

## EFECTO DE ALGUNOS TRATAMIENTOS PARA INTERRUMPIR EL REPOSO EN SEMILLAS DE PASTOS. II. *Brachiaria decumbens*<sup>1</sup>

Jorge Herrera \*

### ABSTRACT

**Effect of some treatments for breaking dormancy in pasture seeds. II. *Brachiaria decumbens*.** Two experiments were carried out in which the effect of temperature and chemical treatments on seed dormancy of *Brachiaria decumbens* seeds were evaluated. In the first, seeds were germinated on a thermogradient table after receiving the following treatments: 1) Control, 2) Immersion in  $H_2SO_4$  (4 min), 3)  $KNO_3$  (0,6%) for 2 h, 4) Hydrogen cyanamide ( $CH_2N_2$ , 4%) for 2 h, 5) Combination of the  $H_2SO_4$  and  $KNO_3$  treatments and 6) Combination of the  $H_2SO_4$  and  $CH_2N_2$  treatments. The results showed that all treatments with  $CH_2N_2$  inhibited germination completely. Treatments with  $H_2SO_4$ ,  $KNO_3$  and their combination increased germination significantly. The highest germination was obtained between 20 and 25°C. In the second experiment seeds were deepened in: 1)  $H_2SO_4$  for 0, 4, 8 or 12 min, 2) In solutions of  $KNO_3$  (0, 0,4 and 0,8%) for 2 h and 3) Combination of both treatments. The results showed significantly higher values in germination with increasing immersion times in  $H_2SO_4$  and increasing the concentration of  $KNO_3$ . The highest values (60%) were obtained with the combination of both substances. A third experiment was carried out to study the effect of the best  $H_2SO_4$  and  $KNO_3$  treatments on seed storability. Increasing values were found after 3 and 6 months in treatments with  $KNO_3$ , whereas, the opposite was found with  $H_2SO_4$ .

### INTRODUCCION

La semilla de muchos pastos tropicales presenta dificultades en su germinación, debido a un fuerte estado de reposo inmediatamente después de la cosecha. Este reposo se manifiesta como la imposibilidad que presenta a la semilla de germinar, aunque sea viable y se le suministren las condiciones adecuadas de temperatura, humedad y luz (Bewley y Black, 1982).

Esta es una característica normal en muchas especies vegetales y con la que se evita que la semilla germine inmediatamente después de la cosecha, quedando expuesta a condiciones adversas en muchas ocasiones. De esta forma se logra incrementar el número de sitios seguros para la sobrevivencia en el espacio y en el tiempo (Venable y Levin, 1985; Venable *et al.*, 1987). El reposo ha sido documentado en *Brachiaria decumbens* en relación con aspectos ligados a fertilización y almacenamiento por Rivero y Espinosa (1988), quienes encontraron que almacenando la semilla a una temperatura ambiente promedio de 16°C se conserva en este estado por un período comprendido entre 207 y 235 días dependiendo del genotipo.

El reposo varía según la especie en duración e intensidad (Quinlivan, 1971), así en algunas especies leguminosas como *Sesbania emerus* puede

1/ Recibido para publicación el 14 de febrero de 1994.  
\* Centro para Investigaciones en Granos y Semillas, Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica. El autor es beneficiario del Programa de Apoyo Financiero a Investigadores Científicos del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Tecnológicas (CONICIT) de Costa Rica.

alcanzar un máximo de 17% de germinación después de 4 años de almacenamiento a 21°C (Gue rrero y Herrera, 1993). En pastos tropicales, como *Andropogon gayanus* germina apenas un 30% de las semillas después de 5 meses de almacenamiento (Eira, 1983).

Entre las razones del reposo, las más comunes son: presencia de un embrión inmaduro (Roberts, 1972), impermeabilidad de la cubierta al agua o al oxígeno y la presencia de reguladores del crecimiento que actúen como inhibidores de la germinación (Villiers, 1972). Bewley y Black (1982) señalan como de gran importancia el balance entre reguladores de crecimiento, especialmente entre auxinas, citoquininas y giberelinas, ya sea en la cubierta o en el embrión.

El lugar de origen de una especie, en relación con las condiciones ambientales prevalentes en la zona son un buen indicativo de los procedimientos más adecuados para interrumpir el reposo (Atwater, 1980). Las especies responden en forma particular a diferentes tratamientos, así, en gramíneas, como *Andropogon gayanus* (Herrera, 1993), *Paspalum notatum* (Herrera, 1993), y *Brachiaria decumbens*.

Whiteman y Mendra, (1982) y *B. plantaginea* (Rodríguez de Freitas *et al.*, 1990) se incrementó significativamente la germinación utilizando ácido sulfúrico. Mientras que, en *B. humidicola* se redujo (Rodríguez *et al.*, 1986).

Toledo y Carvalho (1990) lograron una germinación de 50% en *B. decumbens* utilizando  $\text{KNO}_3$ . Rodríguez *et al.* (1986) lograron resultados similares con inmersión en  $\text{KNO}_3$  al 0,5%, aumentando la germinación de 29% a 41%. Sin embargo, Whiteman y Mendra (1982) obtuvieron 0% de germinación con este tratamiento.

El objetivo de este trabajo fue determinar el efecto de la temperatura y de algunos tratamientos químicos sobre la germinación de la semilla de *Brachiaria decumbens*.

## MATERIALES Y METODOS

Se utilizó semilla recién cosechada de *Brachiaria decumbens*, secada y acondicionada industrialmente, con 10% de humedad. Los tratamientos se llevaron a cabo en el Centro para Investigaciones en Granos y Semillas de la Universidad de Costa Rica.

Se hizo una evaluación inicial de la calidad de la semilla, según la cual, presentaba un 15% de

germinación. La semilla se almacenó por 2 semanas a 4°C en bolsas de polietileno selladas, antes de iniciar el trabajo.

### Experimento 1

Se estudió el efecto de la temperatura sobre la germinación de la semilla, para lo cual se usó una mesa de termogradiante en la cual se evaluó un ámbito de temperaturas entre 12 y 29°C. Las semillas también se sometieron a los siguientes tratamientos químicos para mejorar su germinación: 1) Testigo, 2) inmersión en ácido sulfúrico ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) concentrado por 4 min, 3) en nitrato de potasio ( $\text{KNO}_3$ ) al 0,6%/2 h, 4) en cianamida hidrogenada ( $\text{CH}_2\text{N}_2$ ) al 4%/2 h, 5) en la combinación de los tratamientos de  $\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{KNO}_3$  y 6) la combinación de los tratamientos de  $\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{CH}_2\text{N}_2$ . Los tiempos de inmersión y las concentraciones de las sustancias utilizadas en los tratamientos combinados fue el mismo que en los tratamientos individuales. En ambos casos la semilla se sumergió primero en  $\text{H}_2\text{SO}_4$  y posteriormente en  $\text{KNO}_3$  o en  $\text{CH}_2\text{N}_2$ .

Se colocaron grupos de 75 semillas en espacios cuadrados de 70 mm de lado, tomando como temperatura del área, el promedio de las mediciones correspondientes a cada zona. La temperaturas evaluadas fueron: 13, 15, 17, 20, 23, 25 y 28°C. Las mediciones de la germinación se realizaron cada 2 días a partir del tercer día hasta el día 14 cuando se evaluó las plántulas según las reglas de la International Seed Testing Association (ISTA, 1976).

### Experimento 2

Este experimento se inició 3 semanas después del primero. Se utilizó la misma semilla del experimento 1. Los tratamientos se realizaron por inmersión. Para su germinación, la semilla se colocó en cámaras de germinación, a 20°C y a 30°C. Los tratamientos fueron los siguientes: inmersión en  $\text{KNO}_3$  en concentraciones de 0, 0,4 y 0,8% por un período de 2 h,  $\text{H}_2\text{SO}_4$  concentrado por 0, 4, 8 y 12 min y la combinación de ambos tratamientos para lo cual la semilla fue primero sumergida en el ácido, antes de ser tratada con  $\text{KNO}_3$ . El análisis del experimento se realizó de acuerdo con un diseño irrestricto al azar en un arreglo factorial de 3 x 4 x 2. Cada unidad experimental constó de 50 semillas con 4 repeticiones.

Se evaluó la germinación 3, 7 y 14 días después de realizados los tratamientos, siguiendo los mismos criterios usados en el experimento 1.

### Experimento 3

Los tratamientos químicos tienen el inconveniente de que la semilla se debe humedecer y volver a secar, lo que puede ocasionar un deterioro de la calidad, éste se puede reducir a un mínimo secando la semilla inmediatamente después de tratada. Sin embargo, el efecto de estos tratamientos sobre el tiempo de almacenamiento continúa siendo una incógnita. Con el fin de determinar la almacenabilidad de semilla de *B. decumbens* escarificada, se trató con  $H_2SO_4$  por 0 y 8 min, con  $KNO_3$  al 0 y 0,8% por 2 y 6 h, así como la combinación de ambas sustancias. Posteriormente la semilla se secó a 30°C y 45% de humedad relativa hasta alcanzar su humedad de equilibrio y se almacenó a 5°C en bolsas de polietileno dobles durante 6 meses. Cada unidad experimental constó de 100 semillas con 4 repeticiones. Se realizaron evaluaciones de la germinación a los 0, 3 y 6 meses. La separación de medias se realizó mediante la prueba de Tukey.

## RESULTADOS

### Experimento 1

En la Figura 1 se observa el efecto de los tratamientos químicos en relación con la temperatura de germinación en la mesa de termogradiante. Los valores mayores de germinación se alcanzaron a los 23°C en la mayoría de los tratamientos evaluados. También se observó un descenso con la temperatura de 28°C en el testigo y los tratamientos con  $H_2SO_4$  y  $H_2SO_4 + KNO_3$ , sin embargo, éste no se puede atribuir a un efecto único de la temperatura, ya que durante el experimento se detectó un significativo grado de desecación en esta parte de la mesa de termogradiante, de manera que la fluctuación en la humedad puede haber influido sobre la germinación. En el experimento 2, esto se corrobora, ya que los tratamientos se realizaron a 20 y 30°C + 1 en cámaras de germinación con alta humedad relativa (cercana a 98%), sin que se detectaran problemas en la germinación y llegándose a alcanzar valores considerablemente altos.

Aunque los tratamientos con  $H_2SO_4$  y  $KNO_3$  aumentaron la germinación, el tratamiento con  $CH_2N_2$  resultó inhibitorio, ya fuera sólo en combinación con  $H_2SO_4$ .

### Experimento 2

#### Inmersión en $H_2SO_4$

El efecto de la inmersión en  $H_2SO_4$  muestra que la germinación se va incrementando en forma

escalonada hasta los 14 días (Figura 2). En las 3 evaluaciones los resultados fueron significativamente menores ( $\mu = 0,01$ ) en los tratamientos que no recibieron  $H_2SO_4$ . En la evaluación realizada al tercer día no hubo diferencias entre los diferentes tiempos de inmersión. A los 7 y 14 días, se obtuvo valores intermedios al sumergir la semilla por 4 min. Los valores más altos se alcanzaron con los tiempos de 8 y 12 min, entre los cuales no hubo diferencias significativas.

En la Figura 3 se observa los resultados obtenidos en semilla dura y semilla muerta debido a la inmersión en  $H_2SO_4$ , al final del experimento. En la semilla dura se observa una disminución en el porcentaje conforme aumenta el tiempo de inmersión. El mayor porcentaje se alcanzó cuando la semilla no fue sumergida, cercano a 30%. Valores intermedios y significativamente diferentes de todos los demás tratamientos se obtuvieron con 4 min de inmersión y los menores sumergiendo la semilla por 8 y 12 min, entre los que no se detectó diferencias significativas. El número de semillas muertas aumentó conforme se incrementó el tiempo de exposición al ácido. Sin embargo, debe resaltarse que los valores mayores no superaron el 12%. Significativamente menores fueron los porcentajes con tiempos de inmersión de 0 y 4 min, entre los cuales no se encontraron diferencias. Valores intermedios, cercanos al 10% se observaron con 8 min de inmersión y los mayores cuando la semilla se sumergió por 12 min.

#### Inmersión en $KNO_3$

En la Figura 4 se observa el efecto de la inmersión en  $KNO_3$  sobre la germinación de la semilla. En las 3 fechas evaluadas se detectó un aumento estadísticamente significativo ( $\alpha = 0,05$ ) en el porcentaje de germinación debido al  $KNO_3$ . Así mismo, no se detectaron diferencias entre las 2 dosis empleadas en ninguna de las 3 evaluaciones.

Los tratamientos con  $KNO_3$  tuvieron un efecto significativo sobre los porcentajes de semilla muerta y semilla dura (Figura 5). En este caso, ambas variables presentan la misma tendencia, se observa una disminución en los valores conforme se incrementa la concentración de la solución. En el caso de la semilla dura, se obtuvo una disminución significativa ( $\alpha = 0,05$ ) con la inmersión en las soluciones de 0,4 y 0,8%. En el caso de la semilla muerta únicamente se presentó una disminución significativa con la solución de 0,8% de  $KNO_3$ .

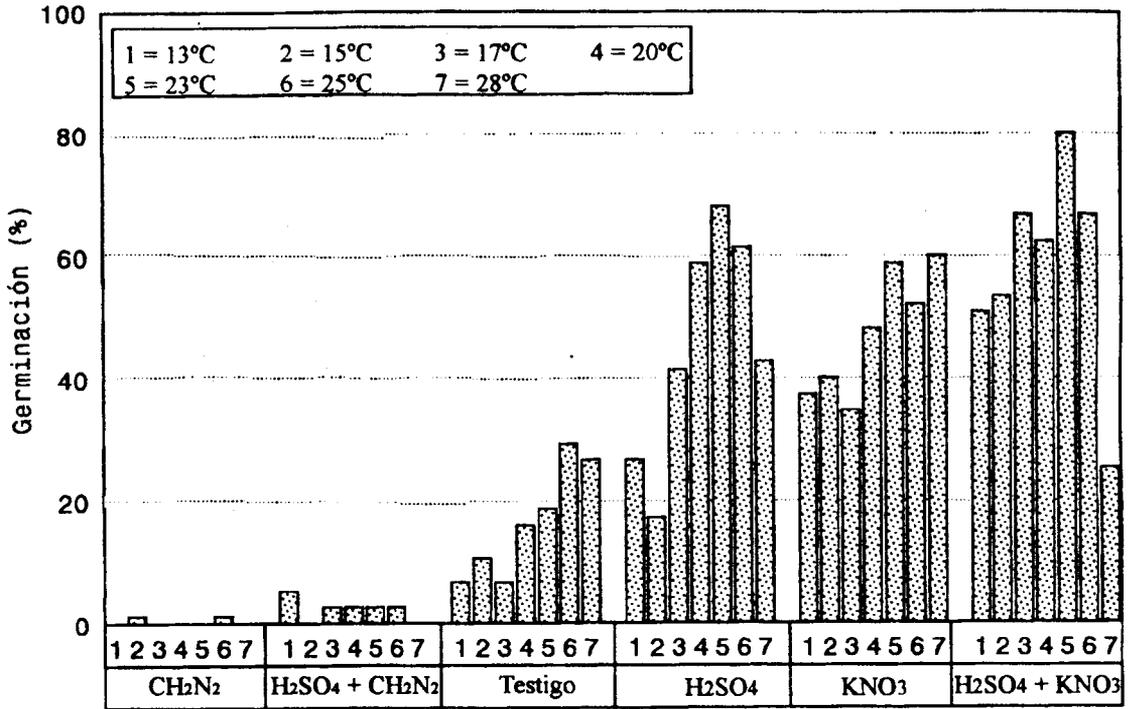


Fig. 1. Efecto de tratamientos químicos y de temperatura sobre la germinación de semillas de *Brachiaria decumbens*, en una mesa de termogradiente.

Aunque la interacción entre la inmersión en H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> y en KNO<sub>3</sub> fue significativa en las 3 fechas en que se realizó las evaluaciones, se presenta únicamente la correspondiente a la última fecha (Figura 6), ya que ejemplifica la relación encontrada en las otras 2 mediciones. En ella se puede observar que cuando se utilizó las dosis de 0,4 y 0,8% de KNO<sub>3</sub> se produjo un aumento en la germinación de las semilla independientemente de los tratamientos con H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>.

#### Efecto de la temperatura de germinación

Se encontró que la temperatura tuvo un efecto significativo ( $\alpha = 0,01$ ) sobre la germinación en la evaluación realizada a los 3 días (9% a 20°C y 35% a 30°C) y a los 7 días (20% a 20°C y 39% a 30°C), según lo anterior, la semilla germinó en ambas ocasiones más a 30°C que a 20°C, aunque estas diferencias desaparecen en el recuento final (14 días), en que tuvieron 43 y 41% respectivamente, con lo que se puede concluir que la temperatura afectó la velocidad de germinación aunque no los valores finales.

Así mismo, se encontró que la temperatura de germinación no tuvo ningún efecto sobre los porcentajes de semilla muerta (9% a 20°C y 8% a 30°C) o semilla dura (20% en ambas temperaturas).

La temperatura de germinación presentó interacciones significativas con el tiempo de inmersión en H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> y la concentración de la solución de KNO<sub>3</sub>. En el primer caso, se observó que cuando la semilla fue sumergida por 4, 8 o 12 min, hubo un efecto poco marcado de la temperatura sobre la germinación, no mayor del 5% en todos los casos. Pero cuando no hubo inmersión (testigo), se produjo un aumento considerable de la germinación con la temperatura de 30°C (de 20 a 40%). Por el contrario, en el análisis de la interacción entre la temperatura y la inmersión en KNO<sub>3</sub> se encontró que si bien a 30°C se produjo un aumento de la germinación en todos los casos, éste aumento fue mucho más pronunciado con la inmersión en soluciones de KNO<sub>3</sub> al 0,4 y 0,8% (en que subió 25 y 32% respectivamente hasta alcanzar 42%) que en el testigo (que subió de 7 a 23%).

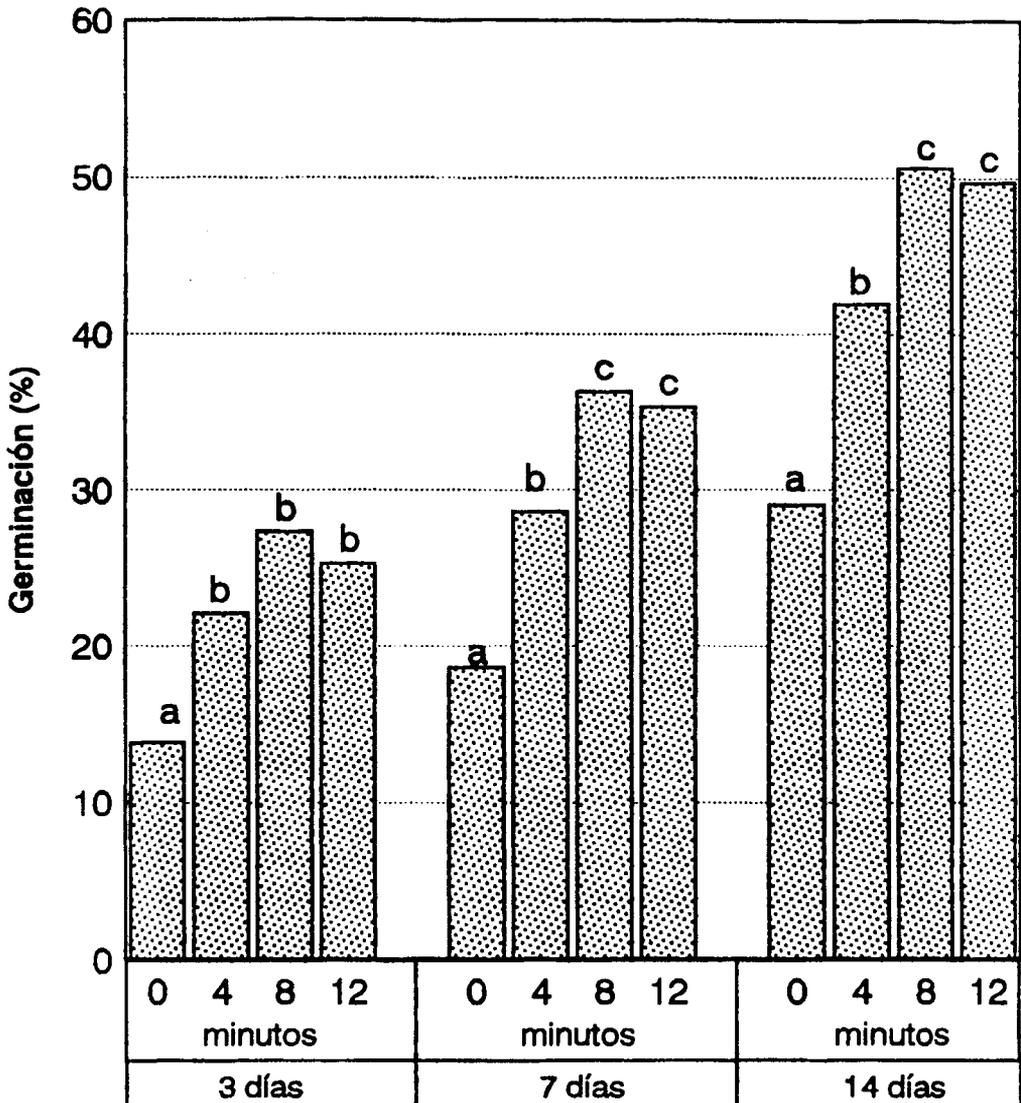


Fig. 2. Efecto de la inmersión en ácido sulfúrico (0, 4, 8 y 12 minutos) sobre la germinación de la semilla de *Brachiaria decumbens* después de 3, 7 y 14 días de realizados los tratamientos.

Finalmente una interacción interesante fue la que se presentó entre la inmersión en  $H_2SO_4$  y la temperatura de germinación en relación con el porcentaje de semilla dura. En este caso, la semilla sumergida por 4, 8 o 12 min fue particularmente insensible a la temperatura de germinación, sin embargo, cuando la semilla no se sumergió en ácido se obtuvo una disminución considerable (de 36 a 26%) en la semilla dura al ponerla a germinar a  $30^\circ C$ .

### Experimento 3

El tiempo de almacenamiento probó tener influencia sobre la germinación de las semillas, en la Figura 7a, se observa que en las 3 evaluaciones hubo diferencias significativas ( $\alpha = 0,01$ ) entre los tiempos de inmersión en  $H_2SO_4$ , aunque después de 6 meses de almacenamiento el número de semillas germinadas fue significativamente menor cuando éstas se sumergieron en ácido, al contrario de lo que sucedió en las dos primeras evaluaciones.

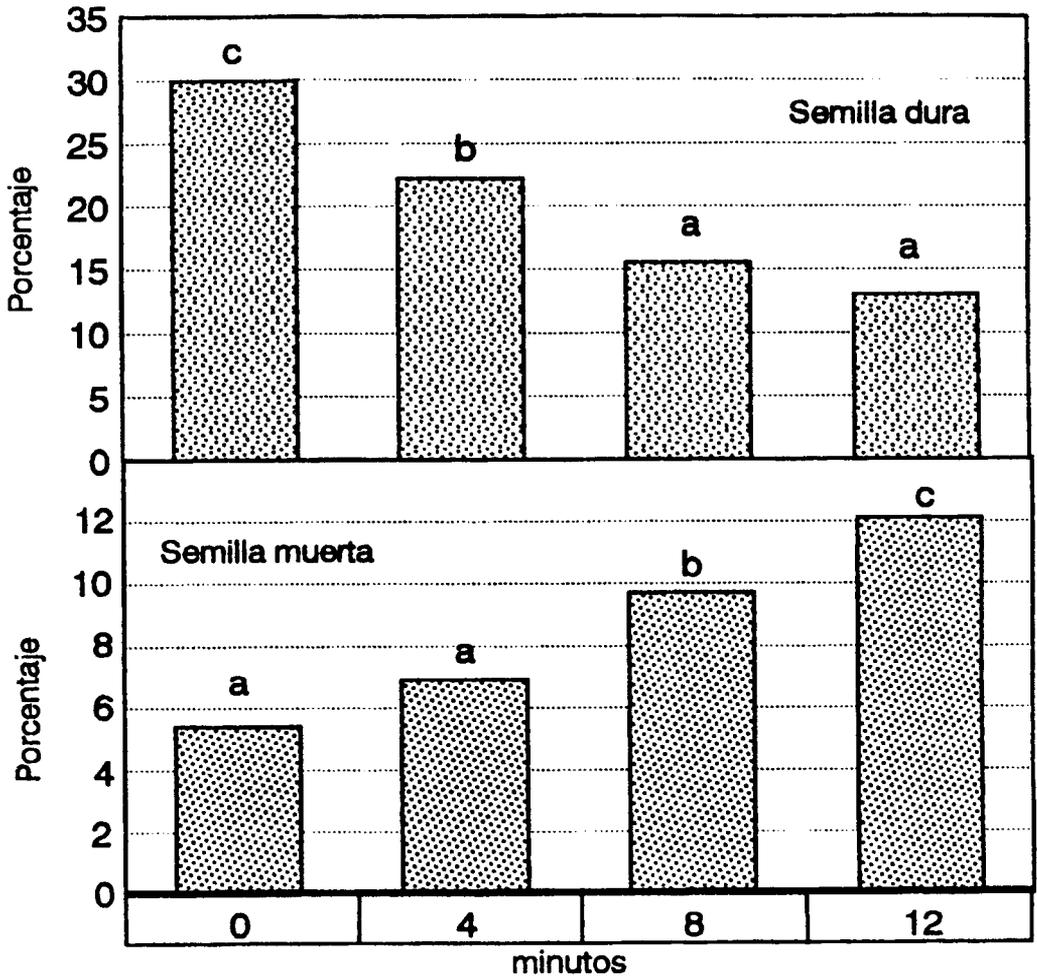


Fig. 3. Efecto de la inmersión en ácido sulfúrico por 0, 4, 8 y 12 minutos sobre el porcentaje de semilla dura y semilla muerta de *Brachiaria decumbens*.

Asimismo, la germinación aumentó continuamente en la semilla no tratada.

Con el tratamiento de  $KNO_3$  se encontró que la germinación fue aumentando paulatinamente durante el almacenamiento (Figura 7b), mientras que en la semilla no tratada hubo un ligero aumento y una posterior estabilización. En las 3 ocasiones el porcentaje de germinación fue significativamente mayor ( $\alpha = 0,01$ ) cuando se utilizó la inmersión en  $KNO_3$ .

Finalmente, se encontró que el tiempo de inmersión en  $KNO_3$  (Figura 7c) no tiene influencia sobre la germinación inmediatamente después de

los tratamientos, pero sí conforme aumenta el tiempo de almacenamiento (Figura 7c). En la segunda evaluación ( $\alpha = 0,05$ ) y en la tercera ( $\alpha = 0,01$ ) se encontró que la inmersión por 6 h resultó perjudicial para la germinación.

## DISCUSION

En ambos experimentos se comprobó el efecto positivo del tratamiento con  $H_2SO_4$  sobre la germinación de *Brachiaria decumbens*, pues los valores fueron significativamente menores cuando la semilla no se sumergió en ácido, independientemente

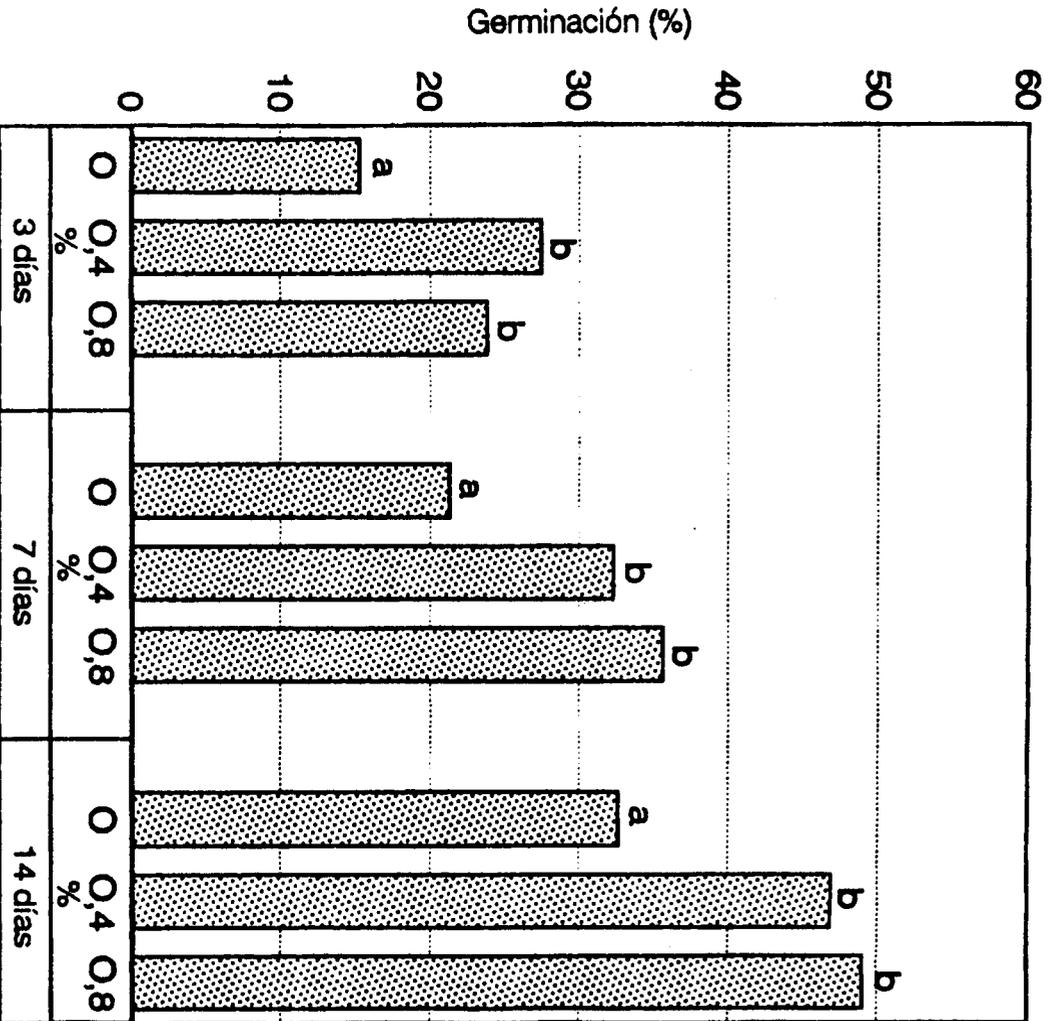


Fig. 4. Efecto de la inmersión en nitrato de potasio (0, 0,4 y 0,8%) sobre la germinación de la semilla de *Brachiaria decumbens* después de 3, y 14 días de realizados los tratamientos.

del tiempo de inmersión. Lo anterior indica que el reposo se encuentra asociado a impermeabilidad de la cubierta, como se ha descrito para otras especies de gramíneas (Bewley y Black, 1982). En estos experimentos se logró duplicar el porcentaje de semilla germinadas utilizando  $H_2SO_4$ . Según Bewley y Black (1982) el ácido suaviza la cubierta de las semillas duras, ocurriendo un aumento considerable en la permeabilidad, favoreciendo la entrada de agua, con lo

cual se inicia el proceso de germinación, o favoreciendo la difusión de inhibidores de la germinación, en caso de que se encuentren presentes en la semilla. En diferentes especies del género *Brachiaria*, los resultados han sido muy distintos, Rodríguez de Freitas *et al.* (1990) en *B. plantigena* aumentaron significativamente la germinación con inmersiones en  $H_2SO_4$ , mientras que Rodríguez *et al.* (1986) en *B. humidicola* la redujeron sensiblemente.

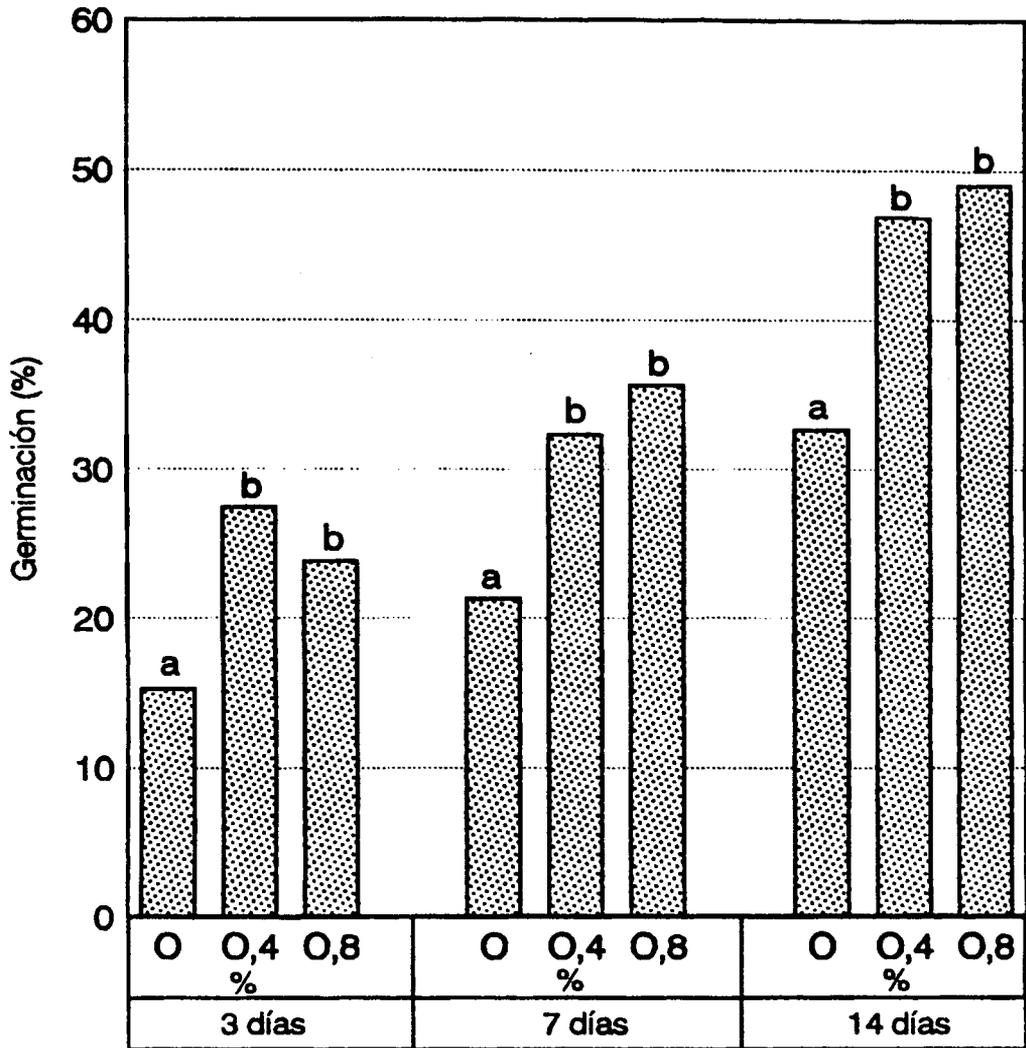


Fig. 4. Efecto de la inmersión en nitrato de potasio (0, 0,4 y 0,8%) sobre la germinación de la semilla de *Brachiaria decumbens* después de 3, y 14 días de realizados los tratamientos.

del tiempo de inmersión. Lo anterior indica que el reposo se encuentra asociado a impermeabilidad de la cubierta, como se ha descrito para otras especies de gramíneas (Bewley y Black, 1982). En estos experimentos se logró duplicar el porcentaje de semilla germinadas utilizando  $H_2SO_4$ . Según Bewley y Black (1982) el ácido suaviza la cubierta de las semillas duras, ocurriendo un aumento considerable en la permeabilidad, favoreciendo la entrada de agua, con lo

cual se inicia el proceso de germinación, o favoreciendo la difusión de inhibidores de la germinación, en caso de que se encuentren presentes en la semilla. En diferentes especies del género *Brachiaria*, los resultados han sido muy dispares, Rodríguez de Freitas *et al.* (1990) en *B. plantigena* aumentaron significativamente la germinación con inmersiones en  $H_2SO_4$ , mientras que Rodríguez *et al.* (1986) en *B. humidicola* la redujeron sensiblemente.

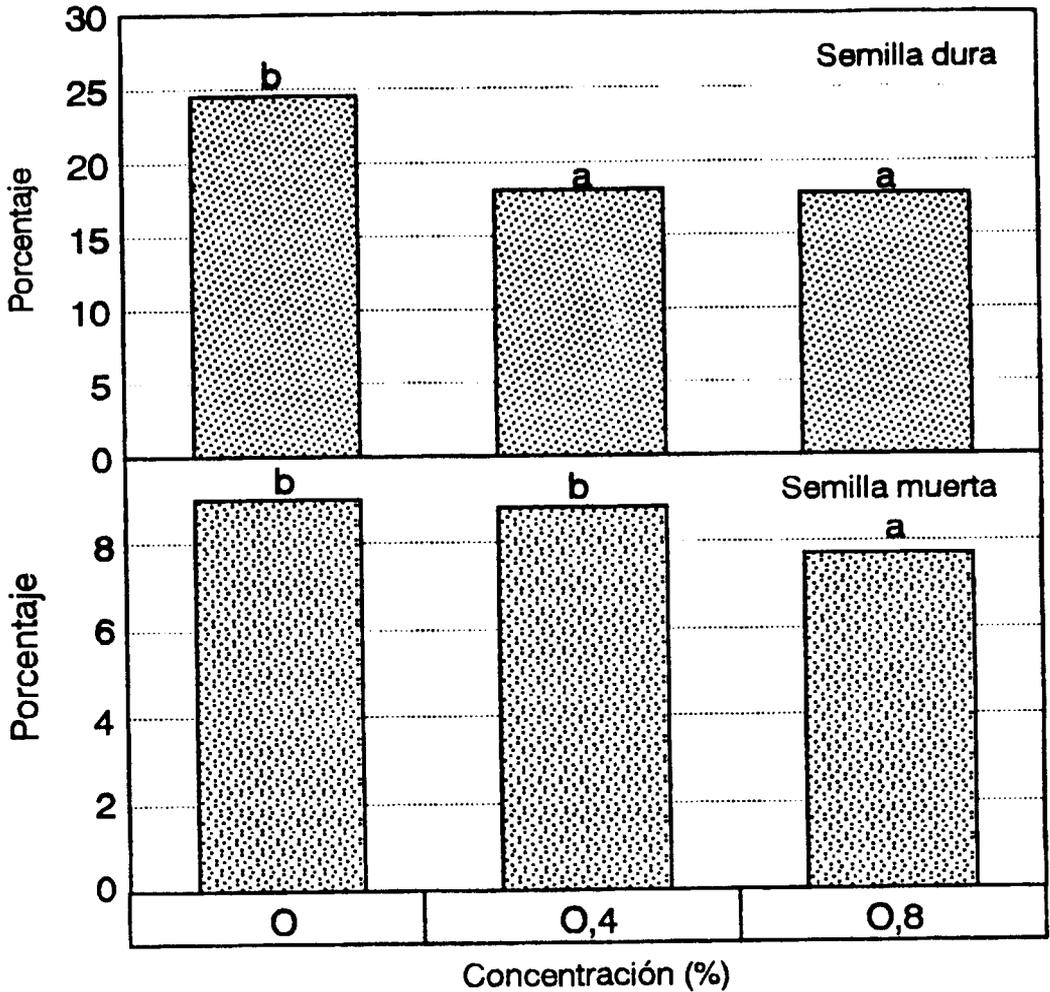


Fig. 5. Efecto de la inmersión en nitrato de potasio (0, 0,4 y 0,8%) sobre el número de semillas duras y muertas de *Brachiaria decumbens* después de 3, 7 y 14 días de realizados los tratamientos.

El  $\text{KNO}_3$  ha sido usado frecuentemente para estimular la germinación en diferentes especies vegetales como lo señala la International Seed Testing Association (ISTA, 1976). En este caso, tanto en la mesa de termogradiante, como en el segundo experimento se observó un significativo incremento en la germinación con cualquiera de las concentraciones utilizadas. No existe un único criterio que explique la acción del  $\text{KNO}_3$  como estimulante de la germinación en semillas reposo. Roberts, citado por Bewley y Black (1982) sostiene que el reposo depende de

cambios en el metabolismo de respiración, así, el estímulo para la germinación por sustancias aceptoras de hidrógeno, como nitratos y nitritos ocurre debido a la reoxidación de  $\text{NAPDH}_2$ , estimulando la operación del ciclo de las pentosas fosfato. Por su parte, Copeland (1976), manifiesta que la mayoría de las semillas en las que el  $\text{KNO}_3$  actúa como estimulante de la germinación, también son afectadas por la luz, de manera que sostiene que el efecto de es de aumentar la sensibilidad a la luz. En investigaciones tan tempranas como las de Toole (1938), ya se había encontrado que interactuando

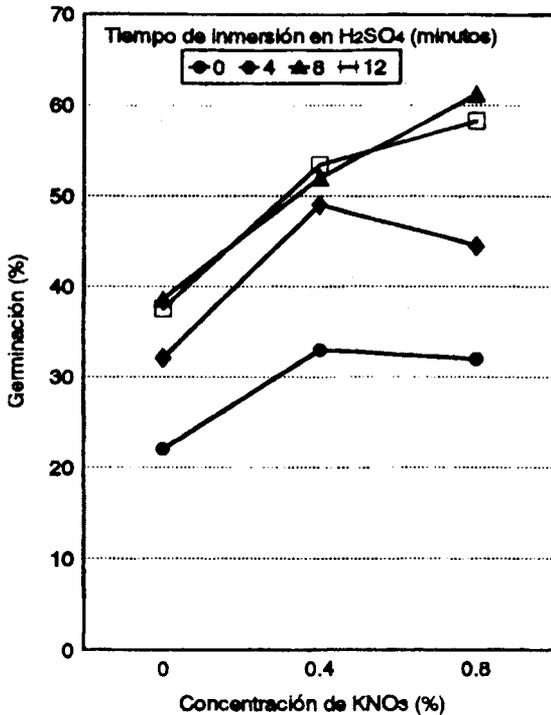


Fig. 6. Efecto de la interacción entre la inmersión en nitrato de potasio y la inmersión en ácido sulfúrico sobre la germinación final de *Brachiaria decumbens*.

con la temperatura, el KNO<sub>3</sub> aumentaba la germinación en diferentes especies de gramíneas. Incrementos altamente significativos en la germinación fueron encontrados en *Paspalum notatum* (Herrera, 1993), sólo y en combinación con H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, tratamiento con el que se lograron muy buenos resultados al incrementar la germinación de 4 a 48%. Resultados similares fueron encontrados por Toledo y Carvalho (1990) en esta misma especie.

El hecho de que los tratamientos combinados de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> y KNO<sub>3</sub> hayan estimulado significativamente la germinación con respecto a los tratamientos individuales, indica que muy probablemente haya más de un mecanismo involucrado en el reposo de la semilla de *Brachiaria decumbens* (Figura 4). Uno de ellos está directamente relacionado con la impermeabilidad de la cubierta, lo cual se evidencia en el efecto estimulante del H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, aunque también debe haber otro mecanismo y que esté relacionado con reguladores del crecimiento, éste se relaciona a la acción del

KNO<sub>3</sub>, que no tiene efecto sobre la permeabilidad de la cubierta.

Un resultado interesante fue el que se presentó con los tratamientos con CH<sub>2</sub>N<sub>2</sub>, en los cuales, por el contrario se produjo una fuerte inhibición de la germinación en el primer experimento. Esta sustancia fue utilizada inicialmente debido al efecto favorable que tuvo en un experimento previo en *Paspalum notatum* (Herrera, 1993). Sin embargo, de acuerdo con los resultados obtenidos, los mecanismos involucrados en el reposo de ambas especies es muy diferente. Según Amberger (1986) y Shulman (1983), la CH<sub>2</sub>N<sub>2</sub> puede estimular el desarrollo de yemas en reposo, ya que provoca un aumento en la tasa de respiración y al igual que el cianuro, inhibe la actividad de las peroxidasas.

El tipo de tratamiento afectó la almacenabilidad de la semilla, así, aunque el H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> aumentó inicialmente la germinación, 6 meses después el testigo había superado el reposo parcialmente en forma natural y sobrepasó los valores alcanzados por este tratamiento, probablemente debido a que en muchas semillas se producen daños en la cubierta seminal o en el embrión, lo cual se hace crítico conforme la semilla envejece. Por el contrario, el tratamiento con KNO<sub>3</sub> aumentó la germinación progresivamente durante los 6 meses que duró la evaluación, probablemente debido al efecto beneficioso del tratamiento y a la ruptura natural del reposo que ocurre durante el almacenamiento. Sin embargo, se detectó un efecto detrimental del tiempo de inmersión en KNO<sub>3</sub> a los 3 y 6 meses de almacenamiento, al sumergir la semilla por 6 h. Esto puede deberse a un período muy prolongado de inmersión de las semillas en la solución, a una excesiva absorción de KNO<sub>3</sub>, o a la combinación de ambos factores.

## RESUMEN

Se realizaron 2 experimentos en los cuales se evaluó el efecto de la temperatura y de algunos tratamientos químicos sobre el reposo de la semilla de *Brachiaria decumbens*. En el primero las semillas se pusieron a germinar en una mesa de termgradiente después de haber sido sometidas a los siguientes tratamientos: 1) Testigo, 2) inmersión en H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> concentrado (4 min), 3) KNO<sub>3</sub> (0,6%) por 2 h, 4) Cianamida hidrogenada (CH<sub>2</sub>N<sub>2</sub>, 4%) por 2 h, 5) combinación de los tratamientos con H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> y KNO<sub>3</sub> y 6) combinación de los tratamientos con H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> y CH<sub>2</sub>N<sub>2</sub>.

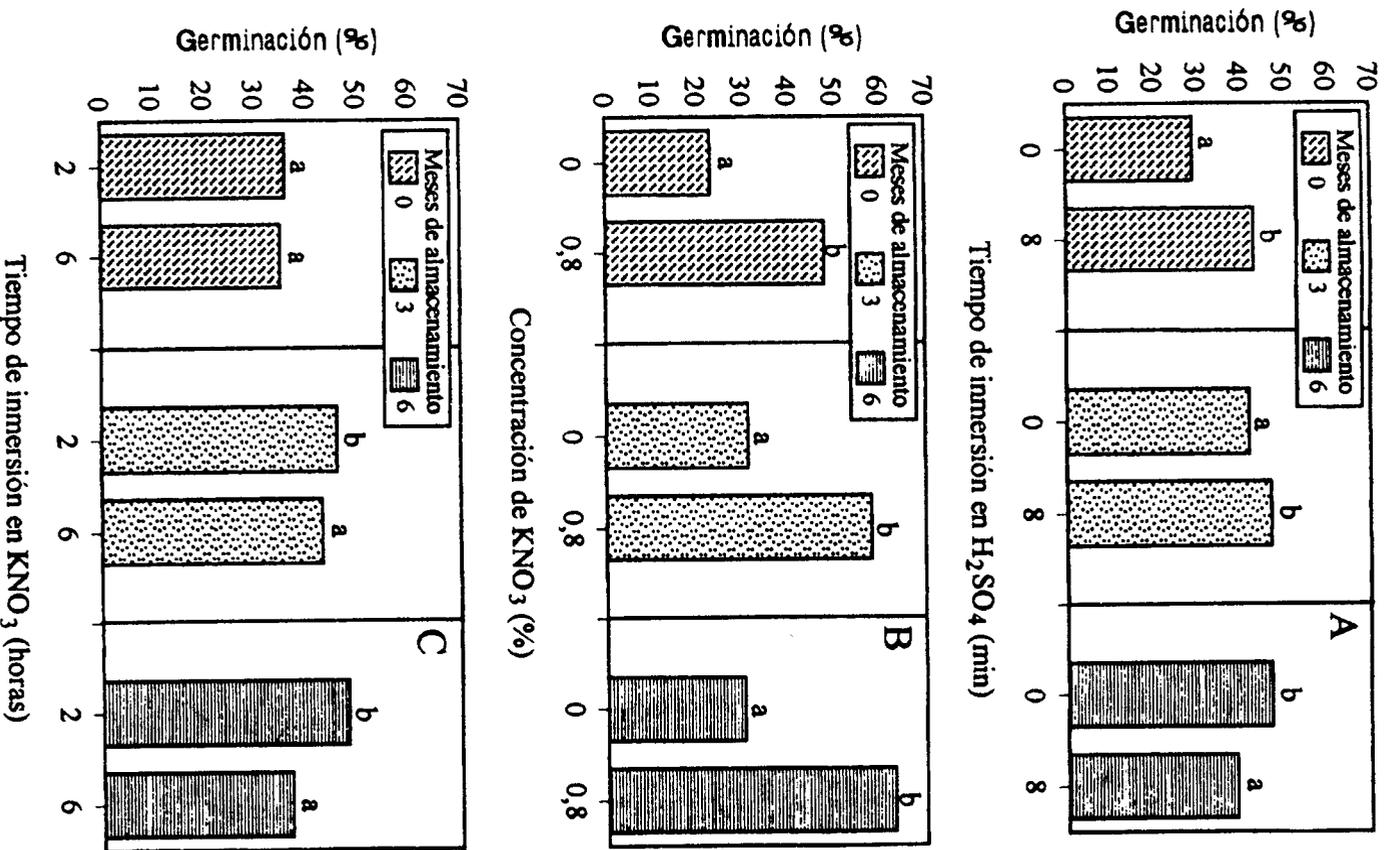


Fig. 7. Efecto de la inmersión en (A) H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> y en (B) KNO<sub>3</sub> por (C) diferentes tiempos sobre la germinación después 0, 3 y 6 meses de almacenamiento.

Los resultados mostraron que todos los tratamientos con  $\text{CH}_2\text{N}_2$  inhibieron la germinación completamente. Los tratamientos con  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{KNO}_3$  y su combinación aumentaron la germinación significativamente. Los valores más altos se alcanzaron entre 23 y 25°C. En el segundo experimento se sumergió las semillas en: 1)  $\text{H}_2\text{SO}_4$  por 0, 4, 8 y 12 min, 2) en soluciones de  $\text{KNO}_3$  (0, 0,4 y 0,8%) por 2 h y 3) la combinación de los tratamientos anteriores. Los resultados mostraron valores significativamente más altos en germinación al incrementar los tiempos de inmersión en  $\text{H}_2\text{SO}_4$  y al aumentar la concentración de las soluciones de  $\text{KNO}_3$ . Los valores más altos (60%) se alcanzaron con la combinación de ambas sustancias. Se realizó un tercer experimento en el cual se almacenó semilla por 0, 3 y 6 meses, después de someterla a los mejores tratamientos con  $\text{H}_2\text{SO}_4$  y  $\text{KNO}_3$  obtenidos en el segundo experimento. Se detectó que los tratamientos con  $\text{KNO}_3$  aumentaron la germinación al tercer y sexto mes, mientras que lo contrario ocurrió al tratar la semilla con  $\text{H}_2\text{SO}_4$ .

#### LITERATURA CITADA

- AMBERGER, A. 1984. Uptake and metabolism of hydrogen cyanamide in plants. In Proceedings of Bud Dormancy in Grapevines: Potential and Practical Uses of Hydrogen Cyanamide on Grapevines. Davis, University of California. p. 510.
- ATWATER, B.R. 1980. Germination, dormancy and morphology of the seed of herbaceous ornamental plants. Seed Science And Technology 8(4):523573.
- BEWLEY, J.D.; BLACK, M. 1982. Physiology and biochemistry of seeds. Viability, dormancy and environmental control. vol. 2. SpringerVerlag, Berlín. 375 p.
- COPELAND, L.O. 1976. Principles of Seed Science and Technology. Minneapolis, Burgess Publishing Company. 369 p.
- EIRA, M.T.S. 1983. Comparação de métodos de quebra de dormência em sementes de Capim Adropogon. Revista Brasileira de Sementes 5(3):3749.
- GUERRERO, M.; HERRERA, J. 1993. La germinación en semillas de *Sesbania emerus* (Fabaceae). I. Efecto de la inmersión en ácido sulfúrico. Biología Tropical. En prensa.
- HERRERA, J. 1994. Efecto de algunos tratamientos para interrumpir el reposo en semilla de pastos. I. *Paspalum notatum*. Agronomía Costarricense 18(1):
- INTERNATIONAL SEED TESTING ASSOCIATION (ISTA). 1976. International Rules for Seed Testing. Rules, 1976. Seed Science and Technology 7:8798.
- QUINLIVAN, B.J. 1971. Seed coat impermeability in legumes. Journal of the Australian Institute of Agricultural Science 37:283295.
- RIVERO, M.; ESPINOSA, J. 1988. Duration of dormancy in *Brachiaria decumbens* seeds. Pasturas Tropicales 10(1):2023.
- ROBERTS, E.H. 1972. Viability of seeds. London, Chapman and Hall. 448p.
- RODRIGUES DE FREITAS, R.; DE CARVALHO, D.A.; ALVES DE ALVARENGA, A. 1990. Quebra de dormência e germinação de sementes de capimarmelada (*Brachiaria plantaginea* (Link) Hitch). Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal 2(2):3135.
- RODRIGUES, J.D.; DELACHIAVE, M.H.A.; RODRIGUES, S.D.; PEDRAS, J.F.; GAETI, O.B.N. 1986. Efectos de diferentes métodos para a quebra da dormência em sementes de *Brachiaria humidicola* (Rendle) Schweickert. Científica 14(1/2):6572.
- SHULMAN, Y. 1983. The effect of cyanamide on the release from dormancy of grapevine buds. Scientia Horticulturae 19:97104.
- TOLEDO, F.F.; CARVALHO, C.S. 1990. Quantity of potassium nitrate solution and the germination of *Brachiaria* seeds. Revista de Agricultura, Piracicaba 65(2):125132.
- VENABLE, D.L.; BURQUEZ, A.; CORRAL, G.; MORALES, E.; ESPINOSA, F. 1987. The ecology of seed heteromorphism in *Heterosperma pinnatum* in central Mexico. Ecology 68(1):6576.
- VENABLE, D.L.; LEVIN, D.A. 1985. Ecology of achene dimorphism in *Heterotheca latifolia*. I. Achene structure, germination and dispersal. Journal of ecology 73:133145.
- VILLIERS, T.A. 1972. Seed dormancy. In Seed Biology. Germination Control, Metabolism and Pathology. vol II. Ed by T.T. Kozlowski. New York, Academic Press. pp. 220282.
- WHITEMAN, P.C.; MENDRA, K. 1982. Efectos de storage and seed treatments on germination of *Brachiaria decumbens*. Seed Science and Technology 10:233242.