

Germinación y emergencia de propágulos de pasto en respuesta a pruebas de vigor*

Germination and emergence of grass propagules in response to vigor tests

Filogonio Jesús Hernández-Guzmán¹, Adrián Raymundo Quero-Carrillo^{2§}, Paulino Pérez-Rodríguez², Mauricio Velázquez-Martínez³ y Gabino García-de los Santos²

¹Universidad Politécnica Francisco I. Madero. Domicilio Conocido SN, Francisco I. Madero, 42660 Tepatepec, Hgo. Tel: 01 738 724 1174. (hernandez.filogonio@inifap.gob.mx; fjesushg@hotmail.com). ²Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo. Carretera México- Texcoco, km 34.5 Montecillo, municipio de Texcoco, Estado de México. México. Tel. 01 (595) 95 201200 ext. 1712. C. P. 56230. (perpdgo@colpos.mx; garciag@colpos.mx). ³Campo Experimental San Luis-INIFAP. Ejido Palma de la Cruz, Soledad de Graciano Sánchez, S. L. P. Carretera San Luis-Matehuala, km 14.5. C. P. 78431. Tel: 01 55 38718700 ext 83407. (velazquez.mauricio@inifap.gob.mx). [§]Autor para correspondencia: queroadrian@colpos.mx.

Resumen

El conocimiento del vigor de semilla de pastos para zona semiárida, posterior a pruebas de envejecimiento acelerado (PEA) y profundidades de siembra (PS), es importante para diferenciar la calidad de propágulo. El objetivo fue evaluar germinación y emergencia de diásporas, (brácteas accesorias + carióspside) y tres tamaños de carióspside, con PEA y PS, en condiciones controladas, de febrero a agosto de 2011. Se evaluó a los pastos Banderita, Navajita, Buffel y Rhodes, sus carióspsides se clasificaron por tamaño en chicos, medianos y grandes, con el uso de tamices. En PEA, cada tamaño de carióspside (TC) y diásporas permanecieron durante 12, 24 o 36 h a 42 °C y 100% de humedad relativa; las carióspsides se sembraron por TC sobre papel y las diásporas en peat moos y se registró la germinación de plántulas normales. Para PS, se sembró a TC o diásporas en suelo Vertisol y Calcisol a 0.5, 1, 2, 3 o 5 cm de profundidad y se registró emergencia de plántulas a 64 días. Se utilizó un diseño bloques completamente al azar con arreglo factorial y se analizó con GLM de SAS (Tukey, 0.05%). En pastos nativos e introducidos posterior a PEA ocurrió menor germinación a menor TC y mayor tiempo de estrés ($p < 0.05$); similarmente, la germinación fue mayor al sembrar diásporas vs. carióspsides, contrario a introducidos.

Abstract

Knowledge of grass seed vigor for semi-arid regions, after accelerated aging tests (AAT) and planting depths (PD) is important to differentiate the quality of propagules. The objective was to evaluate germination and emergence of diaspores (accessory bracts + caryopsis) and three caryopsis sizes, for AAT and PD, under controlled conditions, from February to August 2011. Grasses evaluated Banderita, Navajita, Buffel and Rhodes. Their Caryopses were classified into small, medium and large through sieves. In AAT, each caryopsis size (CS) and diaspores remained for 12, 24 or 36 h at 42 °C and 100% relative humidity; Caryopsis were seeded by CS on paper and diaspores in peat moos, and normal seedlings produced were recorded. For PD, both CS and diaspores were seeded in Calcisol or Vertisol soil type at 0.5, 1, 2, 3 and 5 cm depth and recorded seedling emergence after 64 days. A randomized block designs with factorial arrangement was used and data was analyzed with GLM from SAS (Tukey, 0.05%). In native and introduced grasses after AAT germination decreased at lower CS and longer time of stress ($p < 0.05$). Similarly germination was higher by seeding diaspores vs. caryopsis, contrary to introduced ($p < 0.05$). For PD, both native and introduced grasses, higher

* Recibido: marzo de 2015
Aceptado: junio de 2015

Para PS, en pastos nativos e introducidos, mayor emergencia ocurrió por mayor TC a cada PS ($p < 0.05$) y la emergencia fue mayor al sembrar diásporas vs. carióspsides ($p < 0.05$), sin importar el tipo de suelo; similarmente, mayor emergencia se obtuvo entre 0.5 y 3 cm y ésta se redujo marcadamente a mayor PS sin importar el tipo de propágulo. El vigor y tipo de unidad de dispersión influyen la germinación y emergencia, por lo que su consideración es una buena ruta para desarrollar alternativas para el incremento del establecimiento de praderas de temporal en zonas áridas.

Palabras clave: diásporas, carióspside, embrión, pastos nativos.

Introducción

En México, desde 1930 el deterioro de los pastizales se ha manifestado como respuesta al cambio de uso de suelo y descanso parcial o nulo de potreros bajo pastoreo (PMARP, 2012; Quero *et al.*, 2014), lo que ha ocasionado el deterioro de componentes bióticos y abióticos del ecosistema. Por lo que es importante invertir recursos financieros y científicos en la recuperación de las áreas de pastizal (SEMARNAT, 2009; PMARP, 2012). Probert y Hay (2000), reportan que los pastizales se deben resembrar con semilla de calidad para establecer mayor número de plantas en áreas degradadas; por tanto, es importante, optimizar el manejo de cosecha y almacenamiento, ya que éstos influyen su calidad biológica (Ferguson, 1995), lo que afecta su respuesta (Marshall y Naylor, 1985; Happ *et al.*, 1993), ya que en campo, las semillas se exponen a un conjunto de factores negativos para su establecimiento exitoso. Las pruebas de envejecimiento acelerado (PEA) diferencian la calidad entre lotes de semilla, predicen la vida de anaquel y la emergencia en campo (Wang y Hampton, 1991; Marshall y Naylor, 1985). Técnicas específicas de deterioro controlado se han desarrollado para definir el potencial de emergencia de la semilla (Powell y Matthews, 2005). Mayor tamaño de carióspside es importante para obtener mayor emergencia; (Naylor, 1980); en *Lolium perenne*, a 0.5 cm de profundidad obtuvo 95% de emergencia y Cox y Martin (1984), en cuatro variedades de *Eragrostis* spp., encontraron mayor emergencia entre 0 y 0.5 cm de profundidad de siembra. En cereales de grano pequeño López-Castañeda *et al.* (1996), obtuvieron mayor emergencia a mayor tamaño de carióspside (TC) y embrión, lo que resultó en plantas de mayor vigor y les permitió sobrevivir a la sequía interestival y producir mayor cantidad de grano; similares resultados se

emergence occurred at higher CS on each PD ($p < 0.05$) and emergence was higher by seeding diaspores vs caryopsis ($p < 0.05$), regardless of soil type; similarly a higher emergence was obtained between 0.5 and 3 cm and this decreased markedly at higher PD regardless of the propagules. Vigor and type of dispersal unit influence both germination and emergence, so taking into consideration this is a good way to develop alternatives to increase the establishment of rain-fed meadows in arid regions.

Keywords: caryopsis, diaspores, embryo, native grasses.

Introduction

In Mexico, since 1930 the deterioration of pastureland has appeared as response to change in land use and partial break or null of grazing pastures (PMARP, 2012; Quero *et al.*, 2014), which has caused the deterioration of biotic and abiotic components of the ecosystem. Therefore it is important to invest financial and scientific resources in the recovery of pasture areas (SEMARNAT, 2009; PMARP, 2012). Probert and Hay (2000) reported that pastureland should be replanted with quality seed to establish more plants in degraded areas; it is important to optimize crop management and storage, as these affect its biological quality (Ferguson, 1995), affecting its response (Marshall and Naylor, 1985; Happ *et al.*, 1993), since in the field, seeds are exposed to a series of negative factors for successful establishment.

Accelerated aging tests (AAT) differentiate quality between seed batches predicting shelf life and emergence in field (Wang and Hampton, 1991; Marshall and Naylor, 1985). Controlled spoilage techniques have been developed to define the potential emergence of the seed (Powell and Matthews, 2005). Larger size of Caryopsis is important for major emergency; (Naylor, 1980); in *Lolium perenne* at 0.5 cm depth obtained 95% emergence and Cox and Martin (1984), in four varieties of *Eragrostis* spp., found higher emergency between 0 and 0.5 cm depth.

In small grain cereals López-Castañeda *et al.* (1996), obtained higher emergency with larger caryopsis (CS) and embryo, resulting in more vigorous plants, allowing them to survive drought periods and produce more grain; similar results are reported in *Eragrostis tef*, except for grain yield (Baley *et al.*, 2009).

reportaron en *Eragrostis tef*, excepto para rendimiento de grano (Baley *et al.*, 2009). El efecto de TC y uso de diásporas (brácteas accesorias + cariósipide, utilizadas normalmente en siembras de praderas) con envejecimiento acelerado y profundidades de siembra sobre germinación y emergencia en pastos nativos del Desierto Chihuahuense, para zonas de escasa precipitación, no está documentado. Por lo anterior, el objetivo del estudio fue caracterizar tipos de unidades de dispersión (cariósipides y diásporas) de Banderita y Navajita (pastos nativos) y de Buffel y Rhodes (pastos introducidos); similarmente, evaluar germinación y emergencia posterior a pruebas de envejecimiento acelerado y profundidades de siembra, tanto en cariósipides clasificados como en diásporas, en condiciones controladas.

Materiales y Métodos

La investigación se realizó en Montecillo, Texcoco, Estado de México de febrero a agosto de 2011. El material vegetal consistió de semilla de dos gramíneas nativas (Nativas): Banderita *Bouteloua curtipendula* (Michx.) Torr., variedad Reno y Navajita *Bouteloua gracilis* (Willd. ex Kunth) Lag. ex Griffiths y dos gramíneas introducidas (introducidas): Buffel *Cenchrus ciliaris* L., variedad Común o T4464 y Rhodes *Chloris gayana* Kunth, variedad Bell. La semilla de estos materiales se adquirió en enero 2009 de empresa comercial. Las unidades de dispersión completas (diásporas) se almacenaron en condiciones de laboratorio constantes (obscuridad, 12°C y 40% HR) en recipientes plásticos sellados, sin que se observaran plagas. Posteriormente, a partir de 100 g de diásporas, se eliminaron brácteas florales (BF): glumas, lema, palea, aristas y ramillas, según especie y se pesó a las cariósipides resultantes (Cuadro 1). Para obtener la relación embrión: endospermo de cada especie y tamaño (Cuadro 1), se tomaron 100 cariósipides al azar y se mantuvieron húmedos por 6 horas con agua destilada y posteriormente, se extrajeron los embriones, en cuatro repeticiones de 25, se colocaron en caja Petri, se secaron en estufa de aire forzado a 42 °C durante 8 h y se pesaron en balanza analítica (Mettler, HK160; ± 0.0001 g). Las pruebas de envejecimiento acelerado (PEA), se realizaron de febrero a abril de 2011, con 31 días de diferencia (tres fechas de siembra) y, las de emergencia, a diferente profundidad de siembra (PS), de marzo a agosto de 2011, con 65 días de diferencia (tres fechas de siembra). Para ésto, en cada fecha de siembra, ya sea para PEA o PS, se eliminaron BF de cada especie, mediante fricción manual con cajón y almohadilla, forrados

The effect of CS and use of diaspores (accessory bracts + caryopsis, often used in planting prairies) with accelerated aging and planting depths on germination and emergence in the Chihuahua Desert, for areas with low rainfall, is not documented. Therefore, the objective of the study was to characterize types of dispersal units (caryopses and diaspores) of Banderita and Navajita (native grasses) and Buffel and Rhodes (introduced grasses); similarly, evaluate germination and subsequent emergency after accelerated aging tests and planting depths, both in caryopses classified as diaspores under controlled conditions.

Material and methods

The research was conducted in Montecillo, Texcoco, State of Mexico from February to August 2011. The plant material consisted of two native grasses (native). Banderita *Bouteloua curtipendula* (Michx) Torr., Reno variety and Navajita *Bouteloua gracilis* (Willd. ex Kunth) Lag. ex Griffiths and two introduced grasses (introduced): Buffel *Cenchrus ciliaris* L., Common variety or T4464 and Rhodes *Chloris gayana* Kunth, Bell variety. The seed of these materials were acquired in January 2009 from a trading company. Complete dispersal units (diaspores) were stored under laboratory conditions (dark, 12 °C and 40% RH) in sealed plastic containers.

Subsequently, from 100 g of diaspores, floral bracts (BF) were removed: husks, lemma, palea, awn and twigs, according to species, weighing the resulting caryopses (Table 1). To obtain the embryo: endosperm ratio of each species and size (Table 1), 100 caryopses were randomly taken and were kept moist for 6 h with distilled water and then the embryos were extracted in four replicates of 25, placed in Petri dish, dried in forced air oven at 42 °C for 8 h and weighed on analytical balance (Mettler, HK160; ± 0.0001 g).

Accelerated aging tests (AAT), were conducted from February to April 2011, 31 days apart (three planting dates) and emergence test, to different planting depth (PD), from March to August 2011 with 65 days apart (three planting dates). For this, on each sowing date, either AAT or PD, BF of each species were removed by manual friction on a box and pad, wrapped with corrugated rubber, to obtain 150 g of caryopses by species; subsequently, caryopses were

con caucho corrugado, hasta obtener 150 g de cariósides por especie; posteriormente, las cariósides se clasificaron por tamaño (TC) al utilizar tamices para obtener grandes (CG), medianos (CM) y chicos (Cch). En Banderita y Buffel, los diámetros de tamiz para CG, CM y Cch fueron de 0.70, 0.59 y 0.50 mm, respectivamente; para Navajita y Rhodes, 0.59, 0.50 y 0.42 mm, respectivamente. Se eliminaron cariósides rotas y ralladas, con microscopio estereoscópico. Una semana antes de cada prueba (PEA o PS), tanto para TC como diásporas, se realizó prueba de viabilidad mediante tetrazolio al 0.1% (Cuadro 1; ISTA, 2012), para sembrar en base a semilla pura viable (SPV) y uniformizar la oportunidad de germinación o emergencia en los tratamientos.

classified by size (CS) using sieves to obtain large (CG), medium (CM) and small (Cch). In Banderita and Buffel sieve diameters for CG, CM and Cch were 0.70, 0.59 and 0.50 mm, respectively; for Navajita and Rhodes, 0.59, 0.50 and 0.42 mm, respectively.

Torn and shredded caryopses were removed, with stereoscopic microscope. A week before each test (AAT or PD), for both CS and diaspores, viability test were made using tetrazolium 0.1% (Table 1; ISTA, 2012), to sow based on pure seed viability (SPV) and homogenize the opportunity for germination or emergence in treatments.

Cuadro 1. Peso de cariósides en 100 g de diásporas, relación embrión endospermo y viabilidad por tamaño de cariósido, de semilla experimental de dos pastos nativos y dos introducidas.

Table 1. Caryopses weight in 100g of diaspores, embryo:endosperm ratio and viability by caryopsis size, from experimental native grass seed and two introduced.

Especie	TC	P (g)	E:E	Viabilidad (%)					PV
				Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jul.	
Navajita	Chico	3.9 ^{ef}	0.084 ^{de t}	37 ^c	36 ^c	35 ^d	34 ^d	30 ^d	19%
	Mediano	10.4 ^c	0.09 ^d	80 ^c	80 ^c	80 ^b	79 ^b	78 ^{ab}	
	Grande	21.3 ^a	0.10 ^{abc}	85 ^{bc}	84 ^{bc}	82 ^b	78 ^b	75 ^b	11.8%
Banderita	Chico	2.5 ^{fg}	0.079 ^{ef}	63 ^d	56 ^d	54 ^c	51 ^c	48 ^c	23.8%
	Mediano	19.3 ^a	0.095 ^{bcd}	90 ^b	88 ^{ab}	85 ^b	83 ^{ab}	79 ^{ab}	
	Grande	2.6 ^{fg}	0.107 ^a	96 ^a	93 ^a	92 ^a	91 ^a	86 ^a	10.4
Buffel	Chico	1.1 ^g	0.069 ^{fg}	38 ^c	39 ^c	37 ^c	34 ^c	33 ^c	13.2
	Mediano	5.0 ^e	0.075 ^{fg}	79 ^b	79 ^b	77 ^b	73 ^b	68 ^b	
	Grande	15.4 ^b	0.076 ^{ef}	92 ^a	90 ^a	88 ^a	88 ^a	87 ^a	5.4
Rhodes	Chico	7.7 ^d	0.104 ^{ab}	49 ^d	45 ^c	42 ^c	41 ^c	37 ^c	24.5
	Mediano	11.3 ^c	0.072 ^{fg}	77 ^b	76 ^b	75 ^b	74 ^b	73 ^b	
	Grande	5.5 ^{de}	0.0645 ^g	87 ^a	87 ^a	85 ^a	84 ^a	82 ^a	5.7

¹Literales por columna son promedios estadísticamente diferentes ($p < 0.01$). P (g) = Peso de cariósides en 100 g de diásporas, la diferencia corresponde al peso de brácteas accesorias (glumas, lema, palea, ramilla y aristas). E:E = proporción Embrión: Endospermo; TC = Tamaño de cariósido. PV. Relación de pérdida de viabilidad (%) dentro de tamaño de cariósido durante el periodo evaluado.

Para realizar PEA, se utilizaron cajas plásticas (10 x 10 x 5 cm) previamente desinfectadas (hipoclorito comercial al 0.6%); posteriormente, se vertieron 80 ml de agua destilada en cada caja y se les colocó una malla (< 0.25mm) y sobre ésta, el propágulo (TC o diáspora; aproximadamente 1500) por especie; posteriormente, se sellaron con cinta adhesiva para conservar condiciones de humedad relativa (100%). Después, se calibró la estufa a 42 °C y se introdujeron las cajas con propágulos para permanecer por 12, 24 o 36 horas. Una vez concluido el tiempo de estrés (TE), se lavó el material biológico (también el testigo; para cada TC y

To perform AAT, plastic boxes (10 x 10 x 5 cm) previously disinfected (commercial hypochlorite 0.6%) were used; then 80 ml of distilled water were poured into each box and placed a mesh (<0.25mm) and on top of this, the propagule (CS or diaspores; approximately 1 500) per species; Then, sealed with tape to keep relative humidity conditions (100%). Afterwards the oven was calibrated at 42 °C and the boxes with the propagules were introduced for 12, 24 or 36 h. Once the stress time (TE) is completed, the biological material (also the control, for each CS and diaspores) was washed with commercial hypochlorite

diásporas) con hipoclorito comercial (0.6%) durante 3 min e inmediatamente se sumergieron las semillas en Captan (1 g L⁻¹ agua), durante 3 min y se enjuagó con agua destilada. A continuación, en laboratorio, sobre papel filtro, se esparció de manera equidistante cada especie por tipo de unidad de dispersión (TC y/o diásporas) a cada TE y al testigo y, con microscopio estereoscópico, se detectó y eliminó semilla con signos visibles de germinación. Para la siembra después de PEA, por especie, tamaño de cariósipide o diásporas y testigo, se utilizaron cuatro repeticiones de 100 unidades de dispersión en base a SPV con cuatro repeticiones (ISTA, 2012). Los sustratos incluyeron 1) papel filtro, para sembrar TC en caja plástica transparente (20 x 15 x 8 cm) con flujo ligero de aire; 2) Peat moss, para sembrar diásporas a 1 cm de profundidad en charolas de 40 x 30 x 5 cm. Las siembras se colocaron en cámara de ambiente controlado a 22 °C constantes con 24 h de luz fluorescente. Para TC, se aplicaron 30 ml de agua destilada por debajo del papel filtro cada 48 horas y, para diásporas, 100 ml por aspersión, cada 72 horas. La germinación de plántulas normales para TC y diásporas, se consideraron efectivas hasta el momento de primera hoja visible y se contabilizaron cada 24 horas; en TC, durante 15 días después de la siembra (dds) y, en diásporas, hasta 30 dds (ISTA, 2012).

Para sembrar en invernadero a diferentes PS, se desinfectaron las unidades de dispersión y charolas (de 70 orificios individuales de 4 x 2 x 10 cm, cada uno), mediante inmersión en solución de hipoclorito de sodio comercial al 0.6%, durante 3 min; posteriormente, se enjuagaron con agua destilada y se secaron a la sombra. Como sustrato, se utilizó suelo tipo Calcisol, de Salinas Hidalgo, San Luis Potosí y Vertisol, de Atotonilco El Grande, Hidalgo (INEGI, 2004; INEGI, 2012) los cuales, se sometieron a esterilización en autoclave durante 6 h, para anular maleza y enfermedades. La siembra en ambos suelos se realizó después de 36 h del riego a saturación. Las PS para cada suelo, especie y tipo de unidad de dispersión fueron 0.5, 1.0, 2.0, 3.0 y 5.0 cm. Las siembras se realizaron en base a SPV para esperar la emergencia de cinco plántulas en cada contenedor. Se regó a cada unidad experimental cada 48 h con 30 cm³ aplicados con dosificador, en tres tiempos (cada 5 min) de 10 cm³. La cuantificación de plántulas se realizó cada 24 h durante 64 d, tanto para TC como diásporas y fue efectiva cuando la primera hoja fue evidente.

Para caracterización de semilla los tratamientos incluyeron la combinación de cuatro pastos con tres TC: 1) para PEA, consistieron en Nativas (Navajita y Banderita) y dos Introducidas (Buffel y Rhodes), con tres TC para cada TE

(0.6%) for 3 min and immediately the seeds were immersed in Captan (1 g L⁻¹ water) for 3 min and rinsed with distilled water.

Following, in the laboratory, on filter paper, each species was spread evenly by dispersion unit (CS and diaspore) at each TE and control; with stereoscopic microscope detected and eliminated seeds with visible signs of germination. To sow after AAT, by species, caryopsis size or diaspores and control, four replications of 100 dispersion units were used based on SPV with four replications (ISTA, 2012). The substrates included 1) filter paper, to sow CS in transparent plastic box (20 x 15 x 8 cm) with a slight air flow; and 2) Peat moss, to sow diaspores at 1 cm deep in trays of 40 x 30 x 5 cm. Plantings were placed in controlled environment chamber at 22 °C with 24 h fluorescent light.

For CS, 30 ml of distilled water were applied below the filter paper every 48 h, for diaspores 100 ml per spraying each 72 h. Germination of normal seedlings for CS and diaspores were considered effective until first visible leaf and counted every 24 h; in CS, for 15 days after sowing (dds) and in diaspore, up to 30 dds (ISTA, 2012).

To plant in greenhouse at different PD, the dispersion units and trays (70 individual holes 4 x 2 x 10 cm, each) were disinfected by immersion in commercial sodium hypochlorite 0.6% for 3 min; then rinsed with distilled water and dried under shade. As substrate a Calcisol soil from Salinas Hidalgo, San Luis Potosi and a Vertisol soil from Atotonilco El Grande, Hidalgo (INEGI, 2004; INEGI, 2012) same that were autoclaved for 6 h, to destroy weeds and diseases. Planting in both soils was performed after 36 h of irrigation to saturation. PD for each soil, species and dispersion unit were 0.5, 1, 2, 3 and 5 cm. Plantings were made based on SPV to await for emergence of five seedlings in each container. Each experimental unit was irrigated every 48 h with 30 cm³ applied with dispenser, three times (every 5 min) of 10 cm³. Seedling quantification was made every 24 h for 64 d, for both CS and diaspores and was effective when the first leaf was evident.

For seed characterization to treatments, included a combination of four grasses with three CS: 1) for AAT, consisted of native (Navajita and Banderita) and two introduced (Buffel and Rhodes) with three CS for each TE (0, 12, 24 or 36 hours), i.e., 24 treatments for native and 24 for Introduced; 2) for diaspores, the combination of two native or two introduced at each TE, resulting in eight

(0, 12, 24 o 36 horas), *i.e.*, 24 tratamientos para Nativas y 24 para Introducidas; 2) para diásporas, la combinación de dos Nativas o dos Introducidas a cada TE resultó en ocho tratamientos para Nativas y ocho para Introducidas; 3) PS en invernadero, en dos Nativas y dos Introducidas, con dos suelos (Calcisol o Vertisol), tres TC (Ch, M y G) y cinco PS; *i.e.*, 60 tratamientos en Nativas y 60 en Introducidas; mientras que 4) para diásporas, en la combinación de dos suelos con dos Nativas y dos Introducidas, para cada PS, lo que resultó en 12 tratamientos para Nativas y 12 para Introducidas. Las variables de respuesta incluyeron: 1) caracterización de semilla, peso de cariósides en 100 g de diásporas, relación embrión: endospermo y viabilidad, para febrero, marzo, abril, mayo y julio de 2011, 2) PEA y PS, número de plántulas normales. El diseño utilizado en caracterización fue completamente al azar con arreglo factorial 4 x 3 y para PEA y PS bloques completamente al azar con arreglo factorial. Los datos de germinación y emergencia de PEA y PS se transformaron a raíz cuadrada $\sqrt{+0.5}$ para su análisis estadístico (SAS, 2009) y Tukey (<0.05) para comparación de medias.

Resultados

Se documentaron diferencias ($p < 0.01$) en densidad de cariósides por unidad de peso de diásporas, se observó mayor proporción de CG en Navajita y Buffel; mientras que, para Banderita y Rhodes, se observó mayor proporción de CM. La relación embrión: endospermo (E:E) en Nativas y Buffel, se relacionó directamente con el TC; sin embargo, esta relación fue inversa en Rhodes ($p < 0.01$). La viabilidad fue diferente en cada fecha de muestreo ($p < 0.01$); en general, disminuyó por especie y tamaño de cariósido, conforme avanzó el periodo de estudio (Cuadro 1) y en todas las especies los cariósides de mayor tamaño mostraron mayor viabilidad y menor disminución de ésta durante el periodo de evaluación; mientras que, las Nativas, mostraron menor efecto, en comparación con las Introducidas. Tanto para Nativas e Introducidas, la viabilidad fue mayor y la velocidad de pérdida de ésta fue menor en cariósides grandes (Cuadro 1).

Envejecimiento acelerado de cariósides. En Nativas, se observaron diferencias de germinación entre tratamientos para cada TE ($p < 0.01$; Cuadro 2), la germinación disminuyó a mayor TE, las CCh mostraron mayor susceptibilidad al TE. En Navajita en CCh y CM, no se observaron diferencias de

tratamientos para native and eight for introduced; 3) PD in greenhouse, two native and two introduced, with two soil types (Calcisol or Vertisol), three CS (Ch, M and G) and five PD; *i.e.* 60 treatments in native and 60 in introduced; while 4) for diaspores, in combination of two soil types with two natives and two introduced for each PD, resulted in 12 treatments for Native and 12 for Introduced. Response variables included: 1) seed characterization, caryopsis weight in 100 g of diaspore, embryo : endosperm ratio and viability, for February, March, April, May and July 2011; and 2) AAT and PD, number of normal seedlings. A design used for characterization was a completely randomized with factorial arrangement 4 x 3 and for AAT and PD a randomized complete block with factorial arrangement. Germination and emergence data of AAT and PD were transformed to square root $\sqrt{+0.5}$ for statistical analysis (SAS, 2009) and for mean comparison Tukey (<0.05).

Results

Differences ($p < 0.01$) in caryopses density per unit weight of diaspores were documented; it was observed a higher proportion of CG in Navajita and Buffel; while for Banderita and Rhodes, a higher proportion of CM was observed. Embryo: endosperm ratio (E: E) in Native and Buffel, directly related to CS; however, this relationship was inverse in Rhodes ($p < 0.01$). The viability was different in each sampling date ($p < 0.01$); generally it decreased by species and caryopses size, as the study period advanced (Table 1) and in all species, larger caryopses showed more viability and less reduction of it during the evaluation period; whereas native showed smaller effect compared to Introduced. Both for native and introduced, the viability was higher and the loss rate of this was lower in large caryopses (Table 1).

Caryopses accelerated aging. Germination differences were observed in natives between treatments for each TE ($p < 0.01$; Table 2), germination decreased at greater TE, Cch showed increased susceptibility to TE. In Navajita at Cch and CM, there were no difference from 12 to 24 h ($p > 0.05$), contrary to large CS ($p < 0.05$). In Banderita, each CS and TE showed differences ($p < 0.05$). For each TE in Navajita, germination was 62, 19, 14 and 4% lower ($p < 0.05$) than that observed for Banderita 81, 68, 50 and 42%, respectively. On average, medium and large CS in Banderita retained 60% viability with higher TE; meanwhile, Navajita retained in the best case for large CS, 8% of the original viability (Table 2).

12 a 24 horas ($p > 0.05$), contrario a TC grande ($p < 0.05$). En Banderita, cada TC y TE mostró diferencias ($p < 0.05$). Para cada TE en Navajita, la germinación fue 62, 19, 14 y 4%, menor ($p < 0.05$) a aquella observada para Banderita: 81, 68, 50 y 42%, respectivamente. En promedio, los TC medianos y grandes en pasto Banderita retuvieron el 60% de viabilidad con TE mayor; por su parte, Navajita retuvo en el mejor caso para TC grande, 8% de la viabilidad original (Cuadro 2).

For introduced, differences between treatments per TE ($p < 0.01$; Table 3) were observed and the germination behavior in Buffel decreased at higher TE; while Rhodes showed higher germination at 12 h TE ($p < 0.05$) and then it decreased. For introduced species, Cch showed lower percentage of normal seedlings. On average germination by species, after 0, 12, 24 and 36 h TE, Rhodes was 71, 82, 78 and 72%, outperforming Buffel, with 64, 60, 54 and 38%,

Cuadro 2. Porcentaje de germinación para tres tamaños de cariósipide en Navajita y Banderita, en respuesta a tratamientos de envejecimiento acelerado.

Table 2. Germination percentage for three caryopsis size in Navajita and Banderita in response to accelerated aging treatments.

Especie	TC	Envejecimiento acelerado (horas)						DMS _h	media	
		0	12	PV	24	PV	36			PV
Navajita	Chico	50 ^{eAt}	14 ^{eB}	72	12 ^{cbB}	76	3 ^{cC}	94	3.6	20 ^d
	Mediano	56 ^{dA}	15 ^{eB}	73	13 ^{cbB}	76	4 ^{cC}	93	3.6	22 ^{cd}
	Grande	80 ^{bA}	27 ^{dB}	66	15 ^{cC}	81	6 ^{cD}	92	4.6	32 ^{bc}
Banderita	Chico	63 ^{cA}	51 ^{eB}	19	27 ^{bcC}	57	18 ^{bD}	71	5.4	40 ^b
	Mediano	84 ^{bA}	73 ^{bB}	13	62 ^{aC}	26	55 ^{aD}	35	5.3	68 ^a
	Grande	95 ^{aA}	79 ^{aB}	17	60 ^{aC}	37	52 ^{aD}	45	3.9	72 ^a
Promedio		71	43		31		23			42
DMS _h		4.3	4.6		4.7		5.18			11.7

¹ Literales iguales en columnas e hileras, son promedios estadísticamente similares ($p > 0.05$); literales minúsculas corresponden a columnas y mayúsculas a hileras. TC = Tamaño de Cariósipide. DMS_h = Diferencia mínima significativa honesta. PV. Pérdida de la germinación (%), respecto al testigo.

Para Introducidas, se observaron diferencias entre tratamientos por TE ($p < 0.01$; Cuadro 3) y el comportamiento de la germinación en Buffel disminuyó a mayor TE; mientras que Rhodes, mostró mayor germinación a 12 h de TE ($p < 0.05$) y, posteriormente ésta disminuyó. Para ambas especies Introducidas, las Cch mostraron menor porcentaje de plántulas normales. En promedio, la germinación por especie, posterior a 0, 12, 24 y 36 horas de TE, en Rhodes fue 71, 82, 78 y 72% y superó a Buffel, el cual registró 64, 60, 54 y 38%, respectivamente. El CCh de Rhodes mostró mayor germinación con los TE y, en general mostró menor pérdida de germinación en CG y CM; por el contrario, Buffel mostró decrementos mayores en CCh y CM respecto al CG, pero mostró incrementos en germinación únicamente para el TE de 12 h y en cariósipide chica (Cuadro 3). Evaluadas a 36 h de PEA, las CG de Introducidas mostraron mayor vigor comparadas con las CG de Nativas ($p < 0.05$). Rhodes perdió 8%; Buffel, 24%; Banderita, 45% y Navajita, 93% de la germinación registrada por el testigo sin PEA. Lo anterior, es informativo del manejo de la semilla para la siembra de

respectively. Rhodes Cch showed higher germination with TE and overall showed lower germination loss in CG and CM; on the contrary, Buffel showed greater decreases in Cch and CM compared to CG, but showed increases in germination for 12 h TE and in small caryopsis (Table 3). Evaluated at 36 h of AAT, Introduced CG showed greater vigor compared to Native CG ($p < 0.05$). Rhodes lost 8%; Buffel, 24%; Banderita 45% and Navajita 93% of germination recorded by the control without AAT. The above, shows the importance of seed management to plant in meadows and the importance of this type of test to define the amount and seed quality to be used (Quero *et al.*, 2014).

Diaspores accelerated aging. Differences in seedling emergence for Native and Introduced were observed ($p < 0.05$; Table 4); overall, at higher TE lower emergence. For Native, Banderita showed higher emergency for each TE, compared to Navajita ($p < 0.01$) and total average ($p < 0.01$; 67 vs 35%). In Introduced, Rhodes outperformed Buffel in each TE and on average ($p < 0.01$; 44 vs 36%), respectively.

praderas y/o de la importancia de establecer este tipo de pruebas para la mejor definición de la cantidad y calidad de la semilla a utilizar (Quero *et al.*, 2014).

Classification of caryopsis emergence and seeded at different depths. For native, there were differences in emergence at 0.5, 1, 2, 3 and 5 cm and on average for

Cuadro 3. Porcentaje de germinación para tres tamaños de cariósipide en pasto Buffel y Rhodes en respuesta a tratamientos de envejecimiento acelerado.

Table 3. Germination percentage for three caryopsis size in Buffel and Rhodes grass, in response to accelerated aging treatments.

Especie	TC	Envejecimiento acelerado (horas)							DMS _h	Promedio
		0	12	PV	24	PV	36	PV		
Buffel	Chico	47 ^{eAt}	48 ^{eA}	-2	44 ^{eA}	6	21 ^{eB}	55	5.1	40 ^d
	Mediano	67 ^{bA}	60 ^{dB}	10	54 ^{dC}	19	32 ^{dD}	52	4.1	53 ^c
	Grande	80 ^{aA}	71 ^{cAB}	11	64 ^{eB}	20	61 ^{eB}	24	17	69 ^b
Rhodes	Chico	52 ^{bA}	77 ^{bA}	-48	74 ^{bB}	-42	67 ^{bC}	-24	5	68 ^b
	Mediano	79 ^{aB}	85 ^{aA}	-20	76 ^{bBC}	4	73 ^{aC}	8	3.2	78 ^a
	Grande	83 ^{aA}	85 ^{aA}	-2	83 ^{aA}	0	76 ^{aB}	8	3.6	82 ^a
	Promedio	68	71		66		55			65
	DMS _h	4.4	4.3		5.05		5.11			5.7

^tLiterales iguales en columnas e hileras, son promedios estadísticamente similares ($p > 0.05$); literales minúsculas corresponden a columnas y mayúsculas a hileras. DMS_h= Diferencia mínima significativa honesta. TC = Tamaño de Cariósipide. PV. Pérdida ó incremento (valores negativos) de la germinación (%), respecto al testigo. Los valores negativos indican un efecto positivo del TE sobre la germinación.

Envejecimiento acelerado en diásporas. Se observaron diferencias en la emergencia de plántulas tanto en Nativas como en Introducidas ($p < 0.05$; Cuadro 4); en general, a mayor TE ocurrió menor emergencia. Para Nativas, Banderita mostró mayor emergencia a cada TE, en comparación con Navajita ($p < 0.01$) y en promedio total ($p < 0.01$; 67 vs. 35%). En Introducidas, Rhodes superó a Buffel en cada TE y en promedio ($p < 0.01$; 44 vs. 36%), respectivamente.

these ($p < 0.01$; Table 5). Within treatments, there were no differences for Navajita planted with Ch or M CS in Vertisol soil and for small CS in Calcisol soil ($p > 0.05$). In general, regardless of CS, emergence decreased for each CS to higher PD; large caryopses showed greater emergence within each PD, and compared to CM and CCh ($p < 0.01$); the above, confirms that at higher CS, greater vigor.

Cuadro 4. Capacidad de emergencia (%) de diásporas, sembradas a 0.5 cm de profundidad, de cuatro especies de gramíneas, en respuesta a tratamientos de envejecimiento acelerado.

Table 4. Emergence Capacity (%) of diaspores, seeded at 0.5 cm depth, in four species of grasses, in response to accelerated aging treatments.

Especie	TE horas	Emergencia (%)	Especie	TE horas	Emergencia (%)
Navajita	0	43 ^{bc t}	Buffel	0	43 ^d
	12	35 ^d		12	28 ^f
	24	34 ^f		24	24 ^g
	36	34 ^f		36	15 ^h
Reducción		21%			65%
Banderita	0	88 ^a	Rhodes	0	87 ^a
	12	72 ^b		12	62 ^b
	24	68 ^c		24	57 ^c
	36	58 ^d		36	44 ^d
Reducción		34%			49%
Promedio		52	Promedio		40
DMS _h		3.71	DMS _h		3.45

^tLiterales minúsculas iguales en columna representan promedios estadísticamente similares ($p > 0.05$). TE= Tiempo de estrés. DMS_h= Diferencia mínima significativa honesta.

Emergencia de cariósides clasificados y sembrados a diferente profundidad. Para Nativas, se observaron diferencias en emergencia a PS de 0.5, 1, 2, 3 y 5 cm y en los promedios para éstas ($p < 0.01$; Cuadro 5). Dentro de tratamientos, no se documentaron diferencias para Navajita sembrada con TC Ch o M, en suelo Vertisol y TC chica en suelo Calcisol ($p > 0.05$). En general, sin importar el TC, la emergencia disminuyó para cada TC a mayor PS; cariósides grandes, mostraron mayor emergencia a dentro de cada PS, y en comparación con CM y CCh ($p < 0.01$); lo anterior, confirma que a mayor TC, mayor vigor.

On average, by soil, the highest emergence was recorded at 0.5 cm in Vertisol vs Calcisol ($p < 0.01$; 20 vs. 15%) and similar ($p > 0.05$) at 5 cm (2 vs. 2%), 1 cm (14 vs 13%) and 2 cm (10 vs 8%) and different ($p < 0.01$) at 3.0 cm (8 vs 4%), respectively. Banderita and Navajita showed higher emergence between 0.5 and 2 cm PD; however both species at 5 cm showed no differences ($p > 0.05$). In Banderita, up to 3 cm PD; it is obvious the advantage of using CG ($p < 0.05$), with average losses of 17, 32 and 53%; in contrast to levels of 15, 43 and 89%, for small caryopsis in Banderita (1, 2 and 3 cm PD), regarding to the emergence observed at 0.5 cm, for each CS.

Cuadro 5. Emergencia de plántulas (%) de dos especies nativas, clasificadas en tres tamaños de cariósida, a diferente profundidad de siembra y dos tipos de suelo.

Table 5. Seedling emergence (%) of two native species, classified in three caryopsis size, at different planting depths and two soil types.

Origen suelo	Especie	TC	Profundidad de siembra (cm)					RE (%)	DMSH	Promedio	
			0.5	1.0	2.0	3.0	5.0				
Hidalgo	Banderita	Chico	17 ^{bcAt}	12 ^{abA}	9 ^{cdA}	2 ^{bB}	0 ^{aB}	100	7.4	8 ^{bc}	
		Mediano	19 ^{bcA}	17 ^{abAB}	10 ^{bcdBC}	7 ^{abC}	3 ^{aC}	84	8.6	11 ^b	
		Grande	24 ^{bA}	25 ^{aA}	21 ^{aA}	16 ^{aAB}	3 ^{aB}	87	12.8	18 ^a	
	Navajita	Chico	6 ^{cA}	8 ^{bA}	6 ^{cdA}	5 ^{abA}	1 ^{aA}	83	8.1	5 ^c	
		Mediano	11 ^{bcA}	8 ^{bA}	5 ^{cdA}	6 ^{abA}	3 ^{aA}	72	8.5	7 ^{bc}	
		Grande	15 ^{bcA}	14 ^{abAB}	9 ^{cdAB}	10 ^{abAB}	5 ^{aB}	67	10.3	11 ^b	
	S.L.P.	Banderita	Chico	13 ^{bcA}	13 ^{abA}	8 ^{cdAB}	0 ^{bC}	1 ^{aBC}	92	7.6	7 ^{bc}
			Mediano	23 ^{bA}	15 ^{abAB}	14 ^{abcAB}	7 ^{abBC}	1 ^{aC}	96	11.3	12 ^b
			Grande	39 ^{aA}	24 ^{aAB}	19 ^{abBC}	15 ^{aBC}	5 ^{aC}	87	15.2	20 ^a
Navajita		Chico	7 ^{cA}	7 ^{bA}	2 ^{dA}	1 ^{bA}	1 ^{aA}	86	6.9	4 ^c	
		Mediano	14 ^{bcA}	5 ^{bB}	2 ^{dB}	2 ^{bB}	2 ^{aB}	86	6.2	5 ^c	
		Grande	21 ^{bA}	13 ^{abB}	4 ^{cdC}	2 ^{bC}	2 ^{aC}	90	7.7	8 ^{bc}	
	Promedio		17	13	9	6	2		10		
	DMSH		13.2	14.1	9.7	11.9	6		5.65		

^tLiterales iguales en columnas o hileras representan promedios iguales ($p > 0.05$), literales minúsculas corresponden a columnas y, mayúsculas, a hileras. DMSH = Diferencia mínima significativa honesta. SLP = Estado de San Luis Potosí. RE. Reducción de la emergencia (%) desde 0.5 cm vs. 5.0 cm de profundidad

En promedio, por suelo, mayor emergencia se documentó a 0.5 cm en Vertisol vs. Calcisol ($p < 0.01$; 20 vs. 15%) y similar ($p > 0.05$) a 5 cm (2 vs. 2%), 1 cm (14 vs. 13%) y 2 cm (10 vs. 8%) y diferente ($p < 0.01$) a 3.0 cm (8 vs. 4%), respectivamente. Tanto Banderita como Navajita mostraron mayor emergencia entre 0.5 y 2 cm de PS; sin embargo para ambas especies, a 5 cm no se observaron diferencias ($p > 0.05$). En Banderita, hasta 3 cm de PS, es notoria la ventaja de utilizar CG ($p < 0.05$), con pérdidas promedio de 17, 32 y 53%; contrariamente a niveles de 15, 43 y 89%, para cariósida chico en Banderita (1, 2 y 3 cm de PS), respecto a la emergencia observada a 0.5 cm de profundidad, para cada TC respectivo.

For Introduced there were differences in emergence for each PD ($p < 0.01$; Table 6), between treatments, only Buffel grass, Calcisol soil and small CS showed no differences ($p > 0.05$). In general, emergence decreased for each CS at higher PD and CG showed higher emergence to each PD ($p < 0.01$); the above, confirms that at higher CS, greater vigor. By soil type (Vertisol vs Calcisol) to each PD, there were differences at 0.5 cm ($p < 0.01$; 44 vs 30%), 1 cm (60 vs 42%), 2 cm (44 vs 32% and 5 cm (10 vs 4%) and similar to 3 cm ($p > 0.01$; 20 vs 12%) respectively. On average PD and soil type showed no difference ($p > 0.05$) between Rhodes and Buffel (29 vs 31%) respectively.

Para Introducidas se observaron diferencias en emergencia para cada PS ($p < 0.01$; Cuadro 6), entre tratamientos, solamente en pasto Buffel, suelo Calcisol y TC chica no se observaron diferencias ($p > 0.05$). En general, la emergencia disminuyó para cada TC a mayor PS y CG mostró mayor emergencia a cada PS ($p < 0.01$); lo anterior, confirma que a mayor TC, mayor vigor. Por tipo de suelo (Vertisol vs. Calcisol) a cada PS, se observaron diferencias a 0.5 cm ($p < 0.01$; 44 vs. 30%), 1 cm (60 vs. 42%), 2 cm (44 vs. 32%) y 5 cm (10 vs. 4%) y similar a 3.0 cm ($p > 0.01$; 20 vs. 12%), respectivamente. En promedio de PS y tipo de suelo, no se observó diferencia ($p > 0.05$) entre Rhodes y Buffel (29 vs. 31%), respectivamente.

Diaspores emergence to different planting depths. For Native, seedling emergence from diaspores showed difference for 1.0 and 5.0 cm and total average, within treatments and between the two species ($p < 0.01$; Table 7). Higher emergency occurred between 0.5 and 1 cm and decreased at higher PD. In Vertisol soil, Banderita showed higher emergence in relation to Navajita ($p < 0.05$; 38 vs 29%); however, in Calcisol soil, Navajita was similar to Banderita ($p > 0.05$; 23 vs 22%).

In introduced using diaspores, there were differences at each PD, on average ($p < 0.05$; Table 8) and species planted in each soil type ($p < 0.01$; Table 8), except for Buffel in Calcisol ($p > 0.05$). By soil origin it was observed, consistently, higher

Cuadro 6. Capacidad de emergencia (%) de plántulas de dos especies introducidas, clasificadas en tres tamaños de cariósipide y sembradas a diferente profundidad de siembra, en dos tipos de suelo del Desierto Chihuahuense, México.

Table 6. Emergence capacity (%) of seedlings from two introduced species, classified in three caryopsis size and different planting depths on two soil types from the Chihuahua Desert, Mexico.

Origen de suelo	Especie	Tamaño	Profundidad de siembra (cm)					DMS _h	Promedio
			0.5	1.0	2.0	3.0	5.0		
Hidalgo	Rhodes	Chico	28 ^{bcdAt}	26 ^{abcA}	21 ^{abcA}	8 ^{cdeB}	3.6 ^{a.dB}	11.36	17 ^{bcd}
		Mediano	33 ^{bcA}	20 ^{bcB}	18 ^{bcB}	12 ^{b..eBC}	3.1 ^{a.dC}	10.47	17 ^{bcd}
		Grande	34 ^{bcA}	32 ^{abA}	29 ^{abA}	17 ^{bcB}	8.3 ^{ab}	9.6	24 ^{ab}
	Buffel	Chico	10 ^{efBC}	11 ^{cdBC}	17 ^{bcAB}	24 ^{abA}	5.2 ^{a.dC}	11.9	14 ^{cde}
		Mediano	10 ^{efBC}	13 ^{cdAB}	25 ^{abcA}	32 ^{aA}	6.3 ^{a.dC}	11.8	17 ^{bcd}
		Grande	21 ^{cdeABC}	23 ^{abcAB}	34 ^{aA}	17 ^{abcBC}	6.8 ^{abcC}	14.36	21 ^{bc}
SLP	Rhodes	Chico	10 ^{efA}	13 ^{cdA}	13 ^{cdA}	1 ^{eB}	0.5 ^{dB}	8.91	8 ^{ef}
		Mediano	38 ^{abA}	38 ^{aA}	26 ^{abcAB}	11 ^{b..eBC}	3.6 ^{a..dC}	15.01	23 ^{ab}
		Grande	51 ^{aA}	39 ^{aA}	35 ^{aA}	15 ^{b..eB}	7.3 ^{abB}	15.9	29 ^a
	Buffel	Chico	1 ^f	0 ^d	2 ^d	2 ^{de}	1.0 ^{cd}	3.28	1 ^f
		Mediano	14 ^{defA}	17 ^{bcA}	17 ^{bcA}	15 ^{b..eA}	2.1 ^{cdB}	10.7	13 ^{de}
		Grande	17 ^{deAB}	17 ^{bcAB}	19 ^{bcA}	16 ^{bcdAB}	7.3 ^{abB}	10.1	15 ^{cd}
Promedio		22	21	21	14	5		17	
DMS _h		15.36	15.4	14.8	14.7	6.37		7.13	

[†]Literales iguales en columnas o hileras representan promedios estadísticamente iguales ($P > 0.05$), literales minúsculas corresponden a columnas y, mayúsculas, a hileras. DMS_h = Diferencia mínima significativa honesta. SLP = Estado de San Luis Potosí.

Emergencia de diásporas a diferente profundidad de siembra. Para Nativas, la emergencia de plántulas a partir de diásporas mostró diferencia para 1 y 5 cm y promedio total, dentro de tratamientos y entre ambas especies ($p < 0.01$; Cuadro 7). Mayor emergencia ocurrió entre 0.5 y 1 cm y disminuyó a mayor PS. En suelo Vertisol, Banderita mostró mayor emergencia en relación a Navajita ($P < 0.05$; 38 vs. 29%); sin embargo, en suelo Calcisol, Navajita fue similar a Banderita ($p > 0.05$; 23 vs. 22%).

emergence in Vertisol at each PD ($p < 0.01$). Buffel showed higher emergence at 3, 5 cm and total average of the five PD, compared to Rhodes ($p < 0.05$).

Discussion

In response to AAT for the three caryopsis sizes, Native grasses showed lower germination, regarding to Introduced (42 vs 65%, respectively); however, Rhodes and Banderita

En Introducidas utilizando diásporas, se observaron diferencias para cada PS, en promedio ($p < 0.05$; Cuadro 8) y por especie sembrada en cada tipo de suelo ($p < 0.01$; Cuadro 8), a excepción de la siembra de Buffel en Calcisol ($p > 0.05$). Por origen de suelo se observó, de manera consistente, mayor emergencia en Vertisol a cada PS ($p < 0.01$). Buffel mostró mayor emergencia a 3.0, 5.0 cm y promedio total de las cinco PS, en comparación con Rhodes ($p < 0.05$).

were more resistant and showed good germination up to 12 and 24 h of stress, respectively; however, it has been shown that germinations lower than 70% after 12 hours of AAT, are unlikely to emerge in field (Wang and Hampton, 1991; Wang *et al.*, 1996; Wang *et al.*, 2004). In oat, no differences were detected when classifying caryopses in large, medium and small; however, resulted in 17% more biomass production and 15% more panicles per m^2 , by comparing large with small caryopses (Willenborg *et al.*, 2005).

Cuadro 7. Capacidad de emergencia (%) de plántulas de dos especies de pasto nativas, sembradas con diásporas a cinco profundidades, en dos tipos de suelo.

Table 7. Emergence capacity (%) of seedlings from two native species, planted with diaspores at five depths, in two types of soil.

Especie	Origen del suelo	Profundidad de siembra (cm)					DMS _h	Promedio
		0.5	1	2	3	5		
Banderita	Hidalgo	45 ^{ab} ^t	64 ^{aa}	36 ^{ab} ^{BC}	28 ^{ab} ^{BC}	16 ^{ac}	22.6	38 ^a
	SLP	35 ^{aa}	31 ^{ba}	23 ^{aa}	18 ^{aa}	0 ^{bb}	17.2	22 ^b
Navajita	Hidalgo	42 ^{ab}	51 ^{ab} ^A	28 ^{ab}	21 ^{ab} ^{BC}	1 ^{bc}	22.2	29 ^{ab}
	SLP	30 ^{ab}	46 ^{ab} ^A	25 ^{ab}	15 ^{ab} ^{BC}	0 ^{bc}	19.7	23 ^b
	Promedio	38	48	28	21	4		27.8
	DMS _h	23.5	23.7	20.2	17.4	7		9.85

^tLiterales iguales en columnas o hileras representan promedios estadísticamente iguales ($p > 0.05$). Literales minúsculas corresponden a columnas y, mayúsculas, a hileras. DMS_h = Diferencia mínima significativa honesta. SLP = Estado de San Luis Potosí.

Cuadro 8. Capacidad de emergencia (%) de plántulas de dos pastos introducidos, sembrados con diásporas a cinco profundidades en dos tipos de suelo.

Table 8. Emergence capacity (%) of seedlings from two introduced grasses, planted with diaspores at five depths in two soil types.

Especie	Origen del suelo	Profundidad de siembra (cm)					DMS _h	Promedio
		0.5	1	2	3	5		
Rhodes	Hidalgo	38 ^{ab} ^A ^t	49 ^{aa}	43 ^{ab} ^A	14 ^{ab} ^B	1 ^{bb}	20.4	29 ^{bc}
	SLP	39 ^{ab} ^B	60 ^{aa}	41 ^{ab} ^{AB}	7 ^{bc}	1 ^{bc}	19	29.3 ^{ab}
Buffel	Hidalgo	51 ^{aa} ^B	70 ^{aa}	46 ^{ab} ^{BC}	26 ^{ad} ^{DC}	19 ^{ad}	21	42 ^a
	SLP	22 ^{ba}	24 ^{ba}	24 ^{ba}	18 ^{ab} ^A	8 ^{ba}	19.4	19 ^c
	Promedio	37	51	38	16	7		30
	DMS _h	22.6	21.2	21.2	16.1	9.4		10

^tLiterales iguales en columnas o hileras representan promedios estadísticamente iguales ($p > 0.05$), literales minúsculas corresponden a columnas y, mayúsculas, a hileras. DMS_h = Diferencia mínima significativa honesta. SLP = Estado de San Luis Potosí.

Discusión

En respuesta a las PEA para los tres tamaños de cariósipide, las gramíneas Nativas mostraron menor germinación, respecto a las Introducidas (42 vs. 65%, respectivamente); sin embargo, Banderita y Rhodes fueron más resistentes y mostraron buena germinación hasta 12 y 24 horas de estrés, respectivamente; sin embargo, se ha demostrado que germinaciones inferiores a 70% posterior a 12 horas de PEA, tienen poca probabilidad de emerger en campo (Wang y Hampton, 1991; Wang *et al.*, 1996; Wang *et al.*, 2004). En Avena no se detectaron diferencias en emergencia al clasificar los cariósipides en grandes, medianos y pequeños; sin embargo, si resultaron en 17% más producción de biomasa y 15% más de panículas por m², al comparar cariósipides grandes contra chicos (Willenborg *et al.*, 2005). El tamaño de cariósipide ha sido modelado teóricamente entre los componentes de importancia del rendimiento en avena (Lamb *et al.*, 2011). En *Eragrostis tef*, la clasificación de cariósipides no mostró efecto en el rendimiento de grano; sin embargo, el crecimiento inicial de plántulas mostró diferencias (Belay *et al.*, 2009). En el presente estudio, valores superiores a 70% posterior a PEA en cariósipides de pastos nativos, solamente se observaron en Banderita con TC mediana y grande, a 12 horas de TE; mientras que, en Buffel, se observó en TC grande a 12 y 24 horas de TE; por otra parte, en Rhodes, solamente a 36 horas y en TC chica no superó 70% de germinación. Al comparar el promedio del porcentaje de emergencia de plántulas posterior a TE, a partir de diásporas vs. promedio de tres tamaños de cariósipides (Figura 1), en Nativas, la germinación fue mayor en diásporas, respecto al promedio de tres TC, contrario a Introducidas.

Caryopsis sizes have been modeled theoretically among the components of importance of oat yield (Lamb *et al.*, 2011). In *Eragrostis tef*, the classification of caryopses showed no effect on grain yield; however, the initial growth of seedlings showed differences (Belay *et al.*, 2009). In this study, values higher than 70% after AAT in caryopses of native grasses, were observed in Banderita with medium and large CS, at 12 h TE; while Buffel, in large CS at 12 and 24 h TE; moreover, in Rhodes, at 36 h with small CS did not exceed 70% germination. When comparing the average from seedling emergence percentage after TE, from diaspores vs average of three caryopsis sizes (Figure 1), in native, germination was higher in diaspores, regarding to the average of three CS, unlike introduced.

Perform AAT to seed allowed differentiating by vigor the studied seed lot (Table 2, Table 3 and Table 4). Embryo size was important in Banderita, Navajita and Buffel. Ferguson (1995) and Wang *et al.* (2004) indicate that AAT provides enough information on seed vigor and later on performance of a seed lot or between seed lots, when quality is variable. High viability in seed lots of these grasses will be reflected in increased capacity of establishment (Kraak *et al.*, 1984). Higher emergence was obtained at higher CS and embryo, similar to basic crops (López-Castañeda *et al.*, 1994; López-Castañeda *et al.*, 1996); the above, except Rhodes, where small CS showed higher values.

The emergence was ascending PD and lower CS, as initially postulated by Kneebon and Cremer (1955) and Cox and Martin (1984). The emergence in the three CS vs diaspores to each PD was higher in diaspores in

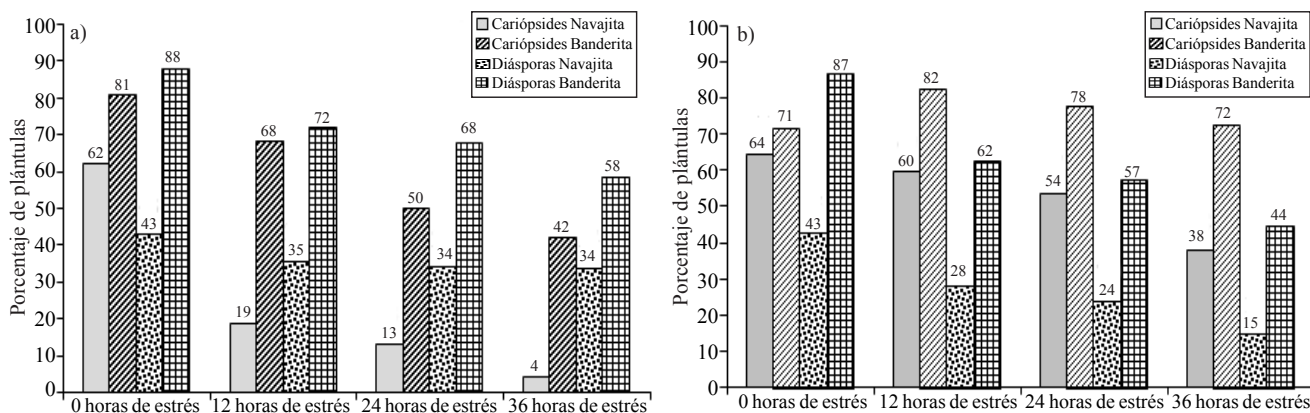


Figura 1. Germinación de plántulas normales para tres tamaños de cariósipide y diásporas después de envejecimiento acelerado; a) especies nativas y b) especies introducidas.

Figure 1. Normal seedling germination for three caryopsis and diaspores size after accelerated aging; a) native species and b) introduced species.

Aplicar PEA a la semilla permitió diferenciar, por vigor, los lotes de semilla estudiados (Cuadro 2; Cuadro 3 y Cuadro 4). El tamaño de embrión fue importante en Banderita, Navajita y Buffel. Ferguson (1995) y Wang *et al.* (2004), indican que la PEA ofrece información suficiente sobre vigor de semilla y, posteriormente, sobre el desempeño de un lote o entre lotes de semilla, cuando la calidad es variable. Alta viabilidad en lotes de semilla de estas gramíneas se reflejará en mayor capacidad de establecimiento (Kraak *et al.*, 1984). Mayor emergencia se obtuvo a mayor TC y embrión, similar a cultivos básicos (López-Castañeda *et al.*, 1994; López-Castañeda *et al.*, 1996); lo anterior, a excepción de Rhodes, donde el TC chica mostró valores mayores.

La emergencia fue menor a mayor PS y menor TC, como fue postulado inicialmente por Kneebon y Cremer (1955) y Cox y Martin (1984). La emergencia en los tres TC vs. diásporas a cada PS, fue mayor en diásporas en cada especie de pasto y consistente en pastos nativos (Figura 2); por tanto, la germinación sobre papel y en peat moos, no reflejó el comportamiento de emergencia de plántulas en suelo, tanto para Nativas como para Introducidas. En pasto Buffel, se observó latencia determinada tanto en carióspside (atribuible al embrión) como en diásporas (atribuible a brácteas accesorias) y Navajita mostró pobre germinación y emergencia; por tanto, el establecimiento de éstas dos especies en campo se dificulta (Wang *et al.*, 2004).

each species and consistent in native grasses (Figure 2); therefore germination on paper and in peat moos did not reflect seedling emergence behavior in soil, for native and Introduced. In Buffel grass, determined latency in caryopsis (attributable to the embryo) and in diaspores (attributable to accessory bracts) was observed and Navajita showed poor germination and emergence; therefore, the establishment of these two species in the field is difficult (Wang *et al.*, 2004).

Conclusion

Navajita and Buffel showed greater proportion of large caryopsis; Banderita and Rhodes higher proportion of medium caryopsis. Navajita, Banderita and Buffel seed showed a larger size embryo at larger caryopsis size, contrary to Rhodes. Seed viability decreased during the evaluation period. Caryopses germination from native and introduced, after AAT, decreases at higher TE time of exposure and smaller CS caryopsis size, similar to the behavior of diaspores emergence; however, in native, seeding diaspores results in increased amount of seedlings compared to caryopses to 12, 24 and 36 h of accelerated aging, unlike introduced. In PD, both Native and introduced, there was higher emergence at larger caryopsis and embryo size from 0.5 to 3 cm. When planting diaspores,

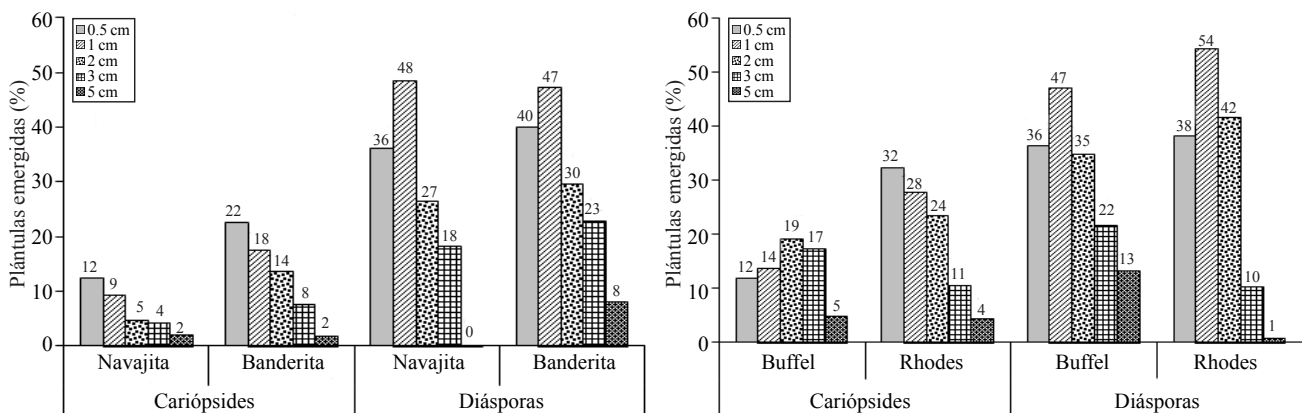


Figura 2. Porcentaje de emergencia de plántulas para carióspsides y diásporas en especies nativas e introducidas, sembradas en dos tipos de suelo y con cinco profundidades de siembra.

Figure 2. Seedling emergence percentage for caryopsis and diaspores in native and introduced species, planted in two soil types with five planting depths.

Conclusiones

Navajita y Buffel mostraron mayor proporción de carióspside grande; Banderita y Rhodes mayor proporción de carióspside mediano. La semilla de Navajita, Banderita y Buffel mostró

regardless of species in both types of soil, emergence was higher compared to caryopses. The soil type is a factor that influences emergence expression. Caryopsis and embryo size in Navajita, Banderita and Buffel was associated with greater vigor by germinating and emerging at a higher rate. The resulting germination, after the accelerated

mayor tamaño de embrión a mayor tamaño de cariósido, contrario a Rhodes. La viabilidad de la semilla disminuyó durante el periodo de evaluación. La germinación de cariósidos de Nativas e Introducidas, posterior a PEA, disminuye a mayor TE tiempo de exposición y menor TC tamaño de cariósido, similar al comportamiento de la emergencia de diásporas; sin embargo, en Nativas, sembrar diásporas resulta en mayor cantidad de plántulas, en comparación a cariósidos a 12, 24 y 36 horas de envejecimiento acelerado, contrario a Introducidas. En PS, tanto en Nativas como en Introducidas, se registró mayor emergencia a mayor tamaño de cariósido y embrión de 0.5 a 3.0 cm. Al sembrar diásporas, sin importar la especie en ambos tipos de suelo, la emergencia fue mayor en comparación con cariósidos. El tipo de suelo es un factor que influye la expresión de la emergencia. El tamaño de cariósido y embrión en Navajita, Banderita y Buffel se relacionó con mayor vigor al germinar y emerger en mayor porcentaje. La germinación resultante, posterior a las pruebas de envejecimiento acelerado y emergencia de plántula a diferente profundidad de siembra diferencia la calidad de los propágulos y representa un factor informativo importante para incrementar el éxito en el establecimiento de praderas de temporal en zonas áridas.

Agradecimientos

Los autores agradecen a la LPI11 y LPI16 del Colegio de Postgraduados su apoyo y a CONACYT, por la beca de postgrado para el primer autor.

Literatura citada

- Belay, G., A. Zemedu, K. Assefa, G. Metaferia, H. Tefera. 2009. Seed size effect on grain weight and agronomic performance of tef [*Eragrostis tef* (Zucc.) Trotter]. *African J of Agric. Res.* 4(9):836-839.
- Cox, J. R. and M. H. Martin 1984. Effects of planting depth and soil texture on the emergence of four love grass. *Journal of Range Management.* 37(3):204-205.
- Ferguson, J. 1995. An introduction to seed vigour testing. *In: Seed Vigour Testing Seminar. Proceedings of the International Seed Testing Association, Copenhagen.* 1-9 pp.
- Happ, K., M. B.; Mc. Donald and T. K. Danneberger. 1993. Vigour testing in perennial ryegrass (*Lolium perenne* L.) seeds. *Seed Science and Technology.* 1:375-381.
- ISTA (International Seed Testing Association). 2012. International rules for seed testing. *Seed Science and Technology.* 27:27-32.
- aging tests and seedling emergence at different planting depth differentiates propagules quality and represents an important informative factor to increase the success of establishing rainfed meadows under arid regions.
- End of the English version*
-
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática). 2004. Cartas Cartográficas del Estado de Hidalgo. 45 p.
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática). 2012. Cuaderno Municipal de Soledad de Graciano Sánchez, Estado de San Luis Potosí. México. 95 p.
- Lamb, E., S. Shirliffe, W. May. 2011. Structural equation modeling in the plant sciences: An example using yield components in oat. *Can J of Plant Sci.* 91(4):603-619.
- López-Castañeda, C. and R. A. Richards. 1994. Variation in temperate cereals in rainfed environments. II. Phasic development and growth. *Field Crops Research* 37:63-75.
- López-Castañeda, C, R. A. Richards, G. D. Farquar, and R. E. Williamson. 1996. Seed and seedling characteristics contributing to variation in early vigor in early vigor among temperate cereals. *Crop Science.* 36:1257-1266.
- Marshall, A. H. and R. E. L. Naylor. 1985. Seed vigor and field establishment in Italian ryegrass. *Seed Science and Technology.* 13:781-794.
- Naylor, R. E. 1980. Effects of seed size and emergence time on subsequent growth of perennial rye grass. *New Phytologist.* 84:313-318.
- Powell, A. A. and S. Matthews. 2005. Towards the validation of the controlled deterioration vigour test for small seeded vegetables. *Seed Testing International. ISTA News Bul.* 129:21-24.
- Probert, R. J. and Hay F. R. 2000. Keeping seed alive. *In: Bewley D. J. and Black M (eds.). Seed technology and its biological basis.* CRC Press LLC. Great Britain. 390-393 pp.
- PMARP (Plan Maestro de la Alianza Regional para la Conservación de los Pastizales del Desierto Chihuahuense). 2012. *In: Guzmán-Aranda, J.C.; J. Hoth y H. Berlanga (eds.). Comisión para la Cooperación Ambiental. Montreal. Canadá.* 64 p.
- Quero-Carrillo, A. R., L. Miranda-Jiménez, F.J. Hernández-Guzmán, F.A. Rubio-Aguirre. 2014. Mejora del establecimiento de praderas de temporal. Folleto Técnico. Colegio de Postgraduados. doi.10.131402.1.5101.2161. 31 p.
- SAS (Statistical Analysis System). Institute Inc. 2003. SAS/STAT User guide version 9.1.3 Cary, North Carolina. USA. 1167 p.
- SEMARNAT (Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales). 2009. Informe de la situación del medio ambiente en México. Compendio de Estadísticas Ambientales. México D.F. 78 p.
- Wang, Y. R. and J. G. Hampton. 1991. Seed vigor and storage in 'Grassland Pawera red clover. *Plant Var. Seeds.* 4:61-66.
- Wang, Y. R.; L. Yu and Z. B. Nan. 1996. Use of seed vigor tests to predict field emergence of Lucerne (*Medicago sativa*). *N.Z. J. Agricultural Research.* 39:255-262.
- Wang, Y. R.; L. Yu; Z. B. Nan and Y. L. Liu. 2004. Vigor tests used to rank seed lot quality and predict field emergence in four forage species. *Crop Science.* 4:535-541.
- Willenborg, C. J., B. G. Rossnagel, and S. J. Shirliffe. 2005. Oat caryopsis size and genotype effects on wild oat-oat competition. *Crop Sci.* 45:1410-1416.