

GERMINACION DE LA SEMILLA DE PEJIBAYE (*Bactris gasipaes*). II. RUPTURA DEL REPOSO¹

Róger Villalobos *
Jorge Herrera **
Eric Guevara **

ABSTRACT

Germination in pejibaye (*Bactris gasipaes*) seeds. II. Breaking of dormancy. Three experiments were carried out in which different treatments for breaking seed dormancy in *Bactris gasipaes* palm were tested. The growth regulators gibberellic acid (AG₃), 6-bencil amino purine (BAP), hydrogen cyanamide (CH₂N₂) and ethephon were tested. The treatments were applied at room temperature (22°C) and 40°C. Several immersion times ranging between 1 and 24 hours were used. In the first experiment the seed was immersed for one hour in AG₃ and BAP solutions, the highest values in germination and plumule length were obtained with AG₃, intermediate values in the controls and the lowest values when using BAP. In the second experiment the highest germination was obtained using ethephon, followed by AG₃ and the lowest by the treatment with CH₂N₂. In this experiment the seed was submerged for 1, 6 and 11 hours in the solutions; when ethephon was used, higher values were detected with lower immersion periods. In the third experiment, immersion periods were increased to 24 hours; in this case no differences between treatment with AG₃ and the control were detected, and lower germination values were obtained with CH₂N₂ and ethephon. Higher values were observed when the treatments were carried out at room temperature. The role of treatment temperature and seed moisture in seed germination is discussed.

INTRODUCCION

Cuando una semilla viable se coloca bajo condiciones adecuadas de luz, humedad y temperatura para que ocurra la germinación, y ésta no ocurre, se dice que esta semilla está en estado de

reposo, el cual es provocado por una condición propia de la semilla que actúa como barrera a la germinación. Esta barrera puede ser eliminada exponiendo la semilla a alguna condición, que aunque no promueva directamente la germinación, permita la respuesta de los factores que la estimulan (Bewley y Black, 1982).

Este reposo se puede deber a diversas causas, algunas de las cuales son: embriones inmaduros, resistencia mecánica de la cubierta, impermeabilidad a gases o al agua, presencia de inhibidores químicos y la combinación de varios de estos factores (Bewley y Black, 1982).

Los métodos utilizados en la ruptura del reposo se pueden clasificar en físicos y químicos. Entre los físicos uno de los más utilizados es el uso de alta o baja temperatura y en algunos casos combinaciones de ambas (Bewley y Black, 1982).

1/ Recibido para publicación el 16 de noviembre de 1990.

* Compañía Palma Tica. Edificio Numar, ave 5, calle 3, San José, Costa Rica. Dirección actual: CATIE. Turrialba, Costa Rica.

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

Los regímenes de temperatura regulan la sincronización de los procesos en semillas por su efecto en las tasas de reacción y cambios físicos de los componentes celulares (Taylorson y Hendricks, 1977).

Reguladores del crecimiento como las giberelinas (AG_3), las citoquininas (kinetina y benciladenina) y el etileno a menudo afectan el reposo. La acción de las giberelinas en semillas es probablemente antagonista a la del ácido abscísico (ABA), dado que éste inhibe la síntesis del ARN y proteínas que promueve el AG_3 (Taylorson y Hendricks, 1977; Weaver, 1976).

Las citoquininas son menos efectivas que las giberelinas y a menudo inducen germinación anormal (Alizaga *et al.*, 1992); su actividad se observa en combinación con otros agentes promotores como giberelinas, luz o etileno y de esta forma pueden contrarrestar el efecto de los inhibidores. Por esta razón se les atribuye un papel permisivo en relación al reposo (Taylorson y Hendricks, 1977; Bewley y Black, 1982; Letham y Palni, 1983).

Se ha comprobado que el etileno es producido al momento de la germinación, por lo que ha sido utilizado para promover la germinación solo o a través de una compleja interacción con otros factores como luz, giberelinas, CO_2 , ácido abscísico y citoquininas. Este compuesto puede inhibir o estimular la elongación y crecimiento con sustancias como ácido indol acético (AIA) y ABA (Taylorson y Hendricks, 1977; Yang y Hoffman, 1984; Lieberman, 1979). La acción del etileno provoca a menudo un estímulo de la respiración insensible al cianuro. La respiración de tejidos y órganos con capacidad de efectuar ese proceso en forma resistente al cianuro es estimulada por el etileno y en algunas semillas ambas sustancias son capaces de promover la germinación (Pirung y Brauman, 1987; Solomos, 1977).

Se ha considerado que un estado de reposo puede ser ocasionado por una insuficiencia respiratoria que impide la activación del ciclo de las pentosas fosfato, proceso considerado fundamental al inicio de la germinación (Esashi, 1979). El estímulo de la vía alterna (resistente al cianuro) podría proveer grandes cantidades de ATP para hidrólisis de almidón (Pirung y Brauman, 1987). La cianamida hidrogenada (CH_2N_2) es un producto empleado para estimular el crecimiento de brotes en reposo; su aplicación provoca aumentos en la tasa de respiración, y al igual que el cianuro,

inhibe la actividad de la peroxidasa (Amberger, 1986; Shulman, 1983).

El objetivo de este trabajo fue determinar el efecto de diferentes reguladores en la obtención de una germinación rápida y uniforme de semilla recién cosechada de pejíbaye (*Bactris gasipaes*).

MATERIALES Y METODOS

Experimento 1

Se cosecharon semillas de pejíbaye en el mes de abril de 1987, a las cuales se les separó la pulpa (exocarpo y endocarpo) manualmente. Dos días más tarde fueron lavadas con agua y fricción para eliminar los restos de mesocarpo. Cinco días después, en el laboratorio se sometieron a los siguientes tratamientos de inmersión por una hora: AG_3 en concentraciones de 0, 75, 150 y 225 $\mu g/ml$ y 6-bencil amino purina (BAP) en concentraciones de 0; 0,1; 0,6 y 1,1%. Estos tratamientos fueron aplicados a temperatura ambiente y a 40°C.

Posteriormente, las semillas se pusieron a germinar en bandejas con arena, acondicionada siguiendo las instrucciones de la International Seed Testing Association (ISTA, 1976), en una cámara a 30°C y 98% de humedad relativa, con períodos de 12 h de luz y 12 de oscuridad.

Se utilizó un diseño irrestricto al azar en un arreglo factorial de $2 \times 2 \times 4$, con 4 repeticiones, en el cual cada unidad experimental constó de 25 semillas. Se evaluó el % de germinación y la longitud de la plúmula a los 3 meses de iniciado el trabajo.

Experimento 2

Las semillas utilizadas en este experimento fueron cosechadas en el mes de octubre de 1987 y tratadas de igual forma que las del experimento 1 para desprenderlas de la pulpa y eliminar los residuos de su superficie. Se utilizaron las mismas temperaturas del experimento 1 y los tratamientos se observan en el Cuadro 1.

Después de tratadas, las semillas se dejaron secar hasta una humedad considerada como adecuada para estimular la germinación según el criterio de Mora (1979), se asperjaron con benomyl (2 g/L) y se colocaron a germinar en bolsas de polietileno de 28 x 46 cm y 0,4 x 10^{-2} cm de grosor, herméticamente cerradas. Periódicamente se asperjó la semilla con agua con el fin de mantener la humedad aparente.

Cuadro 1. Tratamientos utilizados para interrumpir el período de reposo en semilla de pejíbaye. (Experimento 2).

Sustancia	Concentración	Tiempo (horas)
Cianamida hidrogenada	1,5 - 3,0 (%)	0,5 - 1
Acido giberélico	100 - 200 $\mu\text{g/ml}$	1 - 6 - 11
Ethephon	0,4 - 0,8 (%)	1 - 6 - 11
Agua		0,5 - 1 - 6 - 11

Las concentraciones especificadas para la cianamida hidrogenada y el ethephon se refieren a concentración del producto comercial, que tienen 50 y 40 % ai, respectivamente.

Se utilizó un diseño irrestricto al azar en un diseño de parcelas divididas, donde la parcela grande la constituyó la temperatura de aplicación y la parcela pequeña el tratamiento. Cada unidad experimental constó de 20 semillas con 4 repeticiones. Se evaluó el % de germinación y la longitud de la plúmula 105 días después de realizados los tratamientos.

Experimento 3

La semilla utilizada en este experimento se cosechó en el mes de abril de 1988 y se puso a fermentar por 4 días antes de separarse de la pulpa; posteriormente, fue tratada por 10 min con una mezcla de benomyl (2 g/L) y adherente WK (2 ml/L). Dos días más tarde se realizaron los siguientes tratamientos: CH_2N_2 (0,1 y 0,75% de producto comercial al 50% ia), ethephon (0,4 y 0,8% de producto comercial al 40% ia), AG_3 (100 y 200 mg/L) y un testigo sumergido en agua. Los tratamientos se realizaron a temperatura ambiente y a 40°C, con un período de inmersión de 24 h. Posteriormente, se dejaron secar siguiendo los criterios señalados por Mora (1979) y se pusieron a germinar en bolsas de polietileno dobles (idénticas a las utilizadas en el experimento 2).

Se usaron 4 repeticiones de 25 semillas, en un diseño irrestricto al azar en un arreglo de parcelas divididas donde la parcela grande fue la temperatura de aplicación y la pequeña el tratamiento. Se evaluó el % de germinación y la longitud de la plúmula a los 2, 3, 4 y 5 meses.

RESULTADOS

Experimento 1

Se encontró que en los tratamientos con AG_3 las primeras plántulas emergieron a los 37 días de iniciada la prueba, mientras que en

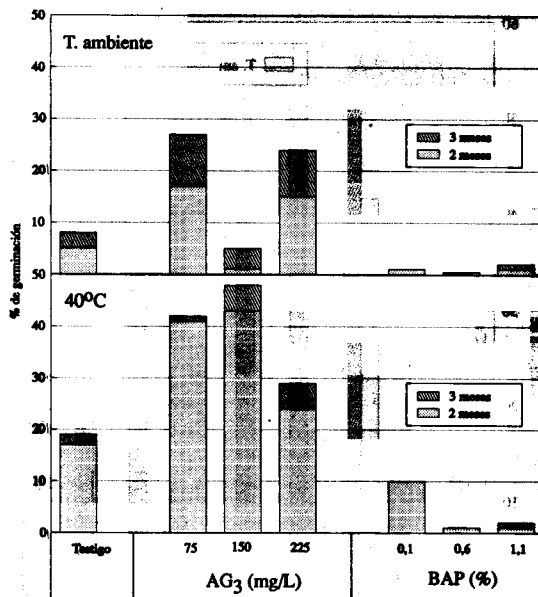


Fig. 1. Efecto de diferentes tratamientos sobre la germinación de la semilla de pejíbaye, a temperatura ambiente y a 40°C. (Experimento 1).

ninguno de los otros tratamientos emergieron antes de 41 días. Los % de germinación de la semilla de pejíbaye se observan en la Figura 1. Se encontró un efecto significativo de la temperatura sobre el % de semilla germinada; los mayores valores se obtuvieron con la temperatura de 40°C. El AG_3 incrementó significativamente la germinación al comparar su efecto con el del BAP. El testigo obtuvo valores intermedios. La interacción entre la temperatura y el tratamiento resultó significativa, no así en el caso de la dosis utilizada.

En el análisis de la longitud de la plúmula (Figura 2) los efectos fueron muy similares.

Experimento 2

En este experimento la germinación se produjo más lentamente que en el experimento 1, debido a problemas de desecación de la semilla. Por este motivo únicamente se practicó un recuento a los 105 días de iniciada la prueba. La humedad fue un factor crítico, ya que hubo que asperjar agua con más frecuencia de lo recomendado (Mora, 1979) con el fin de mantener una humedad alta en la bolsa, y estimular la germinación de la semilla.

No hubo diferencias significativas entre temperaturas de aplicación, ni en la interacción entre la temperatura y los tratamientos, aunque sí

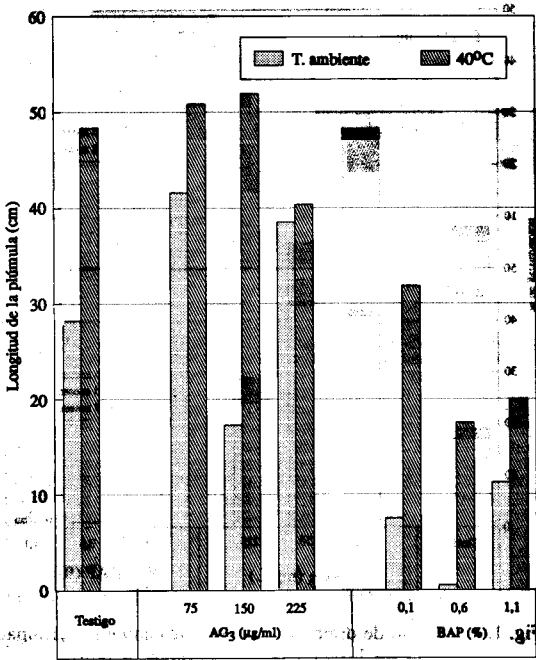


Fig. 2. Efecto de diferentes dosis de ácido giberélico (AG₃) y de 6-bencil amino purina (BAP) sobre la longitud de la plúmula en semillas de pebijaye.

entre tratamientos ($P < 0,01$). No se detectó diferencias entre los tratamientos con ethephon, AG₃ y los testigos (Cuadro 2); únicamente los tratamientos con CH₂N₂ presentaron valores significativamente más bajos. Por contrastes ortogonales las diferencias entre los tratamientos y los testigos se hicieron evidentes, siendo éstos últimos los que obtuvieron mayores % de germinación. Resultados similares se obtuvieron con los tratamientos con ethephon y AG₃, con una mayor germinación al utilizarse el primero. Se detectaron diferencias significativas entre las dosis de AG₃, de las cuales la de 200 mg/L promovió en mayor grado la germinación. Finalmente, en los tratamientos con ethephon fue superior la germinación en las semillas tratadas por 6 h que en las de 11 h.

Para la longitud de la plúmula, la prueba de contrastes ortogonales ordenó los tratamientos, de mayor a menor, de la siguiente manera: AG₃, testigo, ethephon y CH₂N₂.

Experimento 3

Debido a las dificultades experimentadas en el trabajo anterior, en esta prueba se evitó al

Cuadro 2. Efecto de diferentes tratamientos sobre el reposo de la semilla de pebijaye.

Tratamientos	% Germinación
Ethephon 0,8%, 6h	52,3 a
Ethephon 0,4%, 6h	50,0 a
Testigo 11h	49,8 a
Ethephon 0,8%, 1 h	48,8 a
Testigo 6h	47,8 a
Testigo 1h	44,8 a
Testigo 0,5h	44,1 a
Acido giberélico 200 µg/ml, 11h	43,0 ab
Acido giberélico 100 µg/ml, 6h	42,7 ab
Ethephon 0,4%, 11h	42,6 abc
Ethephon 0,8% 11h	42,2 abc
Acido giberélico 200 µg/ml, 6h	41,9 abc
Acido giberélico 200 µg/ml, 1h	41,4 abc
Ethephon 0,4%, 1h	37,8 abcd
Acido giberélico 200 µg/ml, 1 h	34,9 abcd
Acido giberélico 200 µg/ml, 11h	32,3 abcd
Cianamida hidrogenada 1,5%, 0,5h	7,6 bcd
Cianamida hidrogenada 1,5%, 1h	7,4 bcd
Cianamida hidrogenada 3%, 1h	6,9 cd
Cianamida hidrogenada 3%, 0,5h	5,2 d

* Medias en la misma columna seguidas por igual letra, no presentan diferencias significativas entre sí, según prueba de Takey.

máximo la desecación excesiva de las semillas. Gracias a esto la germinación se inició alrededor de 40 días después de realizados los tratamientos. En la Figura 3 se observan los resultados obtenidos en el % de germinación de la semilla. En todas las evaluaciones (a los 2, 3, 4 y 5 meses) se encontraron diferencias entre los tratamientos. Las temperaturas de aplicación resultaron significativas a partir de la tercera evaluación, así como la interacción entre temperatura y tratamiento. Los mayores % de germinación se obtuvieron a temperatura ambiente.

El testigo y los tratamientos con AG₃ mostraron diferencias significativas con los demás tratamientos en las 4 evaluaciones, obteniendo los mayores % de germinación a temperatura ambiente para el primero y a 40°C con el uso de giberelinas. En las 2 primeras evaluaciones los tratamientos con CH₂N₂ fueron significativamente menores que los realizados con ethephon. En la segunda, tercera y cuarta evaluación se encontró diferencias entre las dosis de CH₂N₂, obteniendo los mayores valores con la dosis de 0,75% a temperatura ambiente. En condiciones de 40°C, con ambas dosis de CH₂N₂, la germinación fue muy baja (inferior al 40%).

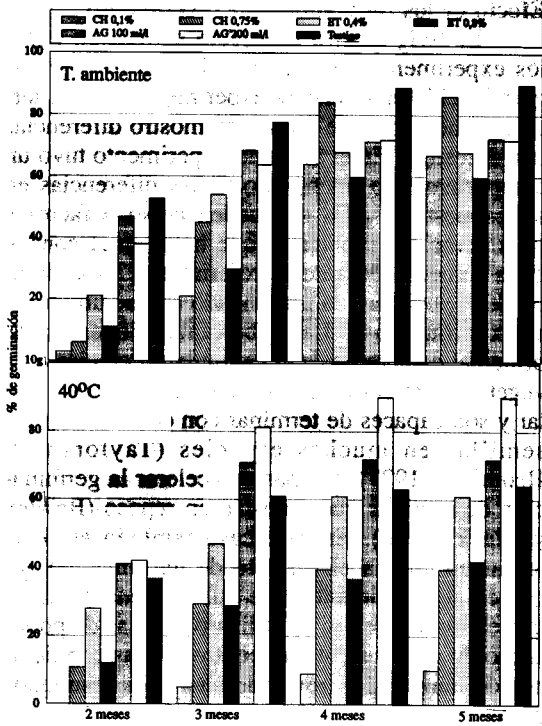


Fig. 3. Efecto de diferentes tratamientos realizados a temperatura ambiente y a 40°C sobre la germinación de la semilla de pejíbaye. (Experimento 3). CH = cianamida hidrogenada; AG = ácido giberélico; ET = ethephon.

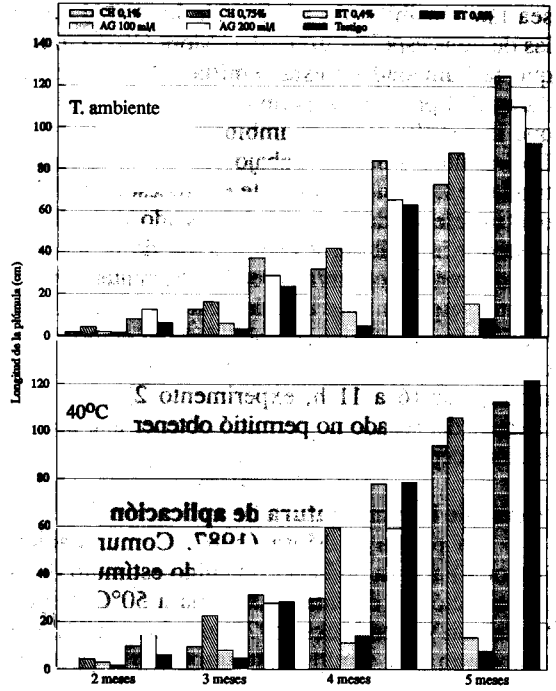


Fig. 4. Efecto de algunos tratamientos realizados a temperatura ambiente y a 40°C sobre la longitud de la plúmula en semilla de pejíbaye. (Experimento 3). CH = cianamida hidrogenada; AG = ácido giberélico; ET = ethephon.

La longitud de la plúmula fue semejante en ambas temperaturas, y el AG₃ y el testigo presentaron las mayores en todos los recuentos (Figura 4). Se detectaron diferencias entre el uso de CH₂N₂ y el ethephon a partir del segundo recuento, siendo la longitud de la plúmula superior en semillas tratadas con ethephon. En la primera evaluación se encontró que la dosis de 200 mg/L de AG₃ produjo plántulas mayores que la de 100 mg/L.

DISCUSION

Efecto de las condiciones de humedad en la germinación

Los valores de germinación obtenidos en el experimento 1 a los 2 meses resultan bajos en comparación con lo citado por Mora (1979), quien obtuvo germinación en bolsas hasta por un 91% después de 3 meses. Velasco (1983) menciona

germinaciones superiores a 80% en bolsas dejadas a la sombra, después de 3 meses. Inicialmente se pensó que la baja germinación pudo deberse a que la arena no constituía un sustrato ideal por cuanto podía presentarse una acumulación excesiva de humedad alrededor de la semilla, por la alta humedad relativa de la cámara de germinación. Sin embargo, esto se descartó en experimentos posteriores (Villalobos y Herrera, 1992), lo cual sugiere que el problema está más relacionado con la baja humedad interna, debido a desecación ocurrida entre la extracción del fruto y su posterior tratamiento, y a un tiempo insuficiente de imbibición. Es muy probable que la baja germinación observada en el experimento 2, aún en el tratamiento testigo (Cuadro 2) haya sido causada por este factor.

Almeyda y Martín (1981) aconsejan proteger la semilla de pejíbaye del secado excesivo tan pronto como es extraída del fruto, aunque los

mismos autores no consideran que esta semilla sea tan sensible a la pérdida de humedad como las de otras especies tropicales. Mora (1979) indica que la humedad de esta semilla es fundamental durante el proceso de germinación, pero considera que la semilla logra su imbibición con facilidad. Los resultados de este trabajo confirman la importancia de la humedad durante el proceso, y señalan que un efecto detrimental del secado dificulta la posterior imbibición y germinación de la semilla. Las diferencias observadas en los diferentes experimentos sugieren que una desecación inicial de la semilla podría afectar la viabilidad del embrión, lo cual se observa en el hecho de que la imbibición prolongada (6 a 11 h, experimento 2) efectuada después del secado no permitió obtener una germinación aceptable.

Efecto de la temperatura de aplicación

En pejiyabe, Mora (1987. Comunicación personal) afirma no haber obtenido estímulo de la germinación al calentar la semilla a 50°C. Según Taylorson y Hendricks (1977) el efecto de la alta temperatura en semillas está asociado a cambios en la permeabilidad de la membrana. Tratamientos de temperatura alta (40 a 70°C) suelen acelerar la germinación de semillas poco permeables, y a menudo son practicados, considerando cambios en el contenido de humedad, pues en semillas impermeables el reposo puede ser una función del mismo (Rolston, 1978).

El efecto de la temperatura en los 3 experimentos no fue homogéneo, ya que si bien en el primero hubo un efecto marcado en que se estimuló la germinación y la longitud de la radícula, en el segundo experimento no hubo efecto alguno. Sin embargo, esto no puede ser del todo atribuible a la temperatura, sino a los problemas, ya comentados, que se presentaron con la humedad de la semilla. En el tercer experimento los resultados fueron diferentes a los 2 anteriores, pues se produjo una mayor germinación cuando los tratamientos se hicieron a temperatura ambiente, aunque la longitud de la plúmula fue menor. En este caso se lograron germinaciones mayores que las de los otros 2 experimentos, probablemente debido a un mejor manejo de la humedad. Debe considerarse, sin embargo, la posibilidad de que el tiempo de 24 h de exposición a los tratamientos haya resultado excesivo para la semilla de pejiyabe, ya que en condiciones de temperatura ambiente ningún tratamiento fue superior al testigo.

Efecto de los reguladores de crecimiento

El AG₃ mostró un efecto similar en todos los experimentos provocando los mayores % de germinación en el primer experimento y en el tercero, aunque en este último no mostró diferencias con el testigo. En el segundo experimento tuvo un comportamiento intermedio. Estas diferencias en la respuesta al AG₃ se pueden deber a factores tales como los problemas que hubo en el control de la humedad durante el experimento 2 y al tiempo de exposición tan prolongado que se utilizó en el experimento 3. Las giberelinas tienen como principal característica el estimular el crecimiento vegetal al promover la división y elongación celular y son capaces de terminar con el reposo de las semillas en muchas especies (Taylorson y Hendricks, 1977), además de acelerar la germinación de semillas que no están en reposo (Bewley y Black, 1986). En este caso también se debe tomar en cuenta el sustrato de germinación, ya que en el experimento 1 se utilizó arena mientras que en los siguientes se utilizaron bolsas de polietileno, lo cual dificultó el control de las condiciones de humedad y por ende alteró los resultados de germinación.

Si bien en el primer experimento la longitud de la plúmula fue fuertemente afectada por el AG₃ esto no ocurrió en los 2 siguientes, donde fue igual al testigo.

El efecto del ethephon fue superior en el segundo experimento a los demás tratamientos, aunque en el tercero obtuvo valores intermedios. Según estos resultados se puede pensar que el aumentar el tiempo de exposición, en el caso del ethephon, resultó perjudicial. Esto se puede sustentar en el hecho de que en el experimento 2 hubo una disminución significativa en la germinación cuando se aumentó el tiempo de exposición de 6 a 11 h. Esto también se puede relacionar al hecho de que en el experimento 3 con un tiempo de exposición de 24 h se disminuyera significativamente la germinación con la dosis más alta (0,8%). Esto último fue encontrado en maní por Ehandi (1988), quien menciona que el ethephon cambia su acción estimulante de la germinación a una inhibitoria conforme aumenta la concentración, y que una exposición continuada de esta sustancia puede provocar anomalías en la plántulas. Ello fue especialmente evidente al observar la longitud de las plúmulas en el experimento 3, donde los menores valores se obtuvieron con el uso de ethephon.

Aunque en algunos experimentos (Alizaga *et al.*, 1992; Herrera y Arias, 1982) se ha utilizado BAP para interrumpir el reposo, en éste no mostró ningún resultado promisorio. Esto se puede deber a que, aunque las citoquininas se han utilizado para interrumpir el reposo en semillas, su uso se observa mejor en combinación con otros agentes promotores y es más efectivo para contrarrestar inhibidores como el ABA (Taylorson y Hendricks, 1977).

La acción de la CH_2N_2 fue considerablemente detrimental en la germinación de la semilla en el segundo experimento, con % de germinación sumamente bajos. Es muy probable que las dosis utilizadas en este experimento y los problemas de humedad sean los factores principales, como ha sido observado en otras semillas (Herrera *et al.*, 1989; Guevara y Herrera, 1989). Los resultados obtenidos en el tercer experimento, con dosis menores (0,75%) y el adecuado control de la humedad confirman estas observaciones. Si bien la germinación obtenida fue inferior al testigo a temperatura ambiente, es probable que en este caso la dosis haya sido baja. Este producto cuando es aplicado en bajas concentraciones, es incorporado en el metabolismo del N; además, se le relaciona con una disminución de la actividad de la catalasa y el estímulo de la respiración resistente al cianuro, siendo capaz de promover la superación de algunos estados de reposo en brotes (Amberger, 1986). La degradación del producto es muy rápida dentro de la planta y ésta es mayor a temperaturas superiores a 20°C (Goldbach *et al.*, 1988). Es probable que ello explique el poco efecto del producto a 40°C.

RESUMEN

Se llevaron a cabo 3 experimentos en los cuales se probó diferentes tratamientos para interrumpir el reposo en semillas de pejibaye (*Bactris gasipaes*). Se utilizaron los reguladores del crecimiento ácido giberélico (AG_3), 6-bencil amino purina (BAP), cianamida hidrogenada (CH_2N_2) y ethephon aplicados a temperatura ambiente ($\pm 22^\circ\text{C}$) y a 40°C.

En el primer experimento la semilla se sumergió por 1 h en soluciones de AG_3 y BAP; la germinación más alta y la mayor longitud de plúmula se obtuvieron con AG_3 . El testigo obtuvo valores intermedios y los más bajos se detectaron en los tratamientos con BAP.

En el segundo experimento la mayor germinación fue obtenida utilizando ethephon, seguido de AG_3 y la menor con los tratamientos de CH_2N_2 . En este experimento los tiempos de inmersión fueron de 1, 6 y 11 h. Cuando se utilizó ethephon, los valores más altos se detectaron con los períodos de inmersión más cortos.

En el tercer experimento el tiempo de inmersión se incrementó a 24 h; en este caso no se observaron diferencias entre los tratamientos de AG_3 y el testigo; valores menores se obtuvieron con CH_2N_2 y ethephon. Mayor germinación se observó cuando los experimentos se realizaron a temperatura ambiente.

Se discute el papel de la temperatura de tratamiento y del contenido de humedad de la semilla, en la germinación de la semilla.

LITERATURA CITADA

- ALIZAGA, R.; GUEVARA, E.; HERRERA, J. 1992. Efecto de algunos tratamientos para interrumpir el reposo en semillas de maní (*Arachis hypogea*). *Agronomía costarricense* 16(1): 29-36.
- ALMEYDA, N.; MARTIN, F. 1981. The pejibaye. *In* U.S. Department of Agriculture. Cultivation of neglected tropical fruits with promise. Washington, USDA. 10 p.
- AMBERGER, A. 1986. Uptake and metabolism of hydrogen cyanamide in plants. Informe Técnico. Trotsberg, SKW. 8 p.
- BEWLEY, J.; BLACK, M. 1982. Physiology and biochemistry of seeds. II. Viability, dormancy and environmental control. New York, Springer-Verlag. p. 9-12, 170-253.
- BEWLEY, J.; BLACK, M. 1986. Seeds, physiology of development and germination. New York, Plenum Press. p. 10-186.
- ECHANDI, C. 1988. Duración, ruptura del reposo y deterioro de la semilla de 3 cultivares de maní. Tesis Ing. Agr. San José, Escuela de Fitotecnia, Facultad de Agronomía, Universidad de Costa Rica. 122 p.
- ESASHI, Y. 1979. Control of cocklebur seed germination by nitrogenous compounds: nitrate, hydroxylamine, thiourea, azide and cyanide. *Plant Cell Physiology* 20(2):349-361.
- GOLDBACH, H.; THALER, CH.; WUNSCH, A.; AMBERGER, A. 1988. Decomposition of ^{14}C -labelled cyanamide in *Vitis vinifera* cuttings. *J. Plant Physiology* 133:299-303.

- GUEVARA, E.; HERRERA, J. 1989. Efecto de la cianamida hidrogenada en el reposo de tubérculos de papa (*Solanum tuberosum* L.). *Agronomía Costarricense* 13(1):83-91.
- HERRERA, J.; ARIAS, O. 1982. Tratamientos físicos y químicos con 6-benciladenina para interrumpir el reposo en semilla de arroz (*Oryza sativa*) cv. CR-1113 y CR-5272. *Agronomía Costarricense* 6(1/2):99-105.
- HERRERA, J.; GUEVARA, E.; BARBOZA, R. 1989. Efecto de la cianamida hidrogenada en la semilla de café (*Coffea arabica* L.) cv. Caturra; influencia en la germinación. *Turrialba* 39(3):287-293.
- INTERNATIONAL SEED TESTING ASSOCIATION. 1976. International rules for seed testing, rules 1976. *Seed Science and Technology* 4(1):1-77.
- LETHAM, D.S.; PALNI, L.M.S. 1983. The biosynthesis and metabolism of cytokinins. *Annual Review of Plant Physiology* 34:163-197.
- LIEBERMAN, M. 1979. Biosynthesis and action of ethylene. *Annual Review of Plant Physiology* 30:533-591.
- MORA, J. 1979. Método práctico para la germinación de semillas de pejíbaye. *ASBANA* 3(10):14-15.
- PIRRUNG, M.C.; BRAUMAN, J.I. 1987. Involvement of cyanide in the regulation of ethylene biosynthesis. *Plant Physiology and Biochemistry* 25(1):55-61.
- ROLSTON, M.P. 1978. Water impermeable seed dormancy. *The Botanical Review* 44(3):365-396.
- SHULMAN, Y. 1983. The effect of cyanamide on the release from dormancy of grapevine buds. *Scientia Horticulturae* 19:97-104.
- SOLOMOS, T. 1977. Cyanide resistant respiration in higher plants. *Annual Review of Plant Physiology* 28:279-297.
- TAYLORSON, R.B.; HENDRICKS, 1977. Dormancy in seeds. *Annual Review of Plant Physiology* 28:331-354.
- VELASCO, A. 1983. Conferencia sobre el chontaduro. Cali, Colombia, Secretaría de Agricultura y Fomento del Valle, Sección de divulgación y publicaciones. 8 p. (mimeografiado)
- VILLALOBOS, R.; HERRERA, J. 1991. Germinación de la semilla de pejíbaye. *Agronomía Costarricense* 15(1/2):
- WEAVER, R.J. 1976. Reguladores del crecimiento de las plantas en la agricultura. Trad. por A. Contín. México, Trillas. p. 110-140.
- YANG, S.F.; HOFFMAN, N.E. 1984. Ethylene biosynthesis and its regulation in higher plants. *Annual Review of Plant Physiology* 35:155-189.