

EFFECTO DE ALGUNOS TRATAMIENTOS QUIMICOS SOBRE EL PERIODO DE REPOSO DEL MANI (*Arachis hypogea*)¹

Ramiro Alizaga *
Eric Guevara *
Jorge Herrera *

ABSTRACT

Effect of some chemical treatments on dormancy of groundnut (*Arachis hypogea*) seeds. Three experiments were carried out in which hydrogen cyanamide (CH_2N_2), 6-bencil amino purine (BAP) and giberellic acid (AG_3) were used for breaking dormancy of groundnut seeds, cv. 'Florunner'. Low percentages of germinated seed were obtained with AG_3 , values that significantly increase when used in combination with CH_2N_2 ; this one on its own stimulated a significant increase in germination. The highest value in the number of seedlings was obtained using BAP; nevertheless, it presented the problem of inhibiting the development of secondary roots and, in some doses, some malformations of the hypocotyl were apparent. This deleterious effect was reduced when BAP was combined with CH_2N_2 . The effect of these treatments on the number of abnormal and diseased seedlings, dead seeds and root length is discussed.

INTRODUCCION

En muchos casos, la semilla recién cosechada, fisiológicamente madura y viable, no germina cuando se coloca en condiciones óptimas de luz, temperatura, oxígeno y contenido de humedad. Es en estas condiciones que se considera que la semilla se encuentra en estado de reposo (Bewley y Black, 1982; Harrington, 1972).

Este fenómeno se presenta en muchas especies, entre ellas el maní, en las cuales la intensidad y duración del reposo depende del cultivar, así como de las condiciones de cultivo y de almacenamiento (Echandi, 1988; Sharir, 1978). Muchos de los cultivares de maní empleados en el país son de tipo Virginia, los cuales se caracterizan por no germinar inmediatamente después de

ser cosechados y presentar períodos de reposo de hasta 4 meses (Echandi y Villalobos, 1989).

Diferentes tratamientos se han probado con el fin de acortar este período de reposo. El uso de temperaturas altas, cercanas a 40°C por períodos de 1 ó 2 semanas estimuló significativamente la germinación (McFarland y Smith, 1965), en contraste con temperaturas menores (Sharir, 1978).

Dentro de los tratamientos químicos, el uso de etileno ha demostrado ser eficiente para promover la germinación de maní. Este compuesto, en concentraciones de 8 g/L, por períodos de 48 horas, produjo resultados similares a los obtenidos por tratamientos con calor (Ketring y Morgan, 1969).

Otros reguladores de crecimiento empleados para superar el reposo son el ácido giberélico (AG_3), el ácido 3-indolacético (AIA) y el 2,4-D, pero la mejor respuesta se ha obtenido con el uso de citoquininas, aunque con resultados inferiores a los obtenidos con el uso de temperatura o etileno.

Por otra parte, Echandi (1988) observó que las condiciones de almacenamiento en cámara fría (5°C) prolongaban el período de reposo, en comparación con el realizado en bodega rústica (temperatura ambiente), el más frecuente entre los

1/ Recibido para publicación el 19 de setiembre de 1990.
* Centro para Investigaciones en Granos y Semillas, Facultad de Agronomía, Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica.

Los autores son beneficiarios del Programa Financiero de Apoyo a Investigadores Científicos del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Tecnológicas (CONICIT) de Costa Rica.

agricultores. En esta última condición, sin embargo, la viabilidad de la semilla se ve afectada a mediano plazo, debido a la alta temperatura y humedad presentes (Vaughan y Moore, 1970; Sharir, 1978).

Recientemente, se ha desarrollado un regulador del crecimiento sintético denominado CH_2N_2 , el cual se presenta como una alternativa para interrumpir el reposo en brotes (Goldbach *et al.* 1988). Este compuesto ha sido usado exitosamente para estimular la brotación en yemas de plantas en reposo. Su acción principal se efectúa mediante el bloqueo del ciclo de Krebs y la activación del ciclo de las pentosas fosfato, lo cual conlleva al inicio del crecimiento (Amberger, 1984; Pirrung y Brauman, 1987). Debido a su acción sobre los procesos de reposo, esta sustancia podría ejercer un efecto promotor de la germinación, que sería de gran utilidad en semillas con largos períodos de reposo o con germinación escalonada (Pirrung y Brauman; 1987). Una ventaja adicional que presenta el uso de este compuesto es que es rápidamente metabolizado (aproximadamente en 20 h) y transformado en urea y, posteriormente, hidrolizado por la ureasa (Goldbach *et al.*, 1988).

El objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto de la CH_2N_2 sola y en combinación con AG_3 y 6-bencil amino purina (BAP) sobre la germinación de semilla de maní en estado de reposo.

MATERIALES Y METODOS

Esta investigación se realizó en las instalaciones del Centro para Investigaciones en Granos y Semillas de la Universidad de Costa Rica.

Se utilizó semilla de maní del cultivar Florunner, perteneciente al tipo Virginia, que se caracteriza por tener semillas pequeñas, vainas uniformes y un porte rastrero (Norden *et al.*, 1969). Dentro de las especies utilizadas en Costa Rica, esta variedad es una de las que presenta el menor grado de reposo (Echandi y Villalobos; 1989).

En todos los casos la semilla fue extraída manualmente de la vaina. El primer experimento se realizó con semilla obtenida de un lote sembrado en la región de Liberia, Guanacaste. Los experimentos II y III se realizaron con semilla proveniente de la Estación Experimental Fabio Baudrit Moreno ubicada en La Garita, Alajuela.

Cada tratamiento consistió de 4 repeticiones de 100 semillas cada una, en un arreglo irrestricto al azar.

Experimento I

Este experimento se inició una semana después de cosechada la semilla. Se realizaron tratamientos de inmersión en soluciones de CH_2N_2 en concentraciones de 0; 0,01; 0,1 y 1% de la formulación comercial (50% ia), por tiempos de 1, 15 y 30 min. Una investigación preliminar mostró un efecto detrimental de la cianamida en dosis mayores de 1%.

Después de sumergidas, las semillas se colocaron en bandejas con papel para germinación y se introdujeron en una cámara de germinación graduada a 30°C y 98% de humedad relativa durante un período de 8 días, después del cual se realizaron las evaluaciones.

No se utilizó en este experimento ningún producto fungicida.

Se determinó el porcentaje de: plántulas normales, anormales y enfermas, semillas duras y semillas muertas. Para esto se siguió las reglas para el análisis de germinación descritos por la International Seed Testing Association (ISTA, 1976).

Experimento II

Los tratamientos se realizaron 20 días después de la cosecha. Se probaron las dosis de 0 y 1% de cianamida hidrogenada (CH_2N_2) en formulación comercial (50% ia), solas y en combinación con AG_3 en una concentración de 5 mg/L y con 6-bencil amino purina (BAP) al 0,5%. Los tiempos de inmersión fueron de 30 y 60 min.

Las semillas fueron puestas en las mismas condiciones que el experimento anterior, pero en este caso se trató la semilla previo a su colocación en la bandeja con un fungicida, Vitavax (carbocin 20% + captan 20%), a razón de 1/g/kg de semilla. La evaluación se realizó 8 días más tarde. Además de las variables evaluadas en el Experimento 1, se midió la longitud del hipocótilo.

Experimento III

En este caso, la semilla utilizada había sido cosechada 30 días antes. Esta se sumergió durante 1 y 5 minutos en 2 soluciones de CH_2N_2 (0 y 1%), en combinación con 0,1 y 0,25% de BAP. La prueba se realizó bajo las mismas condiciones descritas en los experimentos anteriores y se

determinó el efecto de estos tratamientos sobre el porcentaje de plántulas normales, anormales y enfermas, así como sobre la longitud de la radícula.

RESULTADOS

Experimento I

Los resultados de las pruebas de germinación mostraron (Figura 1) que hubo un efecto significativo ($\alpha=0,01$) de las diferentes dosis de CH_2N_2 sobre el número de plántulas normales, plántulas anormales, plántulas enfermas, semillas duras y semillas muertas. La mayor germinación se obtuvo al utilizar CH_2N_2 al 1% (71%) en comparación con el testigo (13%).

La interacción entre la dosis y los tiempos de aplicación fue igualmente significativa. El número de plántulas normales fue mayor con la dosis de 1% de CH_2N_2 con 15 min de inmersión (46%), en comparación con el testigo (7%), aunque también se observó un mayor número de plántulas anormales y enfermas, el cual fue significativo en comparación con los

demás tratamientos. Las demás dosis no difirieron estadísticamente entre sí, aunque tiempos de inmersión de 1 y 30 min produjeron una menor germinación.

La ausencia de un tratamiento previo con fungicida a la semilla, favoreció el desarrollo y ataque de hongos saprófitos, lo que provocó un incremento en el número de plántulas enfermas. El uso de fungicida en los experimentos subsiguientes solucionó el problema.

Experimento II

Los resultados obtenidos en la germinación de las semillas se observan en la Figura 2. Se detectó un aumento significativo en el número de plántulas normales cuando se utilizó CH_2N_2 , AG_3 o BAP. El AG_3 fue el que menos estimuló la germinación (31%), mientras que la CH_2N_2 y especialmente el BAP provocaron mayor incremento de esta variable (91,5% y 77,5%, respectivamente). También el tiempo de inmersión de 60 minutos mejoró significativamente el porcentaje de germinación, principalmente cuando sólo se aplicó CH_2N_2 .

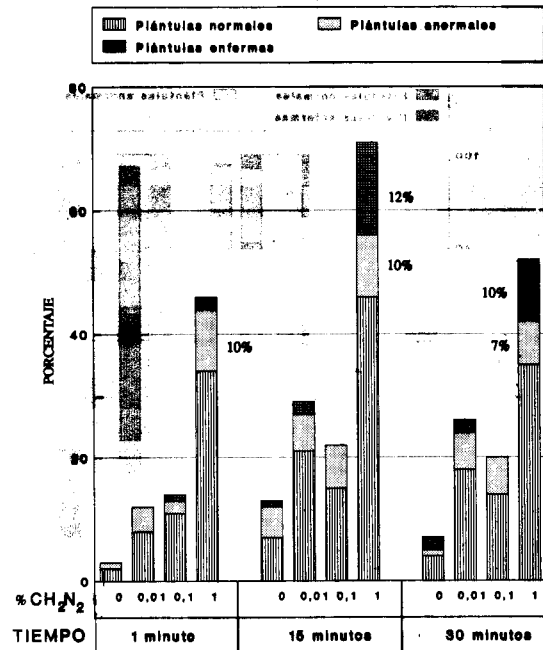


Fig. 1. Efecto de diferentes dosis (%) de cianamida hidrogenada y tiempos de inmersión para interrumpir el reposo en semilla de maní cv. Florunner. Ocho días después de cosechada.

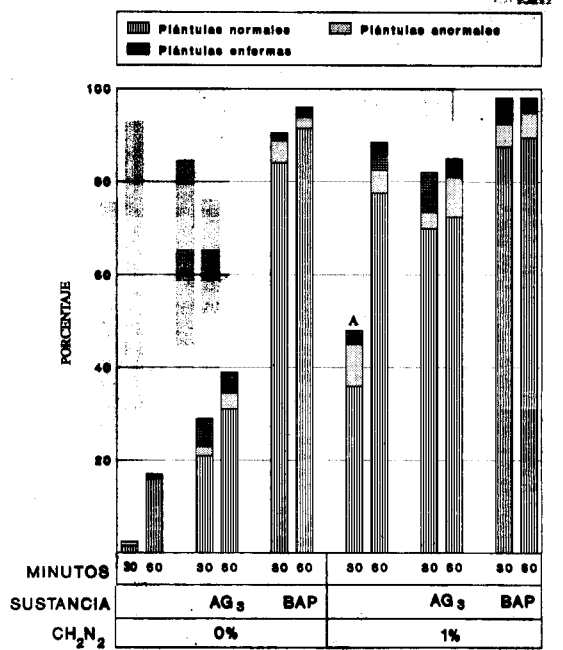


Fig. 2. Efecto del AG_3 y el BAP, en combinación con CH_2N_2 y 2 tiempos de inmersión, sobre la producción de plántulas normales, anormales y enfermas en semilla de maní cv. Florunner 20 días después de cosechada.

La interacción entre la CH_2N_2 y el BAP fue significativa ($\alpha=0,01$) con relación al aumento de germinación. Los mejores resultados se obtuvieron cuando se utilizó BAP sólo o en combinación con CH_2N_2 , obteniéndose 91,5% y 89,5%, respectivamente. Del mismo modo, la combinación de CH_2N_2 con AG_3 incrementó fuertemente la germinación (72%), en comparación con el uso de AG_3 solo (31%).

El BAP produjo un efecto negativo sobre el desarrollo de la radícula, ya que no sólo redujo su longitud (Figura 3), sino que también inhibió significativamente ($\alpha=0,01$) la producción de raíces secundarias (Figura 4). La inhibición observada se mantuvo durante todo el transcurso del experimento. Esta inhibición sobre el desarrollo radical no se observó con el uso de AG_3 o de CH_2N_2 , aún con diferentes tiempos de inmersión.

Experimento III

En esta prueba todos los tratamientos incrementaron la germinación con respecto al testigo (Figura 5). Se encontró una respuesta significativa y positiva ($\alpha=0,01$) debida a la CH_2N_2 , así como a la dosis menor de BAP (0,01%) y a la inmersión por 1 min.

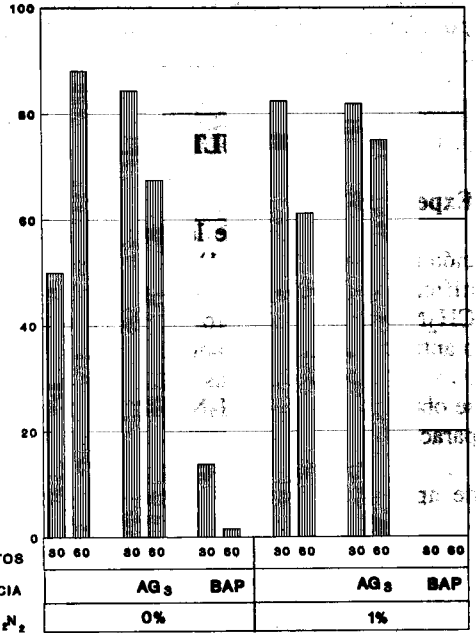


Fig. 4. Efecto del AG_3 y el BAP en combinación con CH_2N_2 y 2 tiempos de inmersión sobre la formación de raíces secundarias en plántulas de maní cv. Florunner.

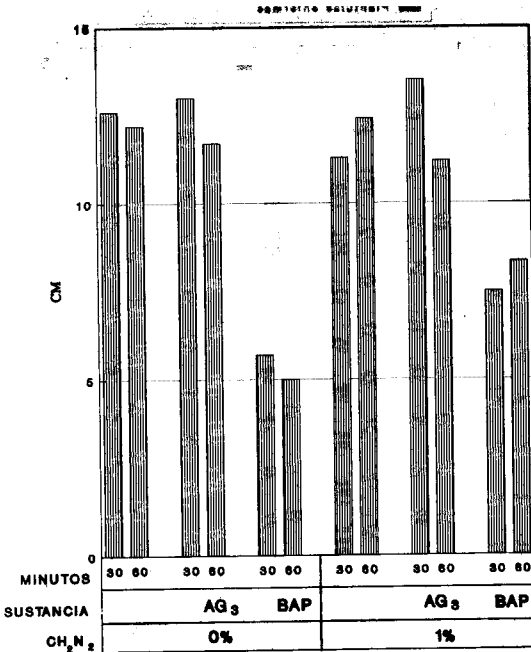


Fig. 3. Efecto de AG_3 y el BAP en combinación con CH_2N_2 y 2 tiempos de inmersión sobre la longitud de la radícula de plántulas de maní cv. Florunner, a los 15 días de germinación.

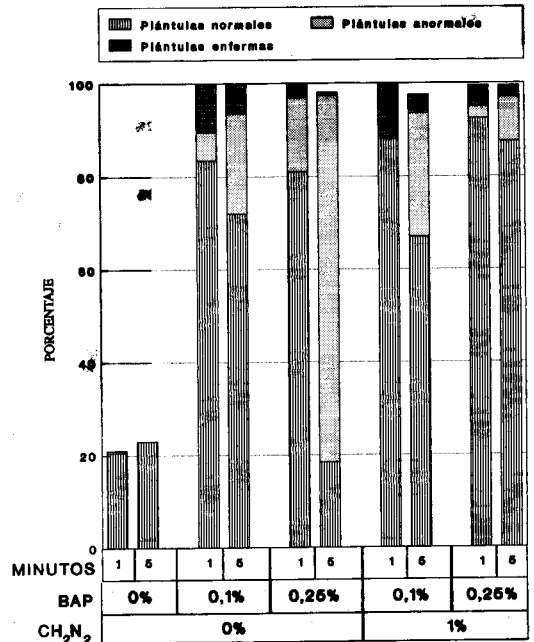


Fig. 5. Interacción entre el BAP, la CH_2N_2 y 2 tiempos de inmersión sobre el desarrollo de plántulas en semilla de maní cv. Florunner.

La interacción entre CH_2N_2 y BAP fue significativa ($\alpha=0,01$), en particular con la dosis de 0,25%, en donde se observó un incremento sustancial del número de plántulas normales (89,5%) en comparación con la aplicación sola de BAP (18,5%) (Figura 5). Se encontró también que la interacción entre ambas sustancias y el tiempo fue estadísticamente significativa ($\alpha=0,05$) ya que hubo un aumento en el número de plántulas normales cuando se utilizó 1 min de inmersión, cualquiera que fuera la dosis. En lo que respecta a la interacción BAP y tiempo, la dosis de 0,25% con 1 min de inmersión produjo mayor germinación que con 5 min.

La CH_2N_2 redujo significativamente ($\alpha=0,01$) el número de plántulas anormales en presencia de BAP. Sin embargo, este último inhibió el crecimiento de la raíz primaria y notoriamente el crecimiento de raíces secundarias, especialmente con 5 min de inmersión (Figuras 6 y 7).

La inhibición observada se mantuvo durante todo el transcurso del experimento. También, el número de plántulas enfermas fue significativamente mayor cuando se utilizó la dosis de 0,1% de BAP durante 1 min.

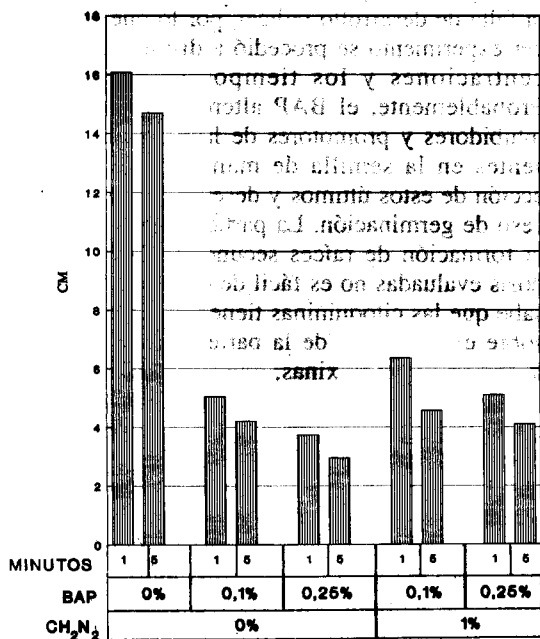


Fig. 6. Efecto de dosis combinadas de BAP y CH_2N_2 sobre la longitud de la radícula en plántulas de maní cv. Florunner, de 15 días de edad.

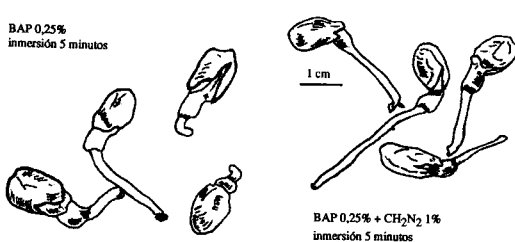


Fig. 7. Efecto del BAP solo o en combinación con CH_2N_2 sobre el desarrollo radical en plántulas de maní cv. Florunner de siete días de edad.

En todos los experimentos realizados el número de semillas muertas obtenidas en los diferentes tratamientos no aumentó significativamente con respecto a los testigos, así como tampoco se obtuvo tendencias definidas en respuesta a los tratamientos, siendo los valores considerablemente bajos.

DISCUSION

En el experimento I, si bien la CH_2N_2 incrementó el porcentaje de germinación de la semilla de maní en reposo con respecto al testigo, el aumento no fue suficiente como para pensar en la posibilidad de usar esta sustancia en escala comercial (Figura 1). La dosis más efectiva de CH_2N_2 fue la de 1%, lo cual contrasta con los resultados obtenidos en otras semillas, como la de café (Guevara, *et al.*, 1992).

A pesar de que en el experimento II los tiempos de aplicación no mostraron diferencias estadísticamente significativas, en el caso particular del tratamiento con CH_2N_2 se observó un importante aumento del número de plántulas normales (80%) cuando el período de inmersión fue de 60 min. Al igual que en el experimento I tiempos de inmersión de 30 min produjeron resultados comparables entre sí, pero inferiores (45% de plántulas normales). Ello sugiere la importancia de la adecuada hidratación de la semilla en el caso de concentraciones altas de CH_2N_2 , lo cual ha sido observado en otras especies (Guevara *et al.*, 1992; Villalobos *et al.*, 1992).

La CH_2N_2 ha sido usada experimentalmente para romper el período de reposo de los brotes en vides (Goldbach *et al.*, 1988) y más recientemente en tubérculos de papa (Herrera *et al.*, 1991). La acción de este tipo de sustancias ha sido discutida por Côme (1987) quien sugiere que la cianamida

y otros inhibidores de la germinación bloquean el ciclo de Krebs, lo que conlleva en semillas u órganos en reposo a una activación del ciclo de las pentosas fosfato, con lo cual se inicia la germinación.

Los resultados obtenidos en maní evidencian, sin embargo, que la CH_2N_2 aplicada sola no permitió una ruptura adecuada del reposo, probablemente debido a que su acción se limita al proceso energético del metabolismo, sin influenciar directamente el crecimiento.

Esto también ha sido observado en los tubérculos de papa (Herrera *et al.*, 1991), en donde se ha demostrado que la combinación de CH_2N_2 y de AG_3 permiten obtener un desarrollo más eficiente de los tubérculos en reposo, en comparación con el uso individual de ambas sustancias.

Esto motivó la ejecución de los siguientes experimentos, procurando una germinación mayor y más rápida, ya sea con semilla recién cosechada o bien almacenada por períodos determinados. En vista de que la dosis de 1% de CH_2N_2 produjo los mejores resultados en el primer experimento, fue utilizada en las investigaciones posteriores.

El uso de AG_3 probó ser poco eficiente en la ruptura del reposo de la semilla de maní, obteniéndose un porcentaje de plántulas normales próximo al 30%. Según Dalling y Bhalla (1984), al iniciarse el proceso de germinación, las giberelinas son transportadas desde el eje embrionario hacia la capa de aleuronas, donde estimulan la síntesis de enzimas hidrolíticas necesarias para la degradación de compuestos de reservas, y la posterior movilización de los asimilados producidos hacia el eje embrionario, donde serán utilizados en la síntesis de nuevos compuestos y en su crecimiento. Aparentemente, el efecto del AG_3 se manifiesta al mezclarse con CH_2N_2 (70% de plántulas normales). Es probable que ello se deba a que el maní, por ser una semilla con reservas esencialmente lipídicas, la acción de la giberelina sobre la α -amilasa no sea tan importante en esta especie en los primeros estadios del proceso germinativo, contrario a lo que ocurre en los cereales, cuyas reservas son esencialmente glucosídicas. Esta falta de estímulo inicial sobre la germinación ha sido observada en la semilla de café, cuyas reservas son igualmente lipídicas en su mayoría (Guevara *et al.*, 1992). Por el contrario, su acción sobre el desarrollo posterior del tallo es

muy importante (Sponsel, 1985). Con base a los resultados obtenidos, se puede considerar que la CH_2N_2 , al actuar de manera temprana sobre el ciclo de las pentosas fosfato, activó el metabolismo germinativo de la semilla, lo que fue posteriormente aprovechado por las giberelinas en la edificación del tallo.

El BAP aumentó significativamente el número de semillas germinadas y no se encontró diferencias cuando fue aplicado solo o en combinación con CH_2N_2 . Este efecto ha sido comentado por Bewley y Black (1982), quienes señalan que las citoquininas se han utilizado para interrumpir el reposo en semillas. No obstante, en muchas especies los resultados son inconsistentes, ya que no siempre han estimulado la germinación, e inclusive, se indica que las giberelinas son más efectivas que las citoquininas en la superación del reposo. Cabe destacar que en el presente experimento, los resultados contradicen esta afirmación y concuerda con lo antes expuesto, en el sentido de un menor estímulo de la giberelina sobre la germinación de semillas en reposo con mayor contenido de lípidos.

Los resultados del experimento II en cuanto al uso del BAP sugieren que el tiempo de exposición a esta citoquinina podría haber influenciado la falta de desarrollo radical, por lo que en el tercer experimento se procedió a disminuir las concentraciones y los tiempos de exposición. Probablemente, el BAP alteró el balance entre inhibidores y promotores de la germinación presentes en la semilla de maní, favoreciendo la acción de estos últimos y desencadenando el proceso de germinación. La particularidad de inhibir la formación de raíces secundarias en todas las dosis evaluadas no es fácil de explicar, aunque se sabe que las citoquininas tienen un efecto directo sobre el desarrollo de la parte aérea, contrario a la acción de las auxinas, que son usadas generalmente para promover la formación de raíces (Hill, 1977; Penon, 1982). La acción del BAP en este caso, parece haber inducido una fuerte dominancia apical, inhibiendo la formación de raíces secundarias (Crabbé, 1987). También en el tercer experimento se presentaron anomalías en el desarrollo del hipocótilo, el cual mostró engrosamiento y acortamiento con respecto a los testigos, en particular con la dosis de 0,25% de BAP por 5 min. Al combinar este regulador con CH_2N_2 , se obtuvo un porcentaje de germinación similar al obtenido en el experimento II, aunque

las plántulas presentaron un mejor desarrollo. Estos resultados sugieren que la CH_2N_2 podría tener un efecto estimulador de la rizogénesis, observado también en otras especies (Villalobos *et al.*, 1992). El hecho de que tiempos de inmersión relativamente cortos (1 y 5 min) permitieran obtener altas germinaciones, indica un rápida absorción de estos reguladores por parte de la semilla. Además, tanto la CH_2N_2 como el BAP actúan de manera rápida, acelerando considerablemente la germinación. Por otro lado, con las concentraciones utilizadas en este experimento, la inmersión prolongada (superior a los 15 min) podría tener consecuencias negativas al provocar una alta absorción de los reguladores presentes en la solución, la cual resulta inhibitoria del desarrollo posterior de la planta. Este aspecto es muy evidente al usarse inmersiones por períodos de 5 min. BAP resultó muy efectivo para superar el reposo en semillas de maní, sin embargo, los datos obtenidos a través de los experimentos realizados evidencian la importancia de la interacción entre esta sustancia y la CH_2N_2 , pues aunque no incrementó el número de semillas germinadas *sensu stricto*, permitió un mayor porcentaje de plántulas normales.

RESUMEN

Se realizaron tres experimentos en los cuales se probó el efecto de la cianamida hidrogenada (CH_2N_2), del 6-bencil amino purina (BAP) y del ácido giberélico (AG_3), sobre la ruptura del reposo en semilla de maní (*Arachis hypogea*).

El porcentaje de germinación fue bajo cuando se aplicó AG_3 , aunque se incrementó significativamente al usarlo en combinación con CH_2N_2 . Además, esta última aplicada sola, estimuló notablemente la germinación.

Los valores más altos en el número de plántulas se obtuvieron con BAP; sin embargo, inhibió parcialmente el desarrollo de raíces secundarias y en las dosis mayores, ocasionó malformaciones en el hipocótilo. Este efecto negativo se redujo cuando se usó en combinación con CH_2N_2 .

Se discute el efecto de los tratamientos sobre el número de plántulas anormales y enfermas, semillas muertas y longitud de las raíces.

LITERATURA CITADA

- AMBERGER, A. 1984. Uptake and metabolism of hydrogen cyanamide in plants. *In* Proceedings of Bud Dormancy in Grapevines. Davis University of California. p. 5-10.
- BEWLEY, J.D.; BLACK, M. 1982. Physiology and biochemistry of seeds in relation to germination: viability, dormancy and environmental control. Berlin, Springer-Verlag. v. 2, p. 339.
- CRABBE, J. 1987. Aspects particuliers de la morphogenèse caulinaire des végétaux ligneux et introduction à leur étude quantitative. Bruxelles, Bélgica, I.R.S.I.A. 116 p.
- CÔME, D. 1987. Germination et dormance des semences. *In* Le Développement des végétaux. Ed. by Le Guyadier. Paris, Masson. p. 119-132.
- DALLING, M.J.; BHALLA, P.L. 1984. Mobilization of nitrogen and phosphorus from endosperm. *In* Seed Physiology. 2. Germination and reserve mobilization. Ed. by D.R. Murray. Sidney, Academic Press. p. 163-200.
- ECHANDI, C. 1988. Duración, ruptura del reposo y deterioro de la semilla de tres cultivares de maní. Tesis Ing.Agr. San José, Costa Rica, Universidad de Costa Rica, Facultad de Agronomía. 122 p.
- ECHANDI, C.; VILLALOBOS, E. 1989. Duración del reposo de la semilla de tres cultivares de maní en respuesta a diferentes condiciones de almacenamiento. *Agronomía Costarricense* 13(2):143-152.
- GOLDBACH, H.; THALER, CH.; WÜNSCH, A.; AMBERGER, A. 1988. Decomposition of ^{14}C -labelled cyanamide in *Vitis vinifera* cuttings. *Journal of Plant Physiology* 133:299-303.
- GUEVARA, E.; HERRERA, J.; ALIZAGA, R. 1992. Efecto de la cianamida hidrogenada sobre la semilla de café (*Coffea arabica* L.) cv. Caturra. II. Influencia de algunos parámetros del metabolismo germinativo. *Agronomía Costarricense* 16(1).
- HARRINGTON, J.F. 1972. Seed storage and longevity. *In* Seed Biology. Ed. by T.T. Kozlowski. London, Academic Press. v. 3, p. 145-245.
- HERRERA, J.; ALIZAGA, R.; GUEVARA, E. 1991. Efecto de la cianamida hidrogenada y del ácido giberélico sobre el reposo de los tubérculos, el desarrollo y la producción de la papa. *Agronomía Costarricense* 15(1/2).
- HILL, T.A. 1977. Hormonas reguladoras del crecimiento vegetal. Barcelona, Omega. 74 p.
- INTERNATIONAL SEED TESTING ASSOCIATION. 1976. International rules for seed testing, rules 1976. *Seed Science and Technology* 4(1):1-77.

- KETRING, D.L.; MORGAN, P.W. 1969. Ethylene as a component of the emanations from germination peanut seeds and its effect on dormant virginia-type seeds. *Plant Physiology* 44:326-330.
- McFARLAND, A.G.; SMITH, H.L. 1965. Predrying as a method of overcoming dormancy in virginia runner type peanut seed. *Proceedings of the Association of Official Seed Analysts* 55:121-123.
- NORDEN, A.J.; LIPSCOMB, R.W.; CARVER, W.A. 1969. Registration of Florunner peanuts. *Crop Science* 9:850.
- PENON, P. 1982. Substances de croissance. *In Croissance et development*. Ed. by P. Mazliak. París, Hermann. p. 15-90.
- PIRRUNG, M.C.; BRUMAN, J.I. 1987. Involvement of cyanide in the regulation of ethylene biosynthesis. *Plant Physiology and Biochemistry* 25(1):55-62.
- SHARIR, A. 1978. Some factors affecting dormancy breaking in peanut seeds. *Seed Science and Tecnology* 6(3):655-660.
- SPONSEL, V.M. 1985. Gibberellins in *Pisum sativum* - their nature, distribution and involvement in growth and development of the plant. *Physiol. Plantarum* 65:533-538.
- VAUGHAN, C.E.; MOORE, R.P. 1970. Tetrazolium evaluation of the nature and progress of deterioration of peanut (*Arachis hypogea* L.) seed in storage. *Proc. Association of Official Seed Analysts* 60:104-117.
- VILLALOBOS, R.; HERRERA, J.; GUEVARA, E. 1992. Germinación de la semilla de pejiabaya (*Bactris gasipaes*). II. Ruptura del reposo. *Agronomía Costarricense* 16(1).