

EFECTO DE ALGUNOS TRATAMIENTOS FÍSICOS Y QUÍMICOS SOBRE EL REPOSO DE LA SEMILLA DEL PASTO *Andropogon gayanus*

Jorge Herrera*

Se evaluó el efecto de los siguientes tratamientos físicos y químicos sobre el reposo de la semilla del pasto *Andropogon gayanus*: a) inmersión en agua a 80°C por 0, 2, 4, 6, 8 y 10 minutos; b) exposición en seco a una temperatura de 40°C por 0, 24, 48, 72 y 96 horas; c) inmersión en ácido sulfúrico concentrado por períodos de 0, 2, 4, 6, 8 y 10 minutos; ch) inmersión en la citoquinina sintética forchlorfenurón por una hora a las concentraciones de 0, 5, 10, 15 y 20 mg/l y d) humedecimiento del papel usado como sustrato de germinación con soluciones de KNO₃ en concentraciones de 0, 0,1, 0,2, 0,3, 0,4, 0,5 y 0,6%. Se observó un efecto detrimental de los tratamientos con ácido sulfúrico; los tratamientos de temperatura aumentaron significativamente la germinación aunque no lograron superar el 40%. Hasta un 50% se alcanzó con forchlorfenurón. Los mejores resultados se alcanzaron con KNO₃ con el que germinó el 100% de las semillas.

convertido en una buena opción para su cultivo como pasto en nuestro país.

En general, muchas semillas de gramíneas no presentan altos porcentajes de germinación inmediatamente después de la cosecha, debido a que no han alcanzado un completo desarrollo o a que se encuentran en estado de reposo (Roberts, 1972). El reposo se puede definir como el fenómeno que evita la germinación de semillas viables aunque éstas se encuentren bajo condiciones adecuadas de temperatura, luz, agua y oxígeno (Bewley y Black, 1982).

Eira (1983) señala que las semillas de *Andropogon* germinan apenas en un 30% después de 5 meses de almacenamiento y que estos valores aumentarán paulatinamente hasta 9 meses después de la cosecha. Esta baja germinación es un problema común en el establecimiento de plantaciones, por lo que es necesario desarrollar métodos que interrumpen este reposo y aseguren una germinación alta, rápida y uniforme.

La efectividad de un tratamiento para superar el reposo y promover la germinación en una especie determinada depende del tipo de bloqueo presente en la semilla, del cultivar y del estado de madurez. El origen ecológico de la especie puede sugerir procedimientos adecuados para estimular la germinación (Atwater, 1980; Gaspar *et al.*, 1975).

INTRODUCCION

La gramínea *Andropogon gayanus* es una planta nativa de las regiones tropicales de África. Presenta hábito de crecimiento erecto, ciclo perenne, habilidad de crecer en suelos ácidos y tolerancia a alto contenido de aluminio (CIAT, 1978). También se señalan otras características deseables, tales como una buena adaptación a condiciones tropicales, fácil establecimiento, tolerancia a la sequía y a la quema (Cordero y Oliveros, 1984); esto la ha

* Centro para Investigaciones en Granos y Semillas. Facultad de Agronomía, Universidad de Costa Rica, San José. Miembro del Programa de Apoyo Financiero a Investigadores del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Tecnológicas (CONICIT) de Costa Rica.

El reposo se puede definir como el fenómeno que evita la germinación de semillas viables aunque éstas se encuentren bajo condiciones adecuadas de temperatura, luz, agua y oxígeno

Varios pueden ser los mecanismos que controlan el reposo en una especie, entre ellos la presencia de cubiertas impermeables al agua o al oxígeno, la inmadurez del embrión (Villes, 1972) y la presencia de inhibidores químicos de la germinación, ya sea en la cubierta seminal o en el embrión, entre ellos se incluyen una serie grande de compuestos cuyo papel en la planta no ha sido determinado (Bewley y Black, 1982; Ketring, 1973).

En general, los tratamientos por utilizar pueden clasificarse como físicos o químicos, entre los últimos se encuentra el uso de sustancias reguladoras del crecimiento (Bewley y Black, 1982), ya que aunque este tipo de sustancias se encuentra comúnmente en las semillas (giberelinas, citoquininas y etileno) se piensa que el reposo está regulado principalmente por el balance entre promotores e inhibidores de la germinación (Amen, 1968). Por ejemplo, se considera que el papel de las citoquininas es permisivo, al permitir actuar a un segundo promotor (como lo serían las giberelinas). El forchlorfenurón [N-(2-cloro-4-pyridinyl)-N'-fenilurea] es una citoquinina sintética de reciente desarrollo, que ha probado ser de utilidad en la producción de frutos como la uva, kiwi, aguacate y manzana (SKW-Trostberg, 1988); más recientemente se ha utilizado en el cultivo *in vitro* de tejidos para promover la diferenciación de la parte aérea de las plantas y la regeneración de órganos a partir de explantes (Fellman *et al.*, 1987; Reynolds, 1987).

En los casos en que el reposo está impuesto por la cubierta, los tratamientos físicos de abrasión y perforación pueden ser muy efectivos, estos pueden realizarse por medios mecánicos o con sustancias tales como el ácido sulfúrico (Bewley y Black, 1982). En especies como *Stylosanthes* spp. (Mott y McKeon, 1979) y *Desmodium ovalifolium* (Rojas y Herrera,

1989) se ha hecho uso de tratamientos con calor para mejorar la germinación con notable éxito.

Para la superación del reposo en semillas de 4 especies de *Andropogon* las reglas de análisis de calidad de semillas de Brasil recomiendan un tratamiento con nitrato de potasio (0,2%) y la aplicación de preenfriamiento a 5°C por dos semanas. También recomiendan que el análisis sea realizado bajo condiciones de luz (Eira, 1983).

El objetivo de este trabajo fue evaluar la efectividad de varios tratamientos físicos y químicos para interrumpir el período de reposo en semillas de *Andropogon gayanus*.

MATERIALES Y METODOS

La semilla que se utilizó en este trabajo fue producida en la provincia de Guanacaste, proveniente de materiales en proceso de selección por sus características de rusticidad y adaptación a la zona. Genéticamente correspondió a una mezcla de genotipos.

Una vez cosechada, se procesó industrialmente en el Consejo Nacional de la Producción desde donde se trasladó al Centro para Investigaciones en Granos y Semillas (CIGRAS) de la Universidad de Costa Rica, donde se realizaron los trabajos. Antes de iniciar la experimentación, la semilla se almacenó en envases de metal herméticos en una cámara a 5°C de temperatura.

Se realizaron tratamientos físicos y químicos para interrumpir el reposo en la semilla, éstos se pueden observar en el Cuadro 1. Los tratamientos con KNO_3 se hicieron humedeciendo el substrato. Para los tratamientos a 40°C se usó una incubadora Precision Scientific 815. Para realizar los tratamientos en ácido sulfúrico, la semilla se sumergió por el tiempo indicado, luego fue lavada con abundante

CUADRO 1. Tratamientos físicos y químicos realizados para interrumpir el período de reposo en *Andropogon gayanus*.

Tratamiento	Tiempo
Acido sulfúrico concentrado	0, 2, 4, 6, 8, 10 min.
Forchlorfenuron 0, 5, 10, 15, 20 µg/ml	60 min.
Nitrato de potasio 0, 0,1, 0,2, 0,3, 0,4, 0,5%	humedecimiento del sustrato
Calor en seco (40°C)	0, 24, 48, 72, 96 horas
Calor en agua (80° C)	0, 2, 4, 6, 8, 10 min.

agua y finalmente fue colocada para su germinación.

Inmediatamente después de realizados los tratamientos, la semilla se puso sobre papel para germinación y se colocó en una cámara de germinación a 30°C durante 10 días. Las evaluaciones se hicieron de acuerdo con las reglas de análisis de calidad de semillas de la International Seed Testing Association (ISTA, 1976). Se evaluó el número de semillas germinadas 5 y 10 días después de realizados los tratamientos.

RESULTADOS

La semilla de *Andropogon gayanus* presenta la dificultad de encontrarse en una estructura anatómica compleja, que consta de una unidad de dispersión compuesta por una inflorescencia donde se unen una espiguilla fértil sésil y una estéril pedunculada que posee dos glumas externas e internamente una lema aristada y una pálea que envuelven la carióspside. Esto hizo que inicialmente se debieran separar manualmente ambas espiguillas de manera que el trabajo se realizó únicamente con espiguillas fértiles. Posteriormente se realizó un análisis de pureza y los resultados mostraron que el 75% de éstas no poseían carióspsides. Debido a esto, los resultados se expresan con base

en el número de carióspsides totales en cada tratamiento.

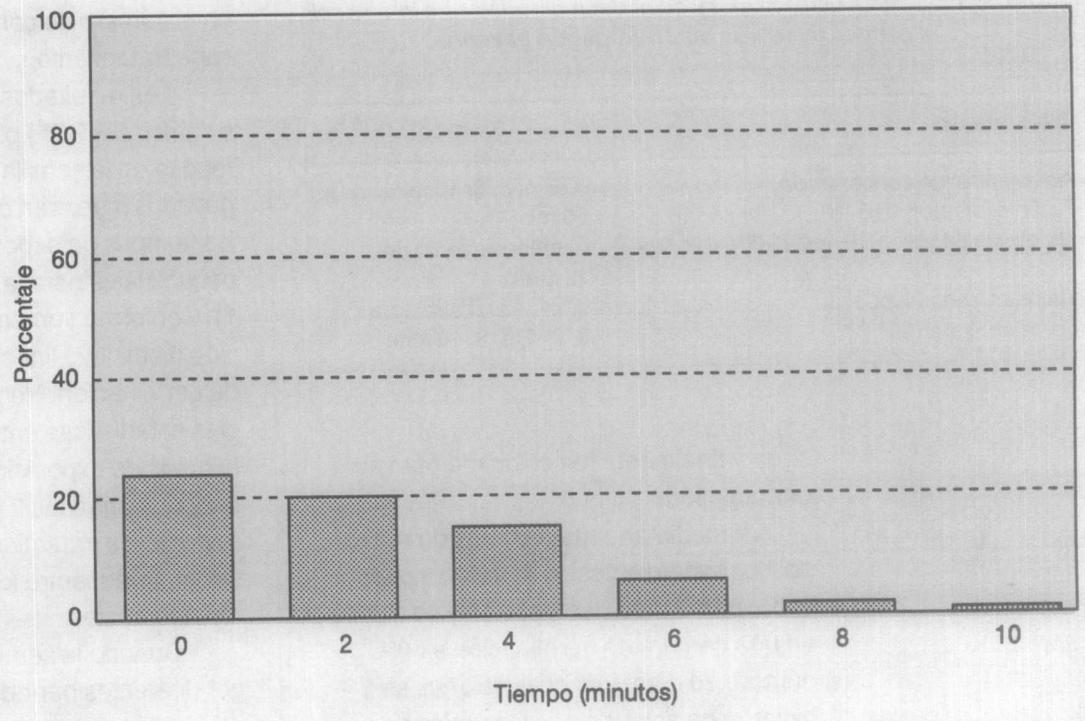
Los resultados al utilizar ácido sulfúrico (H₂SO₄) para interrumpir el reposo en la semilla de *Andropogon gayanus* muestran que en general todos los tiempos de exposición resultaron perjudiciales para la germinación (Figura 1). Conforme aumentó el tipo de exposición disminuyó linealmente el porcentaje de germinación. No se detectaron diferencias estadísticas entre el testigo y los 2 minutos de exposición al ácido, así como tampoco entre los 2 y los 4 minutos. El resto de los tratamientos formaron un tercer grupo, entre los que no se encontraron diferencias.

Cuando la semilla se sometió a 80°C por diferentes períodos de inmersión en agua, se determinó que con 2 minutos de exposición aumentó significativamente la germinación respecto al testigo (Figura 2). Sin embargo, a partir de los 4 minutos de inmersión, la germinación se redujo drásticamente, hasta inhibirla totalmente a partir de los 6 minutos.

La germinación en semilla colocada en ambiente seco a 40°C por períodos crecientes, mostró que únicamente hubo diferencias estadísticas entre el testigo y la exposición a esta temperatura por 72 horas (Figura 3); aunque, parece haber existido la tendencia a aumentar progresivamente hasta este período para descender nuevamente con el período de 96 horas.

La utilización del regulador del crecimiento forchlorfenurón mostró que todos los tratamientos aumentaron significativamente ($\alpha = 0,01$) la germinación de la semilla (Figura 4) hasta niveles cercanos al 50%, lo cual implica un aumento superior al 100% del valor original. Entre las diferentes dosis utilizadas no se detectaron diferencias estadísticas.

FIGURA 1. Efecto de diferentes tiempos de inmersión en ácido sulfúrico sobre la germinación de la semilla de *A. gayanus*.



Entre los tratamientos evaluados, el nitrato de potasio produjo los mayores valores en semillas germinadas. Como se puede observar en la Figura 5 todas las

dosis aumentaron significativamente la germinación. Los porcentajes mayores en el número de semillas germinadas se alcanzaron con la dosis de 0,6% que

FIGURA 2. Efecto del tiempo de inmersión en agua a 80°C sobre la germinación de la semilla de *A. gayanus*.

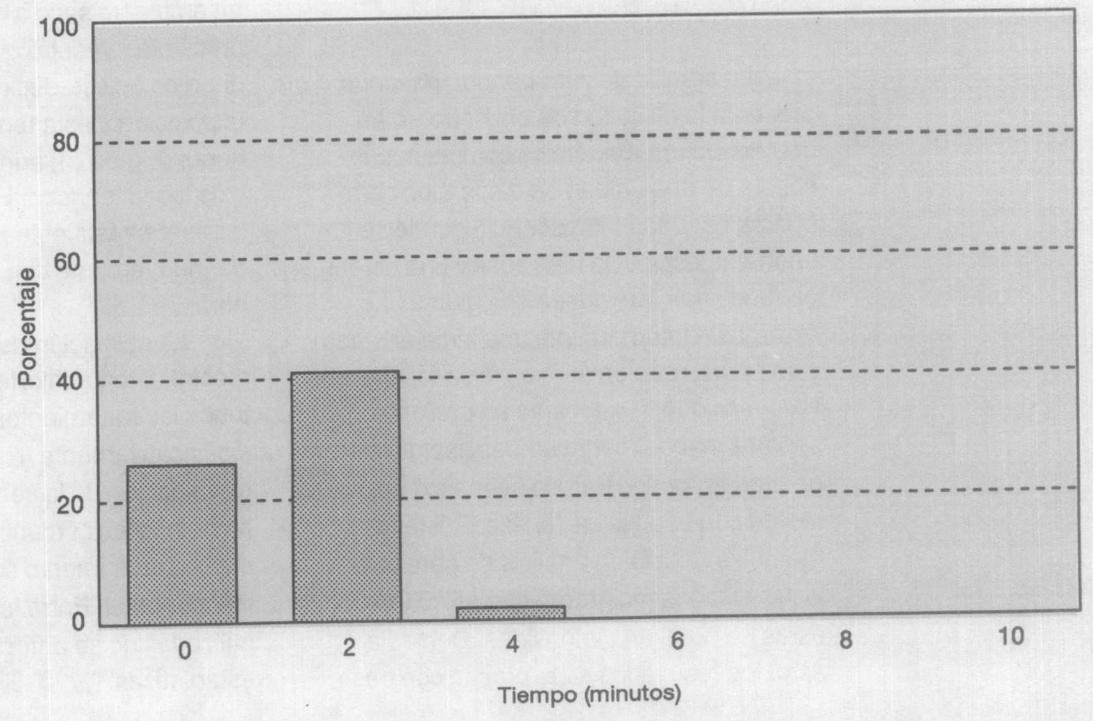
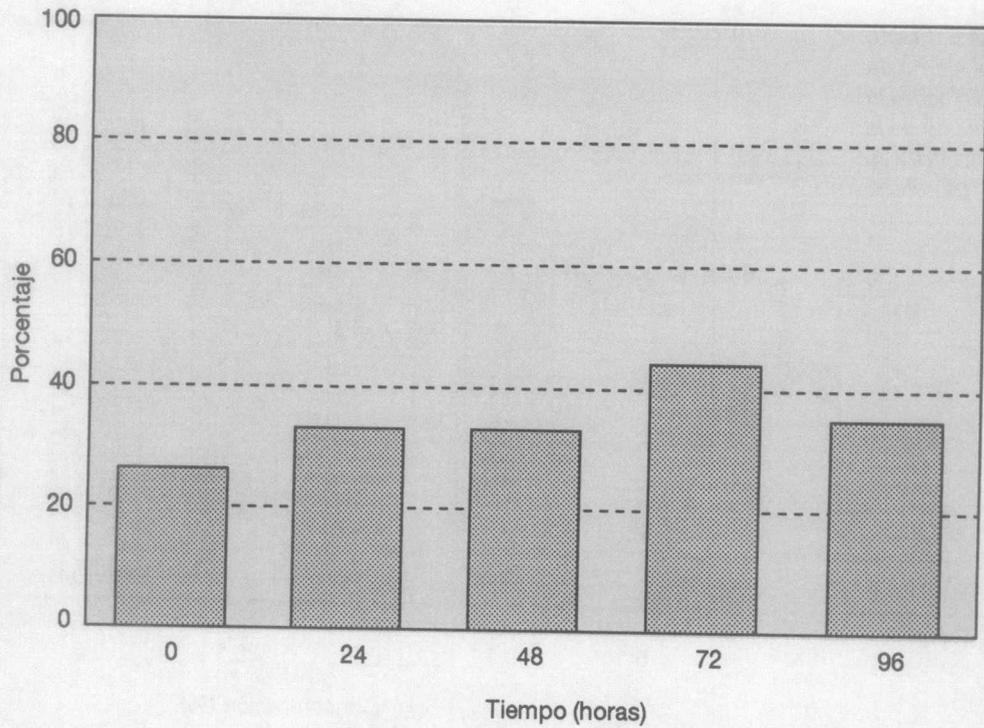


FIGURA 3. Efecto del tiempo de exposición a 40°C en seco sobre la germinación de la semilla de *A. gayanus*.



alcanzó el 100%, aunque este valor no fue significativamente diferente de las dosis de 0,3, 0,4 y 0,5% de KNO_3 . Valores intermedios fueron alcanzados con las dosis de 0,1 y 0,2%.

DISCUSION

El H_2SO_4 ha probado su utilidad en la interrupción del reposo en gran número de especies de diferentes familias, especial-

FIGURA 4. Efecto de la inmersión en forchlorfenurón sobre la germinación de la semilla de *A. gayanus*.

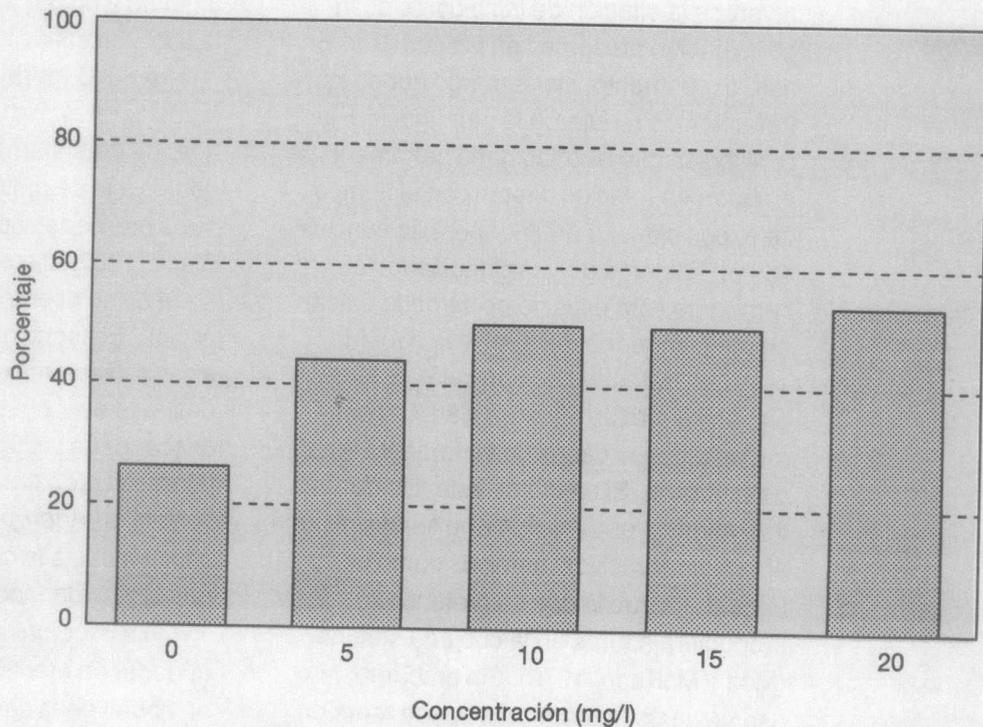
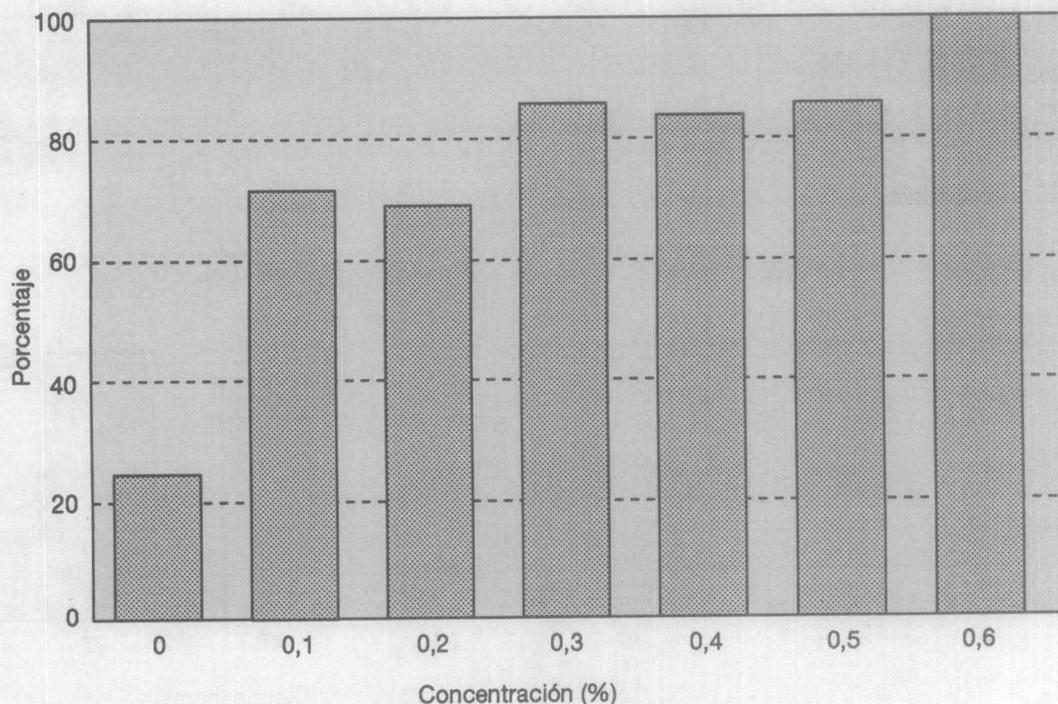


FIGURA 5. Efecto del nitrato de potasio sobre la germinación de la semilla de *A. gayanus*.



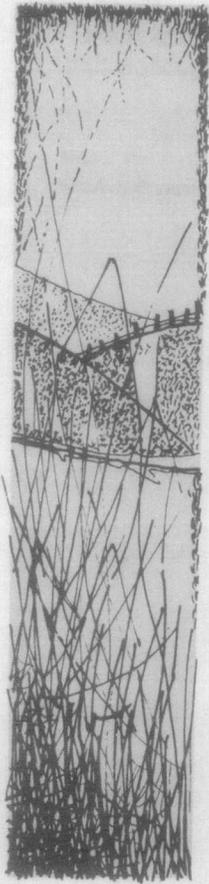
mente en leguminosas, entre ellas *Desmodium ovalifolium* (Rojas y Herrera, 1990). Según Bewley y Black (1982) éste suaviza la cubierta de las semillas duras, y produce un incremento permanente en la permeabilidad de la cubierta al agua, que favorece la difusión de inhibidores de la germinación presentes en las semillas. En este experimento, sin embargo, todos los tratamientos redujeron la germinación, lo cual indica que el ácido dañó seriamente el embrión en relación directa con el tiempo de exposición. Lo anterior permite concluir que el problema de germinación en la semilla de esta especie no se debe únicamente a impermeabilidad de la cubierta.

Los tratamientos con calor ya fuera en seco a 40°C o en agua a 80°C mostraron en algunos casos un incremento en la germinación. El efecto de este tipo de tratamientos es similar al que se busca con el uso de abrasivos químicos como el H₂SO₄, ya que lo que se pretende es producir rajaduras en la cubierta seminal (Mott y McKeon, 1979). Sin embargo, el uso de altas temperaturas puede tener un

efecto negativo en la germinación de la semilla al inducir un reposo secundario (Bewley y Black, 1982), cuyo mecanismo de inducción no ha sido bien comprendido. Sin embargo, existe suficiente evidencia de que los cambios ocurren a nivel del embrión y no por alteraciones en la cubierta o los tejidos de reserva.

A 80°C, períodos superiores a 2 minutos parecen haber ocasionado el deterioro de los sistemas vitales de la semilla debido a la desnaturalización proteica u otros procesos asociados. Según Bewley y Black (1982) el efecto del calor seco o en agua no se diferencia en su mecanismo de acción. El hecho de que a 40°C se haya alcanzado un máximo de germinación después de 72 horas de exposición, para descender a las 96 horas es otra indicación de que el problema en la germinación de la semilla de *Andropogon gayanus* no se circunscribe a la cubierta, sino que hay problemas de índole bioquímico.

La citoquinina forchlorfenurón demostró tener un efecto beneficioso para romper el reposo de la semilla de *Andropogon*



gayanus, sin embargo, los resultados no fueron tan altos como sería deseable, ya que si bien aumentó la germinación en más de un 100%, este valor no superó el 50% del total de carióspsides. En vista de que en muchos casos el reposo se debe básicamente a un desbalance entre sustancias promotoras e inhibidoras de la germinación, se puede pensar que éste no es el único factor que influye sobre la germinación de esta especie. También debe considerarse que el efecto de las citoquininas en la interrupción del reposo se debe básicamente a que permite la acción de un segundo promotor como podrían ser las giberelinas (Bewley y Black, 1982). En vista de lo anterior puede pensarse que la proporción de giberelinas en la semilla al momento de los tratamientos no era suficientemente alta como para estimular fuertemente la germinación.

No existe una explicación completa acerca del posible efecto beneficioso del KNO_3 en la ruptura del reposo, aunque Roberts, citado por Bewley y Black (1982) propone un sistema en el cual la ruptura del reposo depende de cambios en el metabolismo respiratorio. Se ha sugerido que el ciclo de las pentosas fosfato constituye el proceso alterno con necesidad de oxígeno, esencial para la germinación. Este paso es insensible al cianuro, pero requiere regeneración de NADP por oxidación de $NAPDH_2$, se menciona que esta reacción es limitada en condiciones de baja disponibilidad de oxígeno. Se presume que la promoción de la germinación en semillas en reposo por aceptores de hidrógeno, tales como los nitratos y nitritos, ocurre mediante la re-oxidación de $NAPDH_2$ (los nitratos y los nitritos probablemente inducen las reductasas dependientes del $NAPDH_2$), por lo tanto se estimula la operación del ciclo de las pentosas fosfato.

LITERATURA CITADA

- Amen, R. D. 1968. *A model of seed dormancy*. **Botany review** 34:1-31.
- Atwater, B. R. 1980. *Germination, dormancy and morphology of the seed of herbaceous ornamental plants*. **Seed Science and Technology** 8 (4): 523-573.
- Bewley, J. D.; Black, M. 1982. *Physiology and biochemistry of seeds in relation to germination*. Vol II. **Viability, dormancy and environmental control**. p. 60-275. Berlín: Springer Verlag, 1982.
- Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). 1978. **Reporte anual**. Bogotá, Colombia. p. 56-75.
- Cordero, J. M.; Oliveros, M. 1984. *Evaluación de la temperatura y tiempo para conducir pruebas de germinación en semillas de *Andropogon gayanus**. **Agronomía Tropical** 33 (1/6): 357-366.
- Eira, M.T.S. 1983. *Comparação de métodos de quebra de dormência em sementes de Capim *Andropogon**. **Revista Brasileira de Sementes** 5(3): 37-49.
- Fellman, C. D.; Read, P. E.; Hosier, M. A. 1987. *Effects of thidiazuron and CPPU on meristem formation and shoot proliferation*. **HortScience** 22 (6): 1197-1200.
- Gaspar, S.; Fasekas, J.; Petho, A. 1975. *Effects of gibberellic acid and prechilling on breaking dormancy in cereals*. **Seed Science and Technology** 5 (2): 353-425.
- International Seed Testing Association. 1976. *International Rules for Seed Testing, Rules, 1976*. **Seed Science and Technology** 4 (1): 1-77.
- Ketring, D. L. 1973. *Germination inhibitors*. **Seed Science and Technology** 1: 305-324.
- Mott, J.; McKeon, G. M. 1979. *Effect of heat treatments on breaking hard seedness in four species of *Stylosanthes**. **Seed Science and Technology** 7:87-98.

Reynolds, J. F. 1987. *Chemical regulation in tissue culture: an overview*. **HortScience** 22 (6):1192-1194.

Roberts, E. H. 1972. **Viability of seeds**. London, Chapman and Hall. 448 p.

Rojas, S.; Herrera, J. 1989. *Efecto de tratamientos físicos y químicos sobre el reposo de semillas de **Desmodium ovalifolium***. **Agronomía costarricense** 13 (1) : 11-15.

SKW-Trostberg. 1988. *Plant growth regulator SKW 20010. Technical data sheet*. **SKW-Trostberg Aktiengesellschaft**. Agricultural Division. 4 p.

Villes, T. A. 1972. *Seed dormancy*. In **Seed biology**. Ed. by T. T. Koslowsky. New York, Academic Press, v. 2., p. 220-276.



revista COMUNICACION

◆ Revista del Instituto Tecnológico de Costa Rica, publicada por el departamento de Comunicación

◆ Su objetivo es proporcionar al estudioso un lugar para divulgar conocimientos en los campos de las Humanidades y las Ciencias Sociales.

Departamento de Comunicación
Instituto Tecnológico de Costa Rica



Tel. 51-5333

Ext. 2259

Fax: 51-5348



Apdo. 159-7050

Cartago, Costa Rica