

Envejecimiento acelerado y vigor de semillas del pasto *Brachiaria brizantha* cv Insurgente*

Accelerated aging and vigor of *Brachiaria brizantha* cv Insurgente grass seeds

Edgar Hernández Flores¹, Bertín Maurilio Joaquín Torres², Adrián Raymundo Quero Carrillo^{1§}, Alfonso Hernández Garay¹ y Filogonio Jesús Hernández Guzmán¹

¹Ganadería-Campus Montecillo, Colegio de Postgraduados en Ciencias Agrícolas. Carretera México-Texcoco, km 36.5. Montecillo, Texcoco, Estado de México. CP. 56230. Tel. (595) 9520200, ext. 75051, Fax. (595) 9520279. (edgar@colpos.mx; hernan@colpos.mx; fjesushg@hotmail.com). ²Universidad del Papaloapan. Av. Ferrocarril s/n, Cd. Universitaria, Loma Bonita, Oaxaca, México. CP. 68400. Tel. (281) 8729230, ext. 110. (bmaurilio@hotmail.com). §Autor para correspondencia: queroadrian@colpos.mx.

Resumen

Con el objetivo de evaluar pruebas de vigor en semilla de *Brachiaria brizantha* cv. Insurgente, dos lotes de semilla, con diferente calidad física y fisiológica inicial, cosechados el 28 de septiembre (lote 1; otoño) y 21 de diciembre (lote 2; invierno) del mismo año, se sometieron a seis temperaturas (40, 41, 42, 43, 44 y 45 °C) y siete periodos (24, 36, 48, 60, 72, 84 y 96 h) de envejecimiento, a 100% de HR. Se utilizó un diseño completamente al azar, con arreglo factorial y cuatro repeticiones. El vigor de semilla varió entre temperaturas ($p < 0.001$). La cosecha de Otoño (lote 1) mostró un mayor valor de germinación (28.9%) a 40 °C; valor similar ($p > 0.05$), al de 41 °C (24.7%); pero, diferente y superior a los demás niveles ($p < 0.05$). Para la semilla cosechada en invierno (lote 2), el mayor valor germinación (50%), se obtuvo a 40 °C. El periodo de envejecimiento tuvo efecto en el vigor de semilla ($p < 0.001$). Para la semilla de otoño, el mayor valor de germinación (40.6%) se obtuvo a 48 h, valor similar ($p > 0.05$) al obtenido a 36 h (34.7%), pero diferente y superior a los demás periodos; mientras que, para el lote 2 (cosecha de invierno), el valor mayor (63%) se obtuvo a 60 h. La interacción fue significativa entre lotes ($p < 0.001$); en el lote 1, la mayor germinación se presentó a 40 °C/48 h y 40 °C/60

Abstract

With the objective of evaluating seed vigor tests of *Brachiaria brizantha* cv. Insurgente, two seeds lots with different initial physical and physiological quality, harvested on September 28th (lot 1, autumn) and December 21th (lot 2, winter) of the same year, were subjected to six temperatures (40, 41, 42, 43, 44 and 45 °C) and seven aging periods (24, 36, 48, 60, 72, 84 and 96 h) at 100% HR. A completely randomized design was used, with factorial arrangement and four replications. Seed vigor varied between temperatures ($p < 0.001$). The Autumn harvest (lot 1) showed a higher germination value (28.9%) at 40 °C; similar value ($p > 0.05$), at 41 °C (24.7%); but different and superior to the other levels ($p < 0.05$). For the seeds harvested in winter (lot 2), the highest germination value (50%) was obtained at 40 °C. The aging period had an effect on seeds vigor ($p < 0.001$). For the autumn seeds, the highest germination value (40.6%) was obtained at 48 h, similar value ($p > 0.05$) to that obtained at 36 h (34.7%), but different and superior to the other periods; while for lot 2 (winter harvest), the highest value (63%) was obtained at 60 h. The interaction was significant between lots ($p < 0.001$); in lot 1, the highest germination occurred at 40 °C/48 h and 40 °C/60 h, with values of 46 and 47%, respectively; while

* Recibido: marzo de 2017
Aceptado: abril de 2017

h, con valores de 46 y 47%, respectivamente; mientras que, para el lote 2 (cosecha de invierno), el mayor valor (69.2%) se obtuvo a 40 °C/60 h. La prueba de envejecimiento acelerado detectó diferencias entre lotes de semilla de *B. brizantha* cv Insurgente y la combinación 40 °C/48 h y 40 °C/60 h fueron los tratamientos más efectivos para evaluar el vigor entre lotes de semillas. La semilla cosechada en invierno mostró mayor vigor y germinación de forma consistente.

Palabras clave: *Brachiaria brizantha*, germinación, pasto insurgente, prueba de envejecimiento acelerado, vigor.

Introducción

Brachiaria brizantha (Hochst. Ex A. Rich.) Stapf, es una planta perenne originaria de África tropical perteneciente a la familia de las gramíneas, introducida a México con el nombre de Insurgente, siendo ampliamente utilizada por los ganaderos de las áreas tropicales. La calidad fisiológica de la semilla está relacionada con la capacidad que tiene para emerger bajo condiciones de campo (Bhering *et al.*, 2003). Al respecto, la prueba de germinación es el procedimiento más usado y aceptado; sin embargo, no es la más adecuada para garantizar el establecimiento de la semilla en campo (Copeland y McDonald, 2001), debido a que se realiza bajo condiciones controladas de humedad, temperatura y sustrato (Stanisavljevic *et al.*, 2013).

En una prueba de vigor, el objetivo es diferenciar aquellos lotes que a pesar de tener una viabilidad similar, presentan distinta capacidad para germinar y emerger. En esta prueba, las semillas son expuestas a condiciones de temperatura elevada (41 a 45 °C) y humedad relativa de 100% por un periodo específico (Carambula, 1984). Por ello, en el presente estudio, se utilizaron diferentes niveles de temperatura y envejecimiento acelerado para evaluar el vigor de semillas del pasto Insurgente. El estudio se realizó en el Laboratorio de Análisis de Semillas del Instituto de Recursos Genéticos y Productividad (IREGEP) del Colegio de Postgraduados, *Campus* Montecillo, Estado de México.

Se utilizaron dos lotes de semilla de *B. brizantha* cv. Insurgente, cosechados el 28 de septiembre (lote 1; otoño) y 21 de diciembre (lote 2; invierno) del año 2007, en el Campo Experimental de la Universidad del Papaloapan, en Loma Bonita, Oaxaca. La semilla obtenida se envasó en bolsa de

for lot 2 (winter harvest), the highest value (69.2%) was obtained at 40 °C/60 h. The accelerated aging test detected differences between seeds lots of *B. brizantha* cv Insurgente and the combination 40 °C/48 h and 40 °C/60 h were the most effective treatments to evaluate the vigor between seed lots. Seeds harvested in winter showed greater vigor and consistent germination.

Keywords: *Brachiaria brizantha*, accelerated aging test, germination, insurgent grass, vigor.

Introduction

Brachiaria brizantha (Hochst. Ex A. Rich.) Stapf, is a perennial plant native to tropical Africa belonging to the gramineae family, introduced to Mexico under the name of Insurgente, being widely used by farmers in tropical areas. The physiological quality of the seed is related to its ability to emerge under field conditions (Bhering *et al.*, 2003). In this regard, the germination test is the most widely used and accepted procedure; however, it is not the most adequate to guarantee seed establishment in the field (Copeland and McDonald, 2001), because it is carried out under controlled conditions of humidity, temperature and substrate (Stanisavljevic *et al.*, 2013).

In a test of vigor, the objective is to differentiate those lots that despite having a similar viability, show different capacity to germinate and to emerge. In this test, the seeds are exposed to high temperature conditions (41 to 45 °C) and 100% relative humidity for a specific period (Carambula, 1984). Therefore, in the present paper, different levels of temperature and accelerated aging were used to evaluate the vigor of Insurgente grass seeds. The research was carried out in the Laboratory of Seed Analysis of the Institute of Genetic Resources and Productivity (IREGEP) of the Colegio de Postgraduados, *Campus* Montecillo, Estado de Mexico.

Two seed lots of *B. brizantha* cv. Insurgente, harvested on September 28th (lot 1, autumn) and December 21th (lot 2, winter) of 2007, in the Experimental Field of the University of Papaloapan, in Loma Bonita, Oaxaca. The obtained seeds were packed in Kraft paper bags and stored under laboratory ambient conditions for six months. At the beginning of the experiment, the values of physical purity, weight of 1 000 seeds, viability by the tetrazolium test and percentage of germination were obtained (Table 1).

papel Kraft y se almacenó en condiciones ambientales de laboratorio durante seis meses. Al inicio del experimento se obtuvieron los valores de pureza física, peso de 1 000 semillas, viabilidad mediante la prueba de tetrazolio y porcentaje de germinación (Cuadro 1).

En ambos lotes de semilla, se evaluaron seis temperaturas (40, 41, 42, 43, 44 y 45 °C) y siete periodos de exposición (24, 36, 48, 60, 72, 84 y 96 h). El envejecimiento acelerado se realizó empleando el método “Gerbox” descrito por Perry (1980), colocando 200 semillas por tratamiento sobre una malla de acero inoxidable en el interior de una caja plástica, a la cual se le adicionaron 100 ml de agua destilada, se taparon y colocaron dentro de una estufa de secado a las temperaturas y periodos de envejecimiento previamente indicados. Una vez terminados los periodos de envejecimiento, se evaluó el porcentaje de germinación a través de una prueba de geminación estándar, donde las semillas se colocaron en cajas sandwicheras de 14*14*5.5 cm, provistas con tapa y papel absorbente dentro de una cámara germinadora a temperatura constante de 25 °C y humedad relativa de 100%, contabilizando el número de plantas normales durante 21 días (ISTA, 2005). Se utilizó un diseño experimental completamente al azar en arreglo factorial 6*7 (seis temperaturas y siete periodos de envejecimiento). La comparación de medias de los tratamientos se efectuó mediante la prueba de Tukey, con un nivel de significancia de 5% (SAS, 1998).

En el Cuadro 1, se observa que la calidad física en términos de semilla pura, peso de 1 000 semillas, viabilidad y germinación fue mayor en el lote 2 (cosecha de invierno) en comparación con la del lote 1 (cosecha de otoño). Los datos del Cuadro 1 no se analizaron estadísticamente, sirviendo solo para la caracterización de la calidad de los lotes de semilla.

En ambos lotes, el porcentaje de germinación varió entre las temperaturas evaluadas ($p < 0.001$; Cuadro 2). La semilla cosechada en otoño (lote 1), presentó el mayor valor de germinación (28.9 %) con una temperatura de 40 °C, similar ($p > 0.05$) al obtenido con 41 °C (24.7%), siendo diferente y superior a los demás niveles de temperatura ($p < 0.05$). Un comportamiento similar se observó para la semilla cosechada en invierno (lote 2), donde los valores más altos de germinación (50.1 y 46.9%), se obtuvieron con los niveles de 40 y 41 °C, respectivamente.

Cuadro 1. Calidad física y fisiológica inicial de dos lotes de semillas de *Brachiaria brizantha* cv Insurgente, utilizados en los tratamientos de envejecimiento acelerado.

Table 1. Initial physical and physiological quality of two seeds lots of *Brachiaria brizantha* cv Insurgente, used in accelerated aging treatments.

Fuente de semilla	Semilla pura (%)	Peso de 1000 semillas (g)	Viabilidad (%)	Germinación (%)
Lote 1 (otoño)	7.7	6.7	87	22.8
Lote 2 (invierno)	17.4	7.4	95	33.9

In both seeds lots, six temperatures (40, 41, 42, 43, 44 and 45 °C) and seven exposure periods (24, 36, 48, 60, 72, 84 and 96 h) were evaluated. Accelerated aging was performed using the “Gerbox” method described by Perry (1980), placing 200 seeds per treatment on a stainless steel mesh inside a plastic box, to which 100 ml of distilled water were added, covered and placed inside a drying oven at the temperatures and aging periods previously indicated. After the aging period, the germination percentage was evaluated through a standard twinning test, where the seeds were placed in sandwich boxes of 14*14*5.5 cm, provided with a lid and absorbent paper inside a germinating chamber at constant temperature of 25 °C and relative humidity of 100%, counting the number of normal plants for 21 days (ISTA, 2005). A completely randomized experimental design was used in a 6*7 factorial arrangement (six temperatures and seven periods of aging). The comparison of means of the treatments was carried out by the Tukey test, with a level of significance of 5% (SAS, 1998).

Table 1 shows that the physical quality in terms of pure seed, weight of 1 000 seeds, viability and germination was higher in lot 2 (winter harvest) compared to lot 1 (fall harvest). The data in Table 1 were not analyzed statistically, serving only for the characterization of the seed lots quality.

In both lots, the germination percentage varied between the evaluated temperatures ($p < 0.001$; Table 2). Seeds harvested in autumn (lot 1) showed the highest germination value

Cuadro 2. Porcentaje de germinación de dos lotes semillas de *Brachiaria brizantha* cv Insurgente, a diferentes niveles de temperatura.

Table 2. Germination percentage of two seed lots of *Brachiaria brizantha* cv Insurgente, at different temperature levels.

Temperatura (°C)	Fuente de semilla	
	Lote 1	Lote 2
40	28.9 a	50.1 a
41	24.7 ab	46.9 a
42	21.5 bc	40.4 b
43	21.3 bc	38.7 b
44	19 c	31.1 c
45	18.3 c	26 d

abcd= literales diferentes en cada columna, indican diferencia significativa ($p < 0.05$).

Las temperaturas de 40 y 41 °C fueron las que mejor estimaron el comportamiento del vigor de las semillas. La disminución de la germinación al aumentar la temperatura se atribuye a que se aceleran y afectan los procesos fisiológicos de la semilla, aumentando su deterioro y reduciéndose los procesos de respiración y biosíntesis (Stanisavljevic *et al.*, 2013). Asimismo, se observa que el lote 2 presentó en promedio 74% mayor germinación, en comparación con el cosechado en el otoño (lote 1), debido al bajo porcentaje de semilla pura, viabilidad y germinación del lote 1 por haberse cosechado a menor madurez fisiológica. En lo que respecta a los periodos de envejecimiento acelerado, se encontró un efecto significativo ($p < 0.001$; Cuadro 3) en los porcentajes de germinación. En el lote 1, se observa que a las 48 h, se obtiene 40.6% de germinación, valor similar ($p > 0.05$) a las 36 h (34.7%), pero diferente ($p < 0.05$) y superior a los valores obtenidos en los demás periodos. En el lote 2, la mayor de germinación se obtiene a las 60 h, con un valor de 63%.

Los resultados indican que los periodos de envejecimiento acelerado de 36 y 48 h son adecuados para diferenciar lotes de semilla de baja calidad; mientras que, para lotes de calidad superior, 60 h son suficientes para evaluar el vigor de semilla. El lote 2 presentó en promedio 58% mayor germinación en comparación con el lote 1.

Por último, en lo que respecta a las interacciones entre las temperaturas y periodos de envejecimiento se encontraron diferencias significativas ($p < 0.001$; Cuadro 4). En el lote 1 (cosecha de otoño), los mayores valores

(28.9%) with a temperature of 40 °C, similar ($p > 0.05$) to that obtained with 41 °C (24.7%), being different and superior to the other temperature levels ($p < 0.05$). A similar behavior was observed for seeds harvested in winter (lot 2), where the highest germination values (50.1 and 46.9%) were obtained with the levels of 40 and 41 °C, respectively.

Temperatures of 40 and 41 °C were the best estimates of seed vigor behavior. The decrease of germination as temperature increases is attributed to the acceleration and affect of the physiological processes of the seed, increasing its deterioration and reducing the processes of respiration and biosynthesis (Stanisavljevic *et al.*, 2013). It is also observed that lot 2 showed, on average, 74% higher germination compared to that harvested in autumn (lot 1), due to the low percentage of pure seed, viability and germination of lot 1 because it was harvested at a lower physiological maturity. As regards the periods of accelerated aging, a significant effect ($p < 0.001$; Table 3) was found in germination percentages. In lot 1, it is observed that at 48 h, 40.6% of germination is obtained, a similar value ($p > 0.05$) at 36 h (34.7%), but different ($p < 0.05$) and higher than the values obtained in other periods. In lot 2, the highest germination was obtained at 60 h, with a value of 63%.

Cuadro 3. Porcentaje de germinación de dos lotes, semillas de *Brachiaria brizantha* cv Insurgente, a diferentes periodos de envejecimiento acelerado.

Table 3. Percentage of germination of two seed lots of *Brachiaria brizantha* cv Insurgente, to different periods of accelerated aging.

Periodo de envejecimiento (h)	Fuente de semilla	
	Lote 1	Lote 2
24	35 b	32.5 c
36	34.7 ab	35.4 c
48	40.6 a	50.9 b
60	33.7 b	63 a
72	21.3 c	48.6 b
84	7 d	36.5 c
96	2 e	10 d

abcde= literales diferentes en cada columna, indican diferencia significativa ($p < 0.05$).

The results indicate that the accelerated aging periods of 36 and 48 h are adequate to differentiate low quality seed lots; while for high quality lots, 60 h are enough to evaluate seed vigor. Lot 2 showed on average 58% higher germination compared to lot 1.

de germinación se presentaron a 40 °C/48 h y 40 °C/60 h, de envejecimiento acelerado, con valores de 46 y 47%, respectivamente. En el lote 2 (cosecha de invierno), se encontró que en todos los niveles de temperatura, los mayores valores de germinación se registraron a 60 h de envejecimiento; siendo, el mayor valor (69.2%) a 40 °C/60 h de envejecimiento acelerado. En el lote 1 (cosecha de otoño), los mayores valores de germinación se presentaron a 40 °C/48 h y 40 °C/60 h de exposición de envejecimiento acelerado, con valores de germinación del 46 y 47%, respectivamente.

Finally, in terms of interactions between temperatures and aging periods, significant differences were found ($p < 0.001$, Table 4). In lot 1 (Autumn harvest), the highest germination values were at 40 °C/48 h and 40 °C/60 h, with accelerated aging, with values of 46 and 47%, respectively. In lot 2 (Winter harvest), it was found that at all temperature levels, the highest germination values were recorded at 60 h of aging; being the highest value (69.2%) at 40 °C/60 h of accelerated aging. In lot 1 (Autumn harvest), the highest germination values were shown at 40 °C/48 h and 40 °C/60 h of accelerated aging exposure, with germination values of 46 and 47%, respectively.

Cuadro 4. Porcentaje de germinación de dos lotes de semillas de *Brachiaria brizantha* cv Insurgente a diferentes niveles de temperatura y periodos de envejecimiento acelerado.

Table 4. Percentage of germination of two seed lots of *Brachiaria brizantha* cv Insurgente at different temperature levels and periods of accelerated aging.

Temperatura (°C)	Exposición (h)	Cosecha		Temperatura (°C)	Exposición (h)	Cosecha	
		Otoño	Invierno			Otoño	Invierno
40	24	39 abc	38.9 f-m	43	24	30.9 a-e	31.7 i-n
	36	42 abc	44 d-j		36	37 a-d	35 g-n
	48	46 ab	63.1 a-d		48	43 a-c	50.2 a-i
	60	47 a	69.2 a		60	28.9 a-e	63.6 abc
	72	27.9 a-e	56 a-f		72	19.9 d-f	50 b-i
	84	8.7 f-h	54 a-g		84	6.3 gh	33.4 h-n
	96	5.4 gh	25.9 j-o		96	1.4 h	12 op
41	24	35.9 a-d	43.5 e-j	44	24	29 a-e	22.2 m-o
	36	33.9 a-e	47.2 c-i		36	31.9 a-e	24 k-o
	48	43.9 abc	52.8 a-g		48	35.9 a-d	47.7 c-i
	60	40.9 abc	66.7 ab		60	26.9 b-e	59.3 a-e
	72	24.8 cde	52.5 a-h		72	17 efg	45 c-i
	84	7.9 fgh	46.2 c-i		84	6.5f gh	24.7 k-o
	96	2.2 h	20.7 n-o		96	1.4 h	6.8 pq
42	24	33 a-e	38.2 f-n	45	24	25.8 cde	22.1 mno
	36	33.9 a-e	41.6 e-k		36	29.9 a-e	22.7 l-o
	48	41 abc	52.5 a-h		48	34 a-e	41.2 e-k
	60	33.9 a-e	67.5 ab		60	25.8 cde	51.5 a-h
	72	19.8 def	49.2 b-i		72	17.6 efg	38.7 f-m
	84	6.9 fgh	40.7 e-l		84	6 gh	22.3 mno
	96	1 h	4.3 pq		96	2 h	1 q

Literales diferentes por columna, indican diferencia ($p < 0.05$).

El lote 2 (cosecha de invierno), tuvo en todos los niveles de temperatura, mayores valores de germinación se registraron a 60 h de envejecimiento; el mayor valor (69.2%) se obtuvo a 40 °C/60 h de exposición de envejecimiento acelerado.

In lot 2 (winter harvest), it was found that at all temperature levels, the highest germination values were recorded at 60 h of aging; however, the highest value (69.2%) was obtained at 40 °C/60 h of accelerated aging exposure.

Los resultados encontrados indican que para evaluar el vigor de lotes de semilla de baja calidad, se deben utilizar 40 °C/48 h de envejecimiento; mientras que para lotes de calidad superior se requieren 40 °C/60 h de envejecimiento acelerado. En otros estudios se ha reportado para esta misma especie forrajera que una temperatura de 43 °C durante 48 h, con 100% de humedad relativa es el mejor procedimiento de envejecimiento acelerado para diferenciar lotes de semilla (Fernandes *et al.*, 2004). También en *B. brizantha* Meschede *et al.* (2004), recomiendan 43 °C/48 h de envejecimiento acelerado para lotes de mediana a alta calidad y 43 °C/12 a 36 h de envejecimiento para lotes de baja calidad, concluyéndose que la temperatura y periodo de exposición de la semilla varía entre especies y lotes de semillas.

Conclusiones

La prueba de envejecimiento acelerado detectó diferencias entre los lotes de semilla evaluados. La semilla cosechada en invierno fue superior en calidad fisiológica y vigor en comparación al Lote 1, cosechado en otoño. Las mejores combinaciones de temperatura y periodo de envejecimiento acelerado para evaluar el vigor de semillas de *B. Brizantha* cv. Insurgente fueron 40-41 °C/48 h, para lotes de baja calidad y 40-41 °C/60 h de envejecimiento acelerado, para lotes de calidad superior.

Agradecimientos

A la Universidad del Papaloapan por la aportación de la semilla utilizada en el presente estudio, y al personal del Laboratorio de Semillas del Instituto Recursos Genéticos y Productividad del Colegio de Postgraduados por el apoyo brindado.

Literatura citada

Alves, E.; Cavariani, C.; Corrêa, M. R.; Souza, F. L. G.; Corrêa, T. M. e Nakagawa, J. 2004. Efeito dos periodos de envelhecimento na lixiviação de ions e de proteínas solúveis em sementes de milho. Rev. Bras. Sementes. 26(2):119-125.

The results indicate that in order to evaluate the vigor of seed lots of low quality, it is possible to use 40 °C/48 h of aging; while for high quality batches 40 °C/60 h accelerated aging is required. Other studies have reported that temperature of 43 °C for 48 h, with 100% relative humidity is the best accelerated aging process to differentiate seed lots (Fernandes *et al.*, 2004). Also in *B. brizantha* Meschede *et al.* (2004), recommended 43 °C/48 h of accelerated aging for medium high quality batches and 43 °C/12 to 36 h of aging for low quality batches, concluding that the temperature and the period of seed exposure vary between species and lots of seeds.

Conclusions

The accelerated aging test detected differences between the seeds lots evaluated. The seeds harvested in winter were superior in physiological quality and vigor compared to Lot 1, harvested in autumn. The best combinations of temperature and the accelerated aging period to evaluate the seeds vigor of *B. brizantha* cv. Insurgente was 40-41 °C/48 h for low quality batches and 40-41 °C/60 h accelerated aging for superior quality batches.

End of the English version



- Bhering, M. C.; Dias, D. C. F. S.; Barros, D. I.; Dias, L. A. e Tpkuhisa, D. 2003. Avalicao do vigor de sementes de melancia (*Citrullus lunatus* Schrad.) pero teste de envelhecimento acelerado. Rev. Bras. Sementes. 25(2):1-6.
- Carambula, M. 1984. Producción de semillas de plantas forrajeras. Editorial Agropecuaria Hemisferio Sur. Montevideo, Uruguay. 513 p.
- Copeland, L. O. and McDonald, M. B. 2001. Principles of seed science and technology. Fourth Edition. Norwell, Massachusetts. 488 p.
- Enríquez, Q. J. F. y Quero, C. A. R. 2006. Producción de semillas de gramíneas y leguminosas forrajeras tropicales. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias. Campo Experimental Cotaxtla. Veracruz, México. Libro técnico Núm. 11. 109 p.
- Fernandes, S. D. C.; Dos Santos, P. S.; Mantovani, A. E.; Cecon, P. R. e Fontes, A. E. 2004. Testes para monitorar a qualidade fisiologica de sementes de *Brachiaria brizantha* (a. rich.) stapf. durante o armazenamento. Rev. Bras. Sementes. 26(2):33-44.

- Hopkinson, M. J.; De Souza, F. H.; Diulgheroff, S.; Ortiz, A. y Sánchez, M. 1998. Fisiología reproductiva, producción de semilla y calidad de la semilla en el género *Brachiaria*. Centro Internacional de Agricultura Tropical. Cali, Colombia. 136-155 pp.
- Meschede, D, K.; Sales, C. J. G.; Braccini, D. L. A.; Scapim, C. A. e Schuab, R. S. 2004. Tratamentos para superação da dormencia das sementes de capim braquiaria cultivar Marandu. *Rev. Bras. Sementes*. 26(2):76-81.
- Stanisavljevic, R.; Milenkovic, J.; Djokic, D.; Terzic, D.; Petrovic, M.; Dukanovic, L. and Dodig, D. 2013. Drying of meadow fescue seeds of different moisture contents: Changes in dormancy and germination. *Plant Soil Environ*. 59(1):37-43
- Vilela, A. R. 1983. Epocas de colheita produção e qualidade de sementes de capim gordura. *Rev. Bras. Sementes*. 5(2):9-22.