

Estrategias de escarificación para eliminar la latencia en semillas de *Cenchrus ciliaris* L. y *Brachiaria brizantha* cv. Marandu*

Estrategias de escarificación para eliminar la latencia en semillas de *Cenchrus ciliaris* L. y *Brachiaria brizantha* cv. Marandu*

Jesús Martínez Sánchez¹, Yuri Villegas Aparicio^{1§}, José Raymundo Enríquez-del Valle¹, José Cruz Carrillo Rodríguez¹ y Marco Antonio Vásquez Dávila¹

¹División de Estudios de Posgrado e Investigación. Instituto Tecnológico del Valle de Oaxaca, Ex-Hacienda Nazareno. C. P. 71230, Santa Cruz Xoxocotlán, Oaxaca, México. (jesus_1ms@hotmail.com; jenriquezdelvalle@yahoo.com; jcarrillo_rodriguez@hotmail.com; marcoantonio@yahoo.com). §Autor para correspondencia: yurivil37@yahoo.com.mx.

Resumen

El objetivo de eliminar la latencia y mejorar la germinación de las semillas *Cenchrus ciliaris* L. y *Brachiaria brizantha* cv. Marandu, se determinó el efecto de tratamientos: a) físicos: inmersión de las semillas durante tiempos diferentes 12, 24 y 48 h en agua con circulación constante; b) químicos: inmersión durante tiempos diferentes 2 y 4 min en H₂SO₄ diluido al 50% y durante 2 h en KNO₃ al 0.5%; c) mecánicos: eliminación de glumas; y d) un testigo sin tratamiento. El experimento se estableció, bajo condiciones de laboratorio de acuerdo a un diseño completamente al azar con un arreglo factorial incompleto 2 x 8, donde los factores fueron las dos especies y los ocho tratamientos a la semilla. En el caso de las semillas de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu no se tuvo el tratamiento con estructuras accesorias. La unidad experimental consistió de 50 semillas y se tuvieron cuatro repeticiones, en las que se evaluó el porcentaje y velocidad de germinación. En las semillas de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu sometidas a la inmersión durante cuatro minutos en H₂SO₄ diluido al 50%; 34% de éstas germinó con una velocidad de germinación de 2.71 plantas día⁻¹ valores significativamente mayores, respecto al resto de los tratamientos. Las semillas de *Cenchrus ciliaris* L. sometidas al tratamiento de eliminación de glumas fueron el único grupo de semillas de esta especie donde ocurrió germinación (12.5%).

Abstract

In order to eliminate dormancy and improve seed germination of *Cenchrus ciliaris* L. and *Brachiaria brizantha* cv. Marandu, was determined the effect of treatments: a) physical: seed immersion during different times 12, 24 and 48 h in water with constant circulation; b) Chemicals: immersion during different times 2 and 4 min in H₂SO₄ diluted at 50% and for 2 h in KNO₃ 0.5%; c) mechanical: removal of glumes; and d) a control without treatment. The experiment was established under laboratory conditions according to a completely randomized design with an incomplete factorial array 2 x 8, where the factors were the two species and the eight seed treatments. In the case of *Brachiaria brizantha* cv. Marandu seeds did not had treatment with accessory structures. The experimental unit consisted of 50 seeds and had four replicates, in which were evaluated the percentage and speed of germination. In seed s of *Brachiaria brizantha* cv. Marandu subjected to immersion during four minutes immersion in H₂SO₄ diluted at 50%; 34% of these germinated at a germination speed of 2.71 plants day⁻¹ values significantly higher compared to other treatments. The seeds of *Cenchrus ciliaris* L. subject to the treatment of glumes removal were the only group of seeds of this species where germination occurred (12.5%).

* Recibido: abril de 2013
Aceptado: julio de 2013

Palabras clave: ácido sulfúrico, germinación, glumas, pastos.

Key words: sulfuric acid, germination, glumes, pastures.

Introducción

La latencia es el estado en el cual una semilla viable no germina, aunque se coloque en condiciones de humedad, temperatura, luz y concentración de oxígeno idóneas para hacerlo (Doria, 2010). Esta es una de las propiedades adaptativas más importantes que poseen los pastos (Herrera, 1994). Gracias a ello se logra incrementar el número de sitios seguros para la sobrevivencia en el espacio y tiempo (Koornneef *et al.*, 2002). Pero a la vez limita el establecimiento de gramíneas forrajeras para la alimentación del ganado, en los períodos en los cuales existe fuerte demanda de alimento y cobertura vegetal (Robles, 1990).

Entre las razones de que se presente el reposo en semillas, las más comunes son: 1) presencia de un embrión inmaduro; 2) que la cubierta seminal sea impermeable al agua o al oxígeno; 3) la presencia de sustancias que actúen como inhibidores de la germinación (Bewley, 1997); y 4) la resistencia mecánica que representan las cubiertas (glumas) que cubren a la cariósida, al sellarla en forma hermética e inhibir la germinación (Finch-Savage y Leubner-Metzger, 2006; Ma *et al.*, 2010).

Las semillas de los pastos *Cenchrus ciliaris* L. y *Brachiaria brizantha* cv. Marandu presentan su máxima germinación entre seis y 18 meses después de cosechadas (Giarudo, 2003; Roig, 2004); sin embargo, los porcentajes son muy bajos (Sharif-Zadeh y Murdoch, 2000; Sallum *et al.*, 2010), por lo tanto, es posible probar algunos procedimientos físicos, químicos y mecánicos a la semilla con la finalidad de superar este estado de reposo. En este sentido, Enríquez *et al.* (1999), mencionan que la inmersión de las semillas de pastos en agua durante períodos de 12 a 24 h permite el lavado de las sustancias que inhiben la germinación y se reinicie este proceso, constituyéndose este procedimiento como uno de los más prácticos y económicos para superar este fenómeno.

La inmersión de las semillas de *Brachiaria decumbens* y *Brachiaria brizantha* cv. Marandu en ácido sulfúrico, incrementan significativamente su germinación (Herrera, 1994, Sallum *et al.*, 2010). Pues según Bewley y Black (1982), el ácido desgasta la cubierta de las semillas, ocurriendo un aumento considerable en la permeabilidad y

Introduction

Dormancy is the state in which a viable seed does not germinate, although placed in conditions of moisture, temperature, light and oxygen concentration appropriate to do so (Doria, 2010). This is one of the most important adaptive properties that grasses have (Herrera, 1994). Because this is achieved by increasing the number of safe sites for survival in space and time (Koornneef *et al.*, 2002). But at the same time it also limits the establishment of forage grasses for livestock feed, in the periods in which there is a strong demand for food and vegetation (Robles, 1990).

Among the reasons for this rest in seeds, the most common are: 1) the presence of an immature embryo; 2) that the seed coat is impermeable to water or oxygen; 3) the presence of substances that act as inhibitors of germination (Bewley, 1997); and 4) mechanical resistance that represents covers (glumes) covering the caryopsis, by sealing it hermetically and inhibit germination (Finch-Savage and Leubner-Metzger, 2006; Ma *et al.*, 2010).

The seeds of *Cenchrus ciliaris* L. and *Brachiaria brizantha* cv. Marandu grasses show their best germination between six and 18 months after harvest (Giarudo, 2003; Roig, 2004); but the percentages are very low (Sharif-Zadeh and Murdoch 2000; Sallum *et al.*, 2010), so therefore, is possible to prove some physical, chemical and mechanical procedures to the seed in order to overcome this state of rest. In this sense, Enríquez *et al.* (1999) mention that the immersion of grass seeds in water for periods of 12 to 24 h allows washing substances that inhibit the germination and restart this process, constituting this procedure as one of the most practical and economical to overcome this phenomenon.

The immersion of seeds of *Brachiaria decumbens* and *Brachiaria brizantha* cv. Marandu in sulfuric acid, significantly increase its germination (Herrera, 1994; Sallum *et al.*, 2010). According to Bewley and Black (1982) acid wears seed coat, occurring a substantial increase in permeability and water inlet, or by promoting the diffusion of germination inhibitors, if they are present in the seed.

Several studies reported that grass seeds are removed the glumes covering the caryopsis, showing significant increases in germination compared to seeds in which were

la entrada de agua, o favoreciendo la difusión de inhibidores de la germinación, en caso de que se encuentren presentes en la semilla.

En diversas investigaciones se reporta que en las semillas de pastos a las que se eliminan las glumas que cubren a la cariósida, presentan incrementos significativos en la germinación, respecto a las semillas que no se les retiran dichas estructuras (Cordero y Oliveros, 1983; González *et al.*, 1994; Suarez y Zdravko, 1994). Sin embargo, es necesario identificar aquel o aquellos tratamientos que puedan incidir en la germinación de estas especies, dado que los resultados obtenidos aún no son concluyentes (Parroquín y Joaquín, 2011).

Bajo este contexto, el objetivo fue determinar el efecto de procedimientos físicos, químicos y mecánicos sobre el porcentaje y velocidad de germinación de las semillas de *Cenchrus ciliaris* L. y *Brachiaria brizantha* cv. Marandu, bajo condiciones de laboratorio.

Materiales y métodos

Localización

El estudio se llevó a cabo en el laboratorio de agroecosistemas del Instituto Tecnológico del Valle de Oaxaca (ITVO), ubicado en Xoxocotlán, Oaxaca, que se ubica en las coordenadas 17° 01' 16" latitud norte y 96° 45' 51" longitud oeste a 1 545 msnm (INEGI, 1993).

Procedimiento

El material vegetal fueron semillas de *Cenchrus ciliaris* L. proporcionadas por el Colegio de Postgraduados, *Campus* Montecillo, que tenían un año de almacenamiento a temperatura ambiente y semillas de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu que se adquirieron en una empresa comercializadora de semillas. Las principales características de ambas especies se resumen en el Cuadro 1.

De *Cenchrus ciliaris* L. un total de 1 600 se separaron en ocho grupos de 200 semillas, para someterlas a procedimientos físicos, químicos y mecánicos para evaluar su efecto sobre la germinación, además se contó con un grupo testigo. En *Brachiaria brizantha* cv. Marandu se usaron un total de 1 400 semillas que se separaron en siete grupos de 200 semillas,

not removed these structures (Lamb and Oliveros, 1983, González *et al.*, 1994; Suárez and Zdravko, 1994). However, it is necessary to identify that or those treatments that may affect the germination of these species, since the results are not conclusive (Parroquín and Joaquín, 2011).

Under this context, the objective was to determine the effect of physical, chemical and mechanical procedures on the percentage and speed of seed germination of *Cenchrus ciliaris* L. and *Brachiaria brizantha* cv. Marandu, under laboratory conditions.

Materials and methods

Location

The study was conducted in the laboratory of agroecosystems from the Technological Institute of Oaxaca Valley (ITVO) located in Xoxocotlán, Oaxaca, located at coordinates 17° 01' 16" north latitude and 96° 45' 51" west longitude at 1 545 masl (INEGI, 1993).

Procedure

The plant material were seeds of *Cenchrus ciliaris* L. provided by the Graduate College, *Campus* Montecillo, that had one year of storage at room temperature and seeds of *Brachiaria brizantha* cv. Marandu were acquired in a marketer of seeds. The main characteristics of both species are summarized in Table 1.

Cuadro 1. Características de las semillas de *Cenchrus ciliaris* L. y *Brachiaria brizantha* cv. Marandu.

Table 1. Seed characteristics of *Cenchrus ciliaris* L. and *Brachiaria brizantha* cv. Marandu.

Especie	Características		
	Pureza (%)	Núm. de semillas por gramo	Peso de 100 semillas (g)
<i>Cenchrus ciliaris</i> L.	93.5	459	2.18
<i>Brachiaria brizantha</i> cv. Marandu	96.4	113	8.90

From *Cenchrus ciliaris* L. a total of 1 600 were separated into eight groups of 200 seeds, to subject them to physical, mechanical and chemical procedures to assess

ya que debido a que las semillas que se consiguieron en comercio ya no tenían estructuras accesorias (glumas), sólo se aplicaron siete procedimientos; es decir, no se contó con semillas completas (espiguillas) los procedimientos que se probaron se describen en el Cuadro 2.

their effect on germination, and it had a control group. In *Brachiaria brizantha* cv. Marandu was used a total of 1 400 seeds that were separated into seven groups of 200 seeds, since due to the seeds that were available in commerce had no accessory structures (glumes), only

Cuadro 2. Procedimientos físicos, químicos y mecánicos para eliminar la latencia.

Table 2. Physical, chemical and mechanical procedures to eliminate dormancy.

Procedimiento	Núm.	Descripción
Testigo	1	No se aplicó algún tratamiento. Las semillas conservaron sus estructuras accesorias (glumas, lemas y paleas).
Físicos	2	Remojo de las semillas con agua en circulación constante durante 12 h* con el objetivo de que los inhibidores fueran lavados, se mantuvo la semilla sumergida en agua, sin embargo, el agua estuvo fluyendo por el recipiente el cual se llenaba con agua limpia, de esta manera se propició que la mayor cantidad posible de inhibidores fueran lixiviados (Enríquez <i>et al.</i> , 1999).
	3	Remojo de las semillas con agua en circulación constante durante 24 h* = mismo procedimiento anterior.
	4	Remojo de las semillas con agua en circulación constante durante 48 h* = que el tratamiento 2.
Químicos	5	Inmersión de las semillas durante 2 min en H ₂ SO ₄ diluido al 50%** (Herrera, 1994).
	6	Inmersión de las semillas durante 4 min en H ₂ SO ₄ diluido al 50%** (Herrera, 1994).
	7	Inmersión de las semillas durante 2 horas en KNO ₃ al 0.5%** (Herrera, 1994).
	8	Eliminación de glumas = se eliminaron las glumas de manera que la cariósida quedara desnuda (Cordero y Oliveros, 1983).

*El secado de la semilla se hizo a la sombra bajo condiciones de laboratorio. **Las semillas se sacaron del reactivo y se sumergieron en agua destilada para eliminar los residuos del químico, el secado fue similar que en los procedimientos de inmersión en agua.

Período de germinación

Se determinó el porcentaje de germinación de 200 semillas de cada especie (50 por repetición) y en cada condición a la que se sometieron. El ensayo se mantuvo durante 20 días siguiendo los lineamientos de la International Seed Testing Association (ISTA, 1993), al colocar cada grupo de 50 semillas en una caja petri de vidrio, con una base de papel bond húmedo y colocadas a 22 °C y en condiciones de oscuridad en una cámara de germinación (Marca: RIOS ROCHA, Modelo: S-41). También, se cuantificó el número de semillas que germinaron diariamente.

Diseño experimental

El experimento se estableció de acuerdo a un diseño completamente al azar (DCA) con un arreglo factorial incompleto (2 x 8)-1, con el factor especie en dos niveles (*Cenchrus ciliaris* L. y *Brachiaria brizantha* cv. Marandu) y el factor procedimiento aplicado a las semillas, con ocho niveles, descritos en el Cuadro 2. Debido a que en la especie *Brachiaria brizantha* cv. Marandu no se tuvo la

seven procedures were applied, i.e. did not count with whole seeds (spikelets) the procedures that were tested are described in Table 2.

Germination period

Germination percentage of 200 seeds of each species was determined (50 per replicate) and in each condition to which were subjected. The trial continued for 20 days following the guidelines of the International Seed Testing Association (ISTA, 1993), placing each group of 50 seeds in a glass petri dish with a wet bond paper base, placed at 22 °C and in dark conditions in a germination chamber (Brand: RIOS ROCHA, Model: S-41). Also measured the number of seeds that germinated daily.

Experimental design

The experiment was established according to a completely randomized design (DCA) with an incomplete factorial array (2 x 8)-1, with the factor species into two levels (*Cenchrus ciliaris* L. and *Brachiaria brizantha* cv. Marandu) and factor procedure applied to the seeds, with eight levels described

condición testigo (Semillas completas) en total se tuvieron 15 tratamientos. La unidad experimental consistió de 50 semillas y se tuvieron cuatro repeticiones por tratamiento.

Variables de estudio

Se consideró el porcentaje de semillas que germinaron y la velocidad de germinación que se obtuvo mediante la fórmula propuesta por Maguirre (Copeland y McDonald, 1995):

$$VG = \sum_{i=1}^n (X_i/n)$$

Donde: VG= velocidad de germinación; X_i = número de semillas germinadas por día; n= Número de días después de la siembra.

Se consideró que una semilla había germinado cuando presentaba una raíz de 0.5 cm y un hipocótilo de 1 cm (Gómez y González, 2004).

Análisis de la información

Los datos obtenidos se transformaron en logaritmo para evitar heterocedasticidad (Hair *et al.*, 1999) se analizaron estadísticamente, utilizando el paquete SAS versión 9.1 para un arreglo factorial en un diseño completamente al azar (Vicente *et al.*, 2005). Se hicieron análisis de varianza y la prueba de Scheffe al 5% para comparación de medias.

Resultados y discusión

En los análisis de varianza se detectaron diferencias altamente significativas ($p < 0.01$) en los efectos de los factores estudiados (especie y procedimiento aplicado a la semilla) para todas las variables de estudio, además, la interacción especie por tratamiento a la semilla, también fue altamente significativa ($p < 0.01$) (Cuadro 3). Lo que indica que el efecto de los tratamientos que se probaron estuvo en función de las características de las semillas.

El porcentaje (17.42%) de las semillas que germinaron y su velocidad de germinación (1.17 plantas día⁻¹) de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu fueron mayores y significativamente diferentes a los de *Cenchrus ciliaris* L. (Cuadro 4), probablemente debido a que la primer especie citada ha sido sometida durante más tiempo a mejoramiento y selección

in Table 2. Because in the species *Brachiaria brizantha* cv. Marandu did not have the control condition (whole seeds) in total had 15 treatments. The experimental unit consisted of 50 seeds and had four replicates.

Study variables

It was considered the percentage of seeds that germinated and the germination speed was obtained using the formula proposed by Maguirre (Copeland and McDonald, 1995):

$$VG = \sum_{i=1}^n (X_i/n)$$

Where: VG= germination speed, X_i = number of seeds germinated per day, n= number of days after sowing.

It was considered that a seed had germinated when showed a root of 0.5 cm and hypocotyls of 1 cm (Gómez and González, 2004).

Analysis of information

The data was transformed into logarithms to avoid heteroscedasticity (Hair *et al.*, 1999) were statistically analyzed using the SAS software version 9.1 for a factorial array in a completely randomized design (Vicente *et al.*, 2005). Analyses of variance and Scheffe's test at 5% for comparison of means were performed.

Results and discussion

In analyzes of variance were detected highly significant differences ($p < 0.01$) on the effects of the factors studied (species and procedure applied to the seed) for all study variables, besides, the species interaction for seed treatment, also was highly significant ($p < 0.01$) (Table 3). Indicating that the effect of the treatments, that were tested, were in function of the seed characteristics.

The percentage (17.42%) of seeds that germinated and its germination speed (1.17 plants day⁻¹) of *Brachiaria brizantha* cv. Marandu were higher and significantly different from those of *Cenchrus ciliaris* L. (Table 4), probably because the first species named has been subjected to longer breeding and seed selection, due to its high production potential and acceptance by livestock (Sosa *et al.*, 2006, Cabrera *et al.*, 2009).

de las semillas, debido a su alto potencial productivo y aceptación por el ganado (Sosa *et al.*, 2006; Cabrera *et al.*, 2009).

El efecto de los procedimientos pregerminativos fue estadísticamente diferente en ambas variables de estudio, siendo los grupos de semillas sometidas a la inmersión durante 4 minutos en H₂SO₄ diluido al 50% donde mayor porcentaje de semillas germinó (17%) y velocidad de la misma (1.35 Plantas día⁻¹) (Cuadro 4). El efecto del H₂SO₄ (ácido sulfúrico) para que las semillas de gramíneas superen la latencia se atribuye a su capacidad de mejorar la permeabilidad de las testas (entrada de agua), ya que desgasta la cubierta de semillas duras, mejorando la entrada de agua para la imbibición, además del intercambio gaseoso, ambas condiciones necesarias para iniciar el proceso de germinación (Bewley y Black, 1982; Chikumba *et al.*, 2006).

Cuadro 4. Efectos principales de especie y procedimiento aplicado para superar la latencia en las respuestas de germinación y velocidad de germinación de semillas.

Table 4. Main effects of species and procedure applied to overcome dormancy in the responses of germination and germination speed of seeds.

Niveles	Germinación (%)	Velocidad de germinación (plantas día ⁻¹)
Especie		
<i>Cenchrus ciliaris</i>	1.56 b ¹	0.20 b
<i>Brachiaria brizantha</i> cv. Marandu	17.42 a	1.17 a
Procedimiento aplicado a la semilla		
Testigo	0.00 e	0.00 d
H ₂ O 12 h	6.25 d	0.34 c
H ₂ O 24 h	6.00 d	0.36 c
H ₂ O 48 h	6.00 d	0.41 c
H ₂ SO ₄ (50%) 2 min	14.5 b	1.10 b
H ₂ SO ₄ (50%) 4 min	17.0 a	1.35 a
KNO ₃ (0.5%) 2 h	5.75 d	0.28 c
Sin glumas	11.75 c	1.07 b

¹Valores con la misma letra en columna no son estadísticamente diferentes (Scheffe $p < 0.05$).

La entrada de agua favorece la difusión fuera de la semilla de sustancias que actúan como inhibidores de este proceso, generalmente compuestos hidrofóbicos tales como lignina, polisacáridos y pectinas fenólicas que contribuyen a determinar el carácter impermeable de la cubierta seminal (Castillo y Guenni, 2001); sin embargo, se tiene que identificar el tiempo óptimo de inmersión de la semilla en H₂SO₄; ya que, ésta sustancia por su naturaleza, según la especie a tratar puede tener efectos negativos provocando la muerte de las carióspsides (Rodríguez *et al.*, 1986; Chikumba *et al.*, 2006).

Cuadro 3. Resumen de análisis de varianza del porcentaje y velocidad de germinación de semillas de *Cenchrus ciliaris* L. y *Brachiaria brizantha* cv. Marandu que se sometieron a diferentes procedimientos para superar su latencia.

Table 3. Summary of analysis of variance of the percentage and germination speed of *Cenchrus ciliaris* L. and *Brachiaria brizantha* cv. Marandu that were subjected to different procedures to overcome dormancy.

Factor	Germinación (%)	Velocidad de germinación (plantas día ⁻¹)
Especie (E)	176.96**	13.90**
Procedimiento aplicado a la semilla (P)	3.56**	1.44**
E x P	7.40**	3.12**

*y **= significativamente diferentes a nivel de $p < 0.05$ y $p < 0.01$, respectivamente.

The effect of the pregerminative procedures were statistically different in both study variables, being the groups of seeds subjected to immersion for 4 minutes in H₂SO₄ diluted at 50% where higher percentage of seeds germinated (17%) and the germination speed of the same (1.35 Plants day⁻¹) (Table 4). The effect of H₂SO₄ (sulfuric acid) so that grass seeds overcome dormancy is attributed to its ability to enhance the permeability of the heads (inlet of water), wearing the cover of hard seeds, improving water inlet for imbibitions, besides gas exchange, both conditions necessary to start the germination process (Bewley and Black, 1982; Chikumba *et al.*, 2006).

En la interacción especie por tratamiento pregerminativo, en el Cuadro 5 se observan diferencias en los porcentajes y velocidad de germinación de las semillas de ambas especies sometidas a los diferentes procedimientos. El mayor porcentaje (34%) de semillas que germinaron y la velocidad de germinación (2.71 plantas día⁻¹) ocurrió en los grupos de semillas de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu que fueron inmersas durante 4 min en ácido sulfúrico concentrado al 50%, superando estadísticamente al resto de los tratamientos evaluados.

The inlet of water promotes diffusion out of the seed of substances that act as inhibitors of this process, generally hydrophobic compounds such as lignin, polysaccharides and phenolic pectins that help determine the impervious nature of the seed coat (Castillo and Guenni, 2001); however, it has to identify the optimum time of seed immersion in H₂SO₄; since, the substance by nature, depending on the species to be treated can have negative effects causing death of the caryopses (Rodrigues *et al.*, 1986; Chikumba *et al.*, 2006).

Cuadro 5. Porcentaje y velocidad de germinación de las semillas de *Cenchrus ciliaris* L. y *Brachiaria brizantha* cv. Marandu sometidas a diferentes procedimientos para superar su latencia.

Table 5. Percentage and germination speed of the seeds of *Cenchrus ciliaris* L. and *Brachiaria brizantha* cv. Marandu subjected to different procedures to overcome dormancy.

Especie	Tratamiento	Germinación (%)	Velocidad de germinación (plantas día ⁻¹)
<i>C. ciliaris</i>	Testigo	0.00 d ¹	0.00 e
<i>C. ciliaris</i>	H ₂ O 12 h	0.00 d	0.00 e
<i>B. brizantha</i> cv. Marandu	H ₂ O 12 h	12.50 c	0.68 d
<i>C. ciliaris</i>	H ₂ O 24 h	0.00 d	0.00 e
<i>B. brizantha</i> cv. Marandu	H ₂ O 24 h	12.00 c	0.73 d
<i>C. ciliaris</i>	H ₂ O 48 h	0.00 d	0.00 e
<i>B. brizantha</i> cv. Marandu	H ₂ O 48 h	12.00 c	0.82 d
<i>C. ciliaris</i>	H ₂ SO ₄ (50%) 2 min	0.00 d	0.00 e
<i>B. brizantha</i> cv. Marandu	H ₂ SO ₄ (50%) 2 min	29.00 b	2.20 b
<i>C. ciliaris</i>	H ₂ SO ₄ (50%) 4 min	0.00 d	0.00 e
<i>B. brizantha</i> cv. Marandu	H ₂ SO ₄ (50%) 4 min	34.00 a	2.71 a
<i>C. ciliaris</i>	KNO ₃ (0.5%) 2 h	0.00 d	0.00 e
<i>B. brizantha</i> cv. Marandu	KNO ₃ (0.5%) 2 h	11.50 c	0.57 d
<i>C. ciliaris</i>	Sin glumas	12.50 c	1.65 c
<i>B. brizantha</i> cv. Marandu	Sin glumas	11.00 c	0.50 d

¹Valores con la misma letra en columna no son estadísticamente diferentes (Scheffe $p < 0.05$).

Martins y Silva (2006) y Sallum *et al.* (2010), mencionan que la inmersión de las semillas de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu en H₂SO₄ durante 10 min, promueve la superación de la latencia en las semillas de testa dura como es el caso de esta especie, alcanzando porcentajes de hasta 59% de semillas que germinaron, resultados superiores a los de este estudio, sin embargo, Parroquín y Joaquín (2011) reportaron en semillas de la misma especie sometidas a los mismos tiempos de inmersión que en los estudios anteriores, un máximo de 18.8% de semillas que germinaron, resultados inferiores a los de este estudio, en primer lugar esto indica que el ácido sulfúrico mejora la permeabilidad de las semillas de esta especie como una condición previa para su germinación. Pero los resultados aún no son concluyentes, pues aun existen variaciones importantes en su efecto sobre la germinación de las semillas.

In species interaction by pregerminative treatment, Table 5 shows differences in percentages and germination speed of the seeds of both species subjected to different procedures. The highest percentage (34%) of seeds that germinated and germination speed (2.71 plants day⁻¹) occurred in the group of seed of *Brachiria brizantha* cv. Marandu that were immersed for 4 minutes in concentrated sulfuric acid at 50%, exceeding statistically the remaining treatments.

Martins and Silva (2006) and Salloum *et al.* (2010) mention that the immersion of the seeds of *Brachiria brizantha* cv. Marandu in H₂SO₄ for 10 min, promotes overcoming of dormancy in hard coated seeds as is the case of this specie, reaching percentages of up to 59% of germinated seeds, results higher to those of this study, however, Parroquin and Joaquín (2011) reported in seeds of the same species subjected

El efecto del ácido sulfúrico es desgastar la cubierta (Bewley y Black, 1982), lo que permitió que la imbibición de la semilla ocurriera en un tiempo menor, reactivando los procesos de la germinación, por lo que la velocidad de germinación (semillas germinadas por día entre el número de días después de la siembra) fue significativamente diferente, respecto al resto de los tratamientos.

En un estudio donde se evaluó la germinación de semillas de *Brachiaria decumbens* sometida a algunos tratamientos químicos: 1) H_2SO_4 por 4, 8 y 12 min; 2) en soluciones de KNO_3 (0,4 y 0,8%) por 2 h y, 3) la combinación de los tratamientos anteriores, los resultados mostraron valores significativos más altos en germinación (cerca al 50%) al incrementar los tiempos de inmersión en H_2SO_4 o KNO_3 ; sin embargo, los valores más altos (60%) se obtuvieron en los grupos de semillas sometidas a inmersión en soluciones que tuvieron combinación de ambas sustancias, lo que indica que en las semillas de ésta especie existe más de un mecanismo involucrado en la latencia (Herrera, 1994), por lo tanto, particularmente en las semillas *Brachiaria brizantha* cv. Marandu según los resultados de este estudio, el reposo se encuentra asociado principalmente a la impermeabilidad de la cubierta de la semilla, lo que explica el efecto positivo del ácido sulfúrico sobre el porcentaje de germinación de esta especie.

En *Cenchrus ciliaris* L. sólo hubo respuesta en el porcentaje y velocidad de germinación con el tratamiento mecánico de eliminación de glumas con 12.5% de semillas germinadas y 1.65 plantas día⁻¹, respectivamente (Cuadro 5). Resultados similares se han reportado en otros estudios donde se encontraron efectos significativos en la germinación de semillas de pastos a las que se eliminaron las glumas (Cordero y Oliveros, 1983; Suárez y Zdravko, 1994).

En estas especies las cariopsis se encuentran cubiertas por estructuras accesorias como son las glumas (lemas y paleas) (Palma *et al.*, 2000) en las cuales se encuentran sustancias químicas de tipo fenólicas, particularmente antocianinas, que se han asociado con la inhibición de la germinación (Jiménez *et al.*, 2005), y a ésta causa se le ha atribuido, sin demostrarlo, la no germinación de *Cenchrus ciliaris* L. (Venter y Rethman, 1992; Gómez y González, 2004; Parihar y Pathak, 2006), sin embargo, en un estudio reciente Ma *et al.* (2010), encontraron que las glumas afectan la germinación de las semillas debido a un efecto de resistencia mecánica y no a la presencia de inhibidores, pues al observar con microscopio la unión cariósida-glumas, encontraron que existen muchas microestructuras innecesarias las cuales

to the same immersion time in the above studies, a maximum of 18.8% of germinated seeds, below results of this study, firstly this indicates that the sulfuric acid improves the permeability of the seeds of this species as a prerequisite for germination. But the results are not conclusive, because there are still significant variations in their effect on seed germination.

The effect of sulfuric acid is wearing the cover (Bewley and Black, 1982), allowing seed imbibition to occur in a shorter time, reactivating the processes of germination, so that germination speed (seeds germinated per day over the number of days after sowing) were significantly different from the rest of the treatments.

In a study were evaluated seed germination of *Brachiaria decumbens* subjected to some chemical treatments: 1) H_2SO_4 for 4, 8 and 12 min; 2) in solutions of KNO_3 (0.4 and 0.8%) for 2 h; and 3) combination of the above treatments, the results showed significant values higher in germination (around 50%) to increase immersion times in H_2SO_4 or KNO_3 ; however, higher values (60%) were obtained in the groups of seeds subjected to immersion in solutions had combination of both substances, indicating that the seeds of this specie has more than one mechanism involved in dormancy (Herrera, 1994), therefore, particularly in the seeds of *Brachiaria brizantha* cv. Marandu according to the results of this study, the rest is mainly associated with the impermeability of the seed coat, which explains the positive effect of sulfuric acid on the germination percentage of this species.

In *Cenchrus ciliaris* L. there was only response in percentage and germination speed with the mechanical treatment of glumes removal with 12.5% of germinated seeds and 1.65 plants day⁻¹, respectively (Table 5). Similar results have been reported in other studies that found significant effects on seed germination of grasses of glumes removed (Lamb and Oliver, 1983; Suárez and Zdravko, 1994).

Caryopses in these species are covered by accessory structures such as glumes (lemma and palea) (Palma *et al.*, 2000) in which are found chemical compounds of phenolic type, particularly anthocyanins, which are associated with the inhibition of germination (Jimenez *et al.*, 2005), and to this cause has been attributed, without proof, non-germination of *Cenchrus ciliaris* L. (Venter and Rethman, 1992; Gómez and González, 2004; Parihar and Pathak, 2006), however, in a recent study Ma *et al.* (2010) found that glumes affect seed germination due to an effect of mechanical resistance and not to the presence of inhibitors,

están en capas y muy compactas unidas a la cariopsis de manera hermética, lo que impide una adecuada germinación. Esto explica por qué la inmersión de las semillas en agua y en solución de nitrato de potasio (KNO_3), pues éstos tratamientos tienen como objetivo el lavado y difusión fuera de la semilla de los inhibidores de la germinación, respectivamente (Camacho, 1994).

Aunque en ambas especies se logró aumentar significativamente el porcentaje y velocidad de germinación y se identificó el mejor tratamiento de escarificación para cada especie, los porcentajes aún son bajos, por lo que es necesario hacer trabajos referentes al mejoramiento de la semilla, y en este sentido, las posibilidades son amplias, pero habrá que buscar aquellas que sean pertinentes para cada especie y considerar las características agroecológicas de los sitios en donde se pretenden establecer (Febles *et al.*, 2009; Conde-Lozano *et al.*, 2011).

Conclusiones

El porcentaje y velocidad de germinación de las semillas de las especies evaluadas fue afectada diferencialmente por los procedimientos a que se sometieron. Las semillas de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu que fueron sometidas a inmersión durante 4 min en H_2SO_4 diluido al 50% mostraron el mayor porcentaje (34%) y velocidad de germinación (2.71 plantas día⁻¹), respecto al resto de los tratamientos.

Las semillas de *Cenchrus ciliaris* L. sometidas al tratamiento mecánico de eliminación de glumas fueron el único grupo de semillas de ésta especie en las que ocurrió germinación (12.5%).

En general, se observó un mejor comportamiento de las semillas de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu y el efecto del ácido sulfúrico fue mayor al presentar valores más altos en el porcentaje y velocidad de germinación.

Literatura citada

- Bewley, J. D. and Black, M. 1982. Physiology and biochemistry of seeds. Viability, dormancy and environmental control. Springer Verlag, Berlin. 2:375 p.
- Bewley, J. D. 1997. Seed germination and dormancy. The plant cell 9:1055-1066.

so observing by microscopic the caryopsis-glumes union, found that there are many unnecessary microstructures which are in layer and very compact attached to the caryopsis hermetically, which prevents proper germination. This explains why the immersion of seeds in water and in solution of potassium nitrate (KNO_3), so these treatments objective is washing and spread out of germination inhibitors from the seeds, respectively (Camacho, 1994).

Although in both species was able to increase significantly the percentage and germination speed and identified the best treatment of scarification for each species, percentages are still low, so it is necessary to make studies related to improvement of the seed, and in this sense, the possibilities are broad, but will need to find those that are relevant for each species and consider the agroecological characteristics of the sites where intended to establish them (Febles *et al.*, 2009; Conde-Lozano *et al.*, 2011).

Conclusions

The percentage and germination speed of seeds of the species tested was affected differentially by the procedures to which were subjected. *Brizantha brachiaria* cv. Marandu seed that were subjected to immersion for 4 min in H_2SO_4 diluted at 50% showed the highest percentage (34%) and germination speed (2.71 plant day⁻¹), compared to other treatments.

Seeds of *Cenchrus ciliaris* L. subjected to mechanical treatment of glume removal were the only group of seeds of this species in which germination occurred (12.5%).

In general, there was a better behavior in seeds of *Brachiaria brizantha* cv. Marandu and the effect of sulfuric acid was higher by presenting higher values in the percentage and germination speed.

End of the English version



- Cabrera, T. E. E.; Sosa, R. E. E.; Castellanos R. A. F.; Gutiérrez B. A. O. y Ramírez, S. J. H. 2009. Comparación de la concentración mineral en forrajes y suelos de zonas ganaderas del estado de Quintana Roo, México. Veterinaria México 40(20):167-179.
- Camacho, M. F. 1994. Dormición de semillas: causas y tratamientos. Editorial Trillas. México. D. F. 125 pp.
- Castillo, R. y Guenni, O. 2001. Latencia de semillas de *Stylosanthes hamata* (Leguminosae) y su relación con la morfología de la cubierta seminal. Rev. Biología Tropical 49(1):287-299.

- Chikumba, N.; Mapiye, C. and Poshiwa, X. 2006. Breaking seed coat dormancy in *Macrotylomadaltonii*. The Rangeland Journal 28(2):179-182.
- Conde-Lozano, E.; Martínez-González, J. C.; Briones-Encinia, F. y Saldivar-Fitzmaurice, A. J. 2011. Producción de semilla del pasto Buffel (*Cenchrusciliaris* L.) bajo diferentes ambientes agroecológicos en Tamaulipas, México. RevFacAgron (LUZ) 28: 360-375.
- Copeland, L. O. and McDonald, M. B. 1995. Principles of seed science and technology. 3th (Ed.). Chapman and Hall. New York, USA. 409 pp.
- Cordero, M. J. y Oliveros, M. 1983. Evaluación de temperatura y tiempo para conducir pruebas de germinación en semillas de *Andropogongayanus*. Agronomía Tropical 33(1-6):357-366.
- Doria, J. 2010. Generalidades sobre las semillas: su producción, conservación y almacenamiento. Cultivos Tropicales 31(1):74-85.
- Enríquez, Q. F. J.; Meléndez, N. F. y Bolaños, A. E. D. 1999. Tecnología para la producción de forrajes tropicales en México. INIFAP. Campo Experimental Papaloapan. CIRGOC. Libro técnico Núm. 7. Veracruz, México. 262 pp.
- Febles, G.; Ruiz, T. E. y Baños, R. 2009. Efecto del clima en la producción de semillas de pastos tropicales de gramíneas. Rev. Cubana de Ciencia Agrícola 43(2):105-112.
- Finch-Savage, W. E. and Leubner-Metzger, G. 2006. Seed dormancy and the control of germination. New Phytologist 171:501-523.
- Giarudo, M. 2003. Buffelgrass, el pasto. Marca Líquida Agropecuaria, Córdoba 13(121):17-21.
- González, Y.; Mendoza, F. y Torres, R. 1994. Efecto del almacenamiento y la escarificación química y mecánica sobre las semillas de *Brachiariadecumbens* cv. Basilik. Pastos y Forrajes 17(1):35-43.
- Gómez, M. S. y González, D. J. R. 2004. Latencia de la semilla en nuevas variedades de zacate buffel *Cenchrusciliaris* L. Boletín del programa de pastos. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN). México. 309-312 pp.
- Hair, J. F.; Anderson, R. E.; Tatham, R. J. y Black, W. C. 1999. Análisis multivariante. 5^a (Ed.). Prentice Hall Iberia, Madrid, España. 832 pp.
- Herrera, J. 1994. Efecto de algunos tratamientos para interrumpir el reposo en semillas de pastos. II. *Brachiariadecumbens*. Agronomía Costarricense 18 (1): 75-85.
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI). 1993. Carta topográfica de Valles Centrales de Oaxaca. Escala 1:50 000.
- International Seed Testing Association (ISTA). 1993. International rules for seed testing. Seed Sci. Technol. 21:288.
- Jiménez, G. C. A.; Maciel, P. L.; de Alba, A. A. y González, C. F. 2005. Siembra de Buffel. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). Centro de Investigación Regional Norte Centro (CIRNC). Campo Experimental Pabellón. Folleto para productores Núm. 37. 16 pp.
- Koornneef, M.; Bentsink, L. and Hilhorst, H. 2002. Seed dormancy and germination. Plant Biol. 5:33-36.
- Ma, H. Y.; Liang, Z. W.; Liu, M. M.; Wang, M. and Wang, S. H. 2010. Mechanism of the glumes in inhibiting seed germination of *Leymuschinensis* (Trin.) Tsvzel (Poaceae). Seed Sci. Technol. 38(3):655-664.
- Martins, L. e Silva, W. R. 2006. Acoes fisiológicas do calor e do ácido sulfúrico em sementes de *Brachiariabrizantha* cv. Marandu. Bragantia 65(3):495-500.
- Palma, R. M. P.; López, H. A. y Molina, M. J. C. 2000. Condiciones de almacenamiento y germinación de semillas de *Cenchrusciliaris* L. y *Andropogongayanus* Kunth. Agrociencia 34(2):41-48.
- Parihar, S. S. and Pathak, P. S. 2006. Flowering phenology and seed biology of selected tropical perennial grasses. Tropical Ecol. 47(1):81-87.
- Parroquín, R. C. G. y Joaquín, T. B. B. 2011. Evaluación de tratamientos de escarificación para eliminar la dormancia en semillas de los pastos *Brachiariabrizantha* cv. "Insurgente" y *Panicum máximum* cv. "Mombaza". In: Toledo, F. J. (Ed.). Memoria del 13^o Foro Estatal de Investigación Científica y Tecnológica. COCYT, Oaxaca. 25-27 pp.
- Robles, S. R. 1990. Producción de granos y forrajes. 5^a ed. Editorial Noriega Limusa, México, D. F. 663 pp.
- Rodríguez, J. D.; Delachiave, M. H. A.; Rodríguez, S. D.; Pedras, J. F. e Gaeti, O. B. N. 1986. Efectos de diferentes métodos para a quebra da dormancia em sementes de *Brachiariahumidicola* (Rendle) Schweickerdt. Científica. 14(1):65-72.
- Roig, C. A. 2004. *Brachiariabrizantha* cv. "Marandu". Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA). Córdoba, Argentina. 5 pp.
- Sallum, da S. S. M.; Alves, D. S.; de Agostini, T. A. E. e Neto, M. N. B. 2010. Neutralizacão da escarificação química sobre germinação de sementes de *Brachiariabrizantha* cv. Marandu. Rev. Brasileira de Ciências Agrárias 5(3):315-321.
- Sharif-Zadeh, F. and Murdoch, A. J. 2000. The effects of different maturation conditions on seed dormancy and germination of *Cenchrusciliaris*. Seed Sci. Res. 10:147-157.
- Sosa, R. E. E.; Cabrera, E. E. T. y Pérez, R. D. 2006. Evaluación del potencial forrajero de gramíneas y leguminosas introducidas, bajo diferentes frecuencias de corte. Trópico rural FUQROOP 1(5):1-8.
- Suárez, N. y Zdravko, B. 1994. Viabilidad y germinación en *Trachypogonplumosus* (Poaceae). Ecotropicos 17(1):37-40.
- Venter, P. S. and Rethman, N. F. G. 1992. Germination of fresh seed of thirty *Cenchrusciliaris* ecotypes as influenced by seed treatments. J. Grass Soc. South Afr. 9(4):181-182.
- Vicente, M. L.; Girón, C.; Nieto, P. y Pérez, T. 2005. Diseño de experimentos. Soluciones con SAS y SPSS. Pearson Educación, Madrid, España. 400 pp.