determinar el establecimiento (%), se realizó el conteo de plántulas normales al final (día 17 después de la siembra), mediante la siguiente ecuación:

$$\text{Establecimiento} = \left(\frac{\text{No. de plántulas normales al final de la prueba}}{\text{No. de semillas sembradas}} \right) * 100$$

Para determinar la viabilidad (%), se realizó el conteo de plántulas normales y anormales al final (día 21 después de la siembra), mediante la siguiente ecuación:

$$\text{Viabilidad} = \left(\frac{\text{No. de plántulas normales} + \text{No. de plántulas anormales}}{\text{No. de semillas sembradas}} \right) * 100$$

Para la velocidad de emergencia (%), se realizaron conteos diarios a partir de que emergió el primer coleóptilo hasta que se obtuvo un número constante de ellos. Esta variable se calculó con base a la expresión propuesta por Maguire (Copeland y McDonald, 1995).

$$\text{Velocidad de emergencia} = \sum_{i=1}^n \left(\frac{X_i}{N_i} \right)$$

En donde X_i es el número de plántulas emergidas por día y N_i el número de días después de la siembra.

Altura de plántula y longitud de radícula

La altura de planta se midió (cm), transcurridos 17 días después de la siembra, se seleccionaron 10 plántulas al azar en cada repetición y se midió con una regla graduada de 30 cm a partir del suelo y hasta el meristemo apical de la plántula. Para la LR (cm), las mismas plántulas medidas anteriormente se retiraron del sustrato y se midió desde el cuello hasta la punta de la radícula. Los datos obtenidos en cada variable se organizaron por especie y dentro de ella por tamaño de semilla (grande y chica) y se analizaron mediante el procedimiento estadístico PROC GLM de SAS (SAS, 2002), en un diseño experimental completamente al azar, con cuatro repeticiones. Cuando se encontró diferencia estadística significativa se aplicó la prueba de comparación de medias de Tukey ($p \leq 0.05$)



RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El Cuadro 1, muestra el porcentaje de emergencia (plántulas normales), plántulas anormales y semillas no germinadas. Independientemente del tamaño de semilla, el mayor porcentaje de emergencia se obtuvo en *Lolium perenne* y el menor, con *Dactylis glomerata*, teniendo esta última el mayor porcentaje de plántulas anormales y semillas no germinadas ($p \leq 0.05$). Al comparar la semilla grande contra la chica en *Lolium perenne*, se observaron diferencias significativas ($p \leq 0.05$) en la emergencia, donde el mayor valor se presentó en la semilla grande con 94% en promedio, 14% superior con respecto a la semilla chica. Estos resultados se pueden atribuir a que existe mayor cantidad de reservas que ayudan a que se obtengan mayores beneficios con respecto a la germinación y

emergencia (González y Mendoza, 1994). No obstante, no existió diferencia significativa ($p \geq 0.05$) para *Dactylis glomerata*, atribuido, probablemente a que el peso de 100 semillas fue similar entre ambas, a pesar de que se separó por tamaño de semilla. Por otro lado, *Dactylis glomerata* con semilla chica presentó el mayor número de plántulas anormales y el menor, lo registró *Lolium perenne* para semilla grande ($p \leq 0.05$), como respuesta al mayor vigor de la semilla (Cuadro 1).

En un estudio de clasificación de carióspsides por tamaño en dos gramíneas nativas y dos introducidas, Hernández-Guzmán *et al.* (2015)

encontraron valores de germinación superiores al 80% en las gramíneas nativas (Banderita y Navajita) y 55 y 28% en Rhodes y Buffel, respectivamente (poáceas introducidas). Lo anterior indica que, independientemente del tamaño de semilla, la especie forrajera influye en el porcentaje de germinación y emergencia, como se observó en el presente estudio. Perry (1980) menciona que semillas grandes producen plantas más vigorosas en comparación a las semillas pequeñas dentro de la misma especie. En otro estudio, se encontró que la germinación se incrementó acorde al mayor tamaño de la carióspside en pasto Banderita y Navajita a pesar de haber sido sometidas a un tiempo de estrés (envejecimiento acelerado). En pasto buffel y Rhodes, sucedió algo similar, a diferencia de que estas especies no fueron sometidas a estrés (Quero-Carrillo *et al.*, 2017).

En el Cuadro 1, se presenta la morfología de plántulas de *L. perenne* y *D. glomerata* a partir de dos tamaños de semilla. Se observó una relación directa entre el tamaño de semilla con respecto a la altura, ya que a mayor tamaño de semilla la altura fue mayor ($p \leq 0.05$) dentro de las especies. Independientemente del tamaño de semilla, *L. perenne* presentó los mayores valores de altura de plántula, parámetro que es muy variable y que está influenciado por factores genéticos y ambientales (Molina *et al.*, 1992). La velocidad de germinación y desarrollo del área subcoleoptilar, la cual contiene el meristemo generador de raíces adventicias, garantizaran la supervivencia de plantas adultas (Moreno-Gómez *et al.*, 2012); sin embargo, lotes de bajo vigor, implican menor porcentaje de plantas en campo (Wang *et al.*, 2004), como es el caso del lote de pasto ovilla con semilla pequeña.

Con respecto a la longitud de raíz, se observó que los valores mayores se encontraron con la semilla grande de *L. perenne*; sin embargo, de forma inversa lo presentó *D. glomerata* ya que en semilla chica existió mayor longitud de raíz con respecto a la semilla grande, lo que, probablemente, se le puede atribuir como mecanismo de sobrevivencia de la planta (Popinigis, 1985). En este sentido, la longitud de raíz es una característica importante para la supervivencia de pastos debido a que, en las zonas áridas, por ejemplo, se presenta un rápido desecamiento de la superficie del suelo, lo cual representa una desventaja para la supervivencia de plántulas (Álvarez-Holguín *et al.*, 2017). También, una raíz con mayor longitud podría representar una ventaja en lugares donde los

Cuadro 1. Calidad fisiológica de la semilla y morfología de plántulas en *Lolium perenne* y *Dactylis glomerata* a partir de dos tamaños de semilla.

Variable	<i>Lolium perenne</i>			<i>Dactylis glomerata</i>		
	Tamaño		Promedio	Tamaño		Promedio
	grande	chica		grande	chica	
Emergencia (%)	94.3 a	79.3 b	86.8 A	75.3 a	69.5 a	72.4 B
Plántulas anormales (%)	1.3 a	2.5 a	1.9 B	4.8 b	8.8 a	6.8 A
Semillas no germinadas (%)	4.5 a	18.3 b	11.4 B	20.0 a	21.8 a	20.9 A
Altura de plántula (cm)	18.3 a	13.4 b	15.8 A	6.9 a	5.0 b	5.9 B
Longitud de raíz (cm)	9.4 a	5.6 b	7.5 A	4.6 b	6.1 a	5.4 B

Promedios con letra distinta entre columnas, dentro de cada especie (a, b) y entre especies (A, B) indican diferencia estadística significativa (Tukey; $p \leq 0.05$).

eventos de lluvia son escasos, ya que esto permite aprovechar mejor el agua a una mayor profundidad (Busso y Bolletta 2007, Ervin *et al.*, 2009). Para la variable de establecimiento (Cuadro 2), la tendencia

fue muy marcada en *L. perenne* con respecto al tamaño de semilla, ya que se logró mayor establecimiento con semilla grande; sin embargo, esa característica no fue muy importante en *D. glomerata* ya que no existió diferencia significativa ($p \leq 0.05$) entre tamaños de semilla.

La viabilidad fue diferente ($p \leq 0.05$) únicamente para la semilla grande de *L. perenne* con respecto a las demás, ya que, a pesar de los menores porcentajes de establecimiento en *D. glomerata*, se encontró mayor número de plántulas anormales. La velocidad de emergencia fue diferente ($p \leq 0.05$) en *L. perenne*, ya que se observó que, a mayor tamaño de semilla, se establecieron con mayor velocidad las plántulas; sin embargo, esta variable no fue afectada por el tamaño de semilla en *D. glomerata*. Además del tamaño de semilla, existen otros factores que influyen en la calidad fisiológica de la semilla, en términos de germinación y emergencia. Al respecto, Joaquín *et al.* (2016) mencionan que la germinación de las semillas se puede deber a varios factores, tales como especie forrajera, momento de cosecha, periodo de almacenamiento, condiciones climáticas ocurridas durante el proceso de producción y metodología utilizada en su determinación.

Por otro lado, las prácticas de tapado y apisonado de semillas después de la siembra resultaran en mayor cantidad de plántulas emergidas, así como mayor diámetro de corona, lo que es importante para acumular sustancias de reserva que ayuden a sobrevivir las épocas de invierno y a rebrotar en las primeras lluvias (Quero-Carrillo *et al.*, 2016).

CONCLUSIONES

El éxito en el establecimiento de *Lolium perenne* dependerá en gran medida del tamaño de semilla utilizada, ya que se obtienen mejores resultados con semilla grande; sin embargo, depende de más factores.

Cuadro 2. Establecimiento, viabilidad y velocidad de emergencia en *Lolium perenne* y *Dactylis glomerata* a partir de dos tamaños de semilla.

Variable	<i>Lolium perenne</i>			<i>Dactylis glomerata</i>		
	Tamaño		Promedio	Tamaño		Promedio
	grande	chica		grande	chica	
Establecimiento (%)	94.3 a	79.3 b	86.8 A	75.3 a	69.5 a	72.4 B
Viabilidad (%)	95.5 a	81.8 b	88.6 A	80.0 a	78.3 a	79.1 B
Velocidad de emergencia	13.5 a	10.3 b	11.9 A	7.0 a	6.8 a	6.9 B

Promedios con letra distinta entre columnas, dentro de cada especie (a, b) y entre especies (A, B) indican diferencia estadística significativa (Tukey; $p \leq 0.05$).

En *Dactylis glomerata* el tamaño de semilla no sería un parámetro de apoyo para garantizar un establecimiento adecuado. La especie forrajera y tamaño de semilla influyeron en el vigor de las plántulas.

LITERATURA CITADA

- Albarrán E.J. 2005. Limitaciones y alternativas de la siembra de semilla sexual de gramíneas forrajeras. IX Seminario Manejo y utilización de Pastos y Forrajes en sistemas de producción animal. 31:70-80.
- Álvarez-Holguín A., Morales-Nieto C. R., Corrales-Lerma R., Melgoza-Castillo A., Méndez-Zamora G. 2017. Germinación de genotipos de pasto banderita (*Bouteloua curtipendula*) bajo diferentes presiones osmóticas. Ecosistemas y Recursos Agropecuarios 4(10):161-168.
- Basra A.S. 1998. Seed quality: basic mechanisms and agricultural implications. Seed Science Research 8:303-305.
- Busso C.A., Bolletta A. I. 2007. Perennial grasses of different successional stages under various soil water inputs: Do they differ in root length density? Interciencia 32(3):206-212.
- Copeland L.O., McDonald M.B. 1995. Principles of seed science and technology. Ed. Chapman and Hall. USA. 409 p.
- Ervin E.H., La-Branche A., Zhang X. 2009. Kentucky bluegrass and creeping bentgrass responses to foliar application of glycinebetaine at three replacement levels. International Turfgrass Society 11:755-763.
- Faiguenbaum M.H., Romero A. L. 1991. Efecto del tamaño de semilla sobre la germinación, el vigor y el rendimiento en un híbrido de maíz (*Zea mays* L.). Ciencia e Investigación Agraria 18(3):111-117.
- Franco L.H., David Calero D., Durán C. V. 2007. Manual de establecimiento de pasturas. Ed. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). Colombia. 27 p.
- García E. 2004. Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Köppen. 4 (ed).
- Universidad Nacional Autónoma de México. México, D. F. 217 p.
- González Y., Mendoza F. 1994. Comportamiento de la germinación y la viabilidad en semillas de *Panicum maximum* CIH-3 durante el almacenamiento. Pastos y Forrajes 17(2):131-135.
- Hannaway D., Fransen S., Cropper J., Teel M., Chaney M., Griggs T., Halse R., Hart J., Cheeke P., Hansen D., Klinger R., Lane W. 1999. Orchardgrass (*Dactylis glomerata* L.). Ed. Oregon State University. USA. 17 p.
- Hernández-Guzmán F. J., Quero-Carrillo A. R., Pérez-Rodríguez P., Velázquez-Martínez M., García-de los Santos G. 2015. Germinación y emergencia de propágulos de pasto, en



- respuesta a pruebas de vigor. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* 6(7):1519-1532.
- ISTA (International Seed Testing Association). 1996. International rules of seed testing. *Seed Science and Technology*. 24 Supplement. 243 p.
- Joaquín S., Joaquín B.M., Rojas A.R., Estrada B., Hernández J., Limas A.G. 2016. Evaluación de la fecha de cosecha en el rendimiento y calidad de semilla de *Brachiaria brizantha*. *Interciencia* 41(9): 616-621.
- Kelly A.F. 1988. Seed production of agricultural crops. Ed. Longman Scientific and Technical-John Wiley and Sons. USA. 227 p.
- Lawrence T., Dyck F. B. 1990. A comparison of two furrow opener-depth control assemblies for seeding forage grasses. *Journal of Range Management* 43:82-83.
- Matilla A.J. 2008. Desarrollo y germinación de las semillas. En: Azcón-Bieto J., Talón M. (eds). *Fundamentos de Fisiología Vegetal*. Ed. McGraw Hill. España. pp:537-558.
- Molina M. J., Lisakowski I. Paulo Z. E. 1992. Pruebas de emergencia de maíz y su relación con la emergencia en campo. *Revista Fitotecnia Mexicana* 15:10-21.
- Moreno-Gómez B., García-Moya E., Rascón-Cruz Q., Aguado-Santacruz G. A. 2012. Crecimiento y establecimiento de plántulas de *Bouteloua gracilis* (Kunth) Lag. ex Griffiths y *Eragrostis curvula* var. conferta Stapf bajo un régimen simulado de lluvia. *Revista Fitotecnia Mexicana* 35:299-308.
- Mullen R. E. 2003. *Crop Science, Principles and Practice*. Ed. Iowa State University. USA. 352 p.
- Ortiz S.C. 1997. Colección de Monolitos. Depto. Génesis de Suelos. Edafología. IRENAT. Colegio de Postgraduados. Montecillo, Texcoco, Estado de México. 17 p.
- Perry D.A. 1980. Deterioration of barley seed and its effects on field performance. In: Hebblethwaite (ed.). *Seed production*. Ed. Butterworths. England. pp:327-337.
- Popinigis F. 1985. *Fisiología da semente*. Ed. AGILPAN, Brasil. 289 p.
- Quero-Carrillo A. R., Hernández-Guzmán F. J., Pérez-Rodríguez P., Pool D., Landa-Salgado P., Nieto-Aquino R. 2017. Germinación y emergencia diaria de cariósides y diásporas de pastos nativos e introducidos. *Revista Fitotecnia Mexicana* 40(1):35-44.
- Quero-Carrillo A. R., Hernández-Guzmán F. J., Velázquez-Martínez M., Gámez-Vázquez H. G., Landa-Salgado P., Aguilar-López P. 2016. Métodos de establecimiento de pasturas en zonas áridas de México utilizando semillas crudas o cariósides. *Tropical Grasslands-Forrajés Tropicales* 4(1):29-37.
- SAS. 2002. *SAS User's Guide: Statistics (version 9.0 ed.)*. Cary NC, USA: SAS Inst. Inc.
- Shieh W.J., McDonald M. B. 1982. The influence of seed size, shape and treatment on inbred seed corn quality. *Seed Science and Technology* 10:307-313.
- Velasco-Zebadúa M. E., Hernández-Garay A., González Hernández V. A., Pérez-Pérez J., Vaquera-Huerta H., Galvis S. A. 2001. Curva de crecimiento y acumulación estacional del pasto ovillo (*Dactyloctenium aegyptium* L.). *Técnica Pecuaria en México* 39(1):1-14.
- Vleeshouwers L.M., Bouwmeester H. J., Karsen C. M. 1995. Redefining seed dormancy: an attempt to integrate physiology and ecology. *Journal of Ecology* 83:1031-1037.
- Wang Y.R., Yu L., Nan Z. B., Liu Y. L. 2004. Vigor tests used to rank seed lot quality and predict field emergence in four forage species. *Crop Science* 44(2):535-541.

