

GERMINACION DE LA SEMILLA DE PEJIBAYE (*Bactris gasipaes*). I. EFECTO DE LA TEMPERATURA Y EL SUSTRATO¹

Róger Villalobos *
Jorge Herrera **

ABSTRACT

Seed germination in *Bactris gasipaes* palm. I. Effect of temperature and substrate. Three experiments were carried out in which the effect of different temperatures and substrata upon germination were evaluated. In the first experiment three temperatures were studied (environmental temperature, 30°C and 40°C) for different periods of time. All treatments in which 40°C was used caused seed death. No difference was detected between the two remaining temperatures in germination; nevertheless, differences were found in plumule length, the highest values were obtained at 30°C. In the second experiment, polyethylene bags of two different thickness (0.17 and 0.04 mm) and the same three temperatures of experiment one were used. No differences were found between bags. The response to temperatures was similar to those of the first experiment. In the third experiment, six different substrata (three in trays and three in polyethylene bags, with sawdust, sand and the seed on its own between two polyethylene layers) were used. Good results were obtained in most cases, except with sawdust in polyethylene bags and in trays between two polyethylene layers, mainly because of difficulties in moisture control. The highest values in plumule length were found in trays with sand or sawdust.

INTRODUCCION

El pejibaye fue una palma de gran importancia alimenticia para el trópico húmedo en épocas precolombinas y es de creciente relevancia económica en la actualidad (Mora-Urpí y Clement, 1981). Debido a esto, durante los últimos años las plantaciones de palmito se han extendido y motivado el estudio de los procesos de germinación en las semillas. Son muy pocos

los trabajos específicos sobre el manejo de la semilla de pejibaye citados en la literatura. Almeyda y Martín (1981) aconsejan proteger la semilla del secado excesivo tan pronto como es extraída del fruto, aunque los autores no la consideran tan sensible a la pérdida de humedad como las de otras especies tropicales. Mora-Urpí (1979) indica que la humedad de la semilla es fundamental durante el proceso de germinación, pero considera que la semilla logra su imbibición con facilidad.

La respuesta a altas temperaturas es un fenómeno bien estudiado en palma de aceite (Rees, 1962; Surre y Ziller, 1969); en dicho cultivo se utiliza a nivel comercial un tratamiento en el cual las semillas son mantenidas por 40 días a 40°C con una humedad de 18%, antes de ser colocadas a temperatura ambiente. Este tratamiento debe realizarse en bolsas de polietileno, ya que evita la pérdida de humedad, lo cual resultaría

1/ Recibido para publicación el 4 de octubre de 1990.

* Compañía Palma Tica. Edificio Numar. San José, Costa Rica.

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

letal para la semilla. El pejibaye, como semilla recalcitrante, es posible que muestre una respuesta positiva al calentamiento y, como otras semillas de esta familia, posea una cubierta que evite los cambios rápidos en el contenido de humedad (Chin y Roberts, 1980).

Los sustratos utilizados para la germinación de semillas varían grandemente con la especie en estudio. En palma de aceite, en el pasado, se probaron gran cantidad de sustratos, tales como camas de arena a las que se les añadía materia orgánica, camas con carbón, y finalmente, bolsas de polietileno con un adecuado control de la humedad y la temperatura (Galt, 1953; Surre y Ziller, 1969). En pejibaye, Fewerda (1956) obtuvo grandes diferencias en germinación favoreciendo el uso de carbón de madera sobre serrín y fibra de pericarpo. González y Domínguez (1977) obtuvieron porcentajes de germinación de 73% después de 70 días en bolsas de polietileno. Jordan (1970) usó camas de arena bajo techo plástico y logró un 76% de germinación luego de 78 días.

Este trabajo tuvo como objetivo probar el efecto de diferentes temperaturas y sustratos en la germinación de la semilla de pejibaye de genotipos propios de Costa Rica.

MATERIALES Y METODOS

Para todas las pruebas, la semilla empleada fue obtenida de la Finca Caviria del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), y en todos los casos, las variables evaluadas fueron porcentaje de germinación y longitud de la plúmula.

Respuesta a diferentes condiciones de temperatura

Los frutos fueron colocados en una pila de fermentación por 4 días antes de separar la pulpa de la semilla, la cual fue lavada y tratada con benomyl (1 g/L), orthocide (2 g/L) y adherente WK (2 ml/L).

La humedad inicial de las semillas fue de 48,8%; posteriormente, se dejaron secar hasta un punto considerado visualmente como adecuado para iniciar el proceso de germinación (Mora-Urpí, 1979) y se colocaron en bolsas de polietileno selladas, de las utilizadas en el precalentamiento de palma aceitera. Los tratamientos se resumen en el Cuadro 1.

Se hicieron recuentos a los 3, 4 y 5 meses de iniciada la prueba. El análisis de los datos se

Cuadro 1. Temperaturas y tiempos de aplicación utilizados en la germinación de la semilla de pejibaye.

Tratamiento		Tiempo de aplicación	
No.	Temperatura	Días/semana	Semanas
1	Ambiente	7	20
2	Ambiente 40 ° C	6	20
		1	
3	Ambiente 40° C	5	20
		2	
4	Ambiente 40° C	4	20
		3	
5	30° C	7	20
6	40° C	7	20
7	40° C 30° C	7	2
		7	18
8	40° C 30° C	7	4
		7	16
9	40° C Ambiente	7	2
		7	18
10	40° C Ambiente	7	4
		7	16
11	50° C Ambiente	2	*
		5	

* Este tratamiento se aplicó únicamente durante la primera semana; las siguientes 19 semanas se mantuvo a temperatura ambiente.

realizó con un diseño irrestricto al azar, donde cada unidad experimental constó de 50 semillas con 4 repeticiones.

Respuesta a diferentes temperaturas y tipos de bolsa plástica

En este caso las semillas se mantuvieron por 2 días en agua para suavizar los restos del mesocarpo adherido a ellas; luego, se lavaron con agua y fricción y finalmente se trataron con los fungicidas benomyl (1 g/L) y Vitavax (carboxin + orthocide) a razón de 2 g/L, por espacio de 20 min. Por último, se dejaron secar siguiendo lo recomendado por Mora-Urpí (1979).

Se evaluó el efecto de 3 temperaturas: ambiente, 30°C y 40°C y 2 tipos de bolsa de polietileno (0,04 y 0,17 mm de grosor), las cuales se usaron como sustratos para germinación; la primera se utilizó en forma doble. La segunda es usada rutinariamente para el calentamiento previo a la germinación de la semilla de palma de aceite.

En cada tratamiento se emplearon 4 repeticiones de 25 semillas y los recuentos se hicieron a los 2, 3 y 4 meses de iniciada la prueba. Se utilizó un diseño irrestricto al azar, en un arreglo factorial.

Cuadro 2. Promedio de germinación y de longitud de la plúmula de semillas de pejibaye sometidas a tratamientos de temperatura inferiores a 40° C.

	Germinación (%)			Long. de plúmula (mm)		
	1 m*	2m	3m	1m	2m	3m
Temp. ambiente continua	0	42,5	81,3	0	7,9	24,1
30° C continuo	8,8	29,3	81,3	1,6	15,5	55,4

*m = meses a los que se realizó el recuento.

Prueba de sustratos

En este experimento las semillas se trataron en igual forma que en el anterior, y se evaluaron los siguientes sustratos para la germinación de la semilla: 1) bandejas con arena; 2) bandejas con serrín; 3) bolsas de polietileno de 28 cm de ancho x 46 cm de largo, (dobles) con arena; 4) bolsas de polietileno (dobles) con serrín; 5) bolsas de polietileno (dobles); 6) método descrito por Herrero (1988). Este método consiste en colocar las semillas sobre una lámina de polietileno en una superficie plana y 2 láminas en la parte superior. Los bordes se doblan de manera que forme una cámara que evite la desecación. Esta semilla fue colocada en un invernadero, expuesta al sol, humedeciéndola periódicamente, de manera que la superficie se mantuviera húmeda.

Los tratamientos, excepto el de Herrero, se mantuvieron en la cámara de germinación del CIGRAS a 30°C de temperatura y 98% de humedad relativa.

La arena se lavó y tamizó siguiendo las indicaciones de la International Seed Testing Association (ISTA, 1976). El serrín fue lavado cuidadosamente y luego dejado a que secase lo suficiente para mantenerlo húmedo, pero sin exceso de agua.

En cada tratamiento se utilizaron 4 repeticiones de 50 semillas y se efectuaron recuentos a los 2 y 3 meses de iniciada la prueba.

RESULTADOS

Efecto de diferentes temperatura

Ninguno de los tratamientos en los que se sometió a las semillas a temperaturas de 40°C ó más por diferentes períodos de tiempo, en forma alterna o constante, permitió la germinación de éstas. Todas las semillas perdieron la viabilidad con esa temperatura.

El porcentaje de germinación y la longitud promedio de la plúmula para las otras 2 temperaturas se observan en el Cuadro 2.

La semilla que se mantuvo a 30°C en forma constante inició la germinación más rápidamente que la mantenida a temperatura ambiente (aproximadamente 22°C); sin embargo, al segundo recuento había sido superada por el tratamiento a temperatura ambiente. Finalmente, en el tercer recuento no se encontraron diferencias entre ambas temperaturas.

La longitud promedio de la plúmula fue significativamente mayor con la temperatura de 30°C, donde alcanzó, en promedio, el doble de tamaño (55 mm) de la que estuvo sometida a temperatura ambiente (24 mm).

Efecto de diferentes temperaturas y tipos de bolsa de polietileno

En la Figura 1 se confirma el efecto letal de la temperatura de 40°C sobre la semilla de pejibaye, ya que en ambos sustratos no se obtuvo ninguna semilla germinada. Aunque al final del experimento no se detectaron diferencias estadísticas entre la temperatura ambiente y 30°C, sí se observaron diferencias en la velocidad de germinación, siendo ésta considerablemente mayor a 30°C que a temperatura ambiente. No se encontró ningún efecto del tipo de bolsa empleado.

La longitud de la plúmula fue fuertemente afectada por la temperatura (Figura 2); los mayores valores se alcanzaron con la temperatura de 30°C, y fueron significativamente diferentes a los obtenidos a temperatura ambiente. Únicamente en la segunda evaluación, realizada a los 3 meses, se encontraron diferencias entre los tipos de bolsa utilizado.

Prueba de sustratos para germinación

La germinación de la semilla a los 2 meses (Figura 3) ocurrió con mayor velocidad en los tratamientos de bandeja con arena y bandeja con serrín,

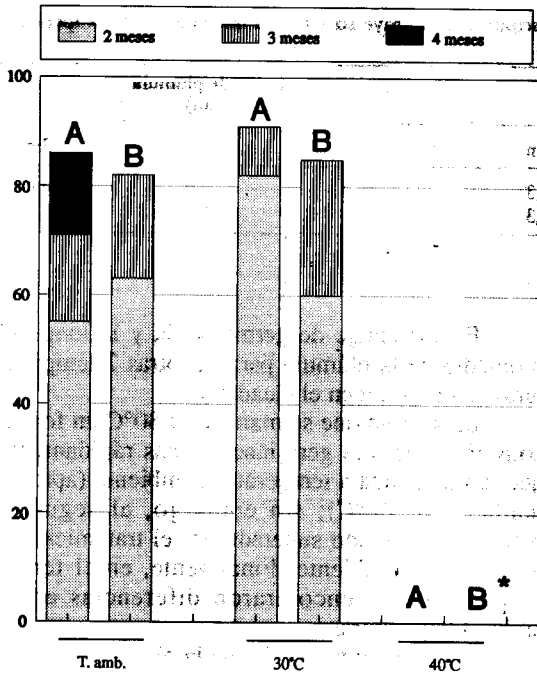


Fig. 1. Efecto de tres temperaturas y dos sustratos sobre la germinación de la semilla de pebijaye.

* Tipo de bolsa: A = bolsa de $0,4 \times 10^{-2}$ cm de grosor (doble) B = bolsa de $1,7 \times 10^{-2}$ cm de grosor

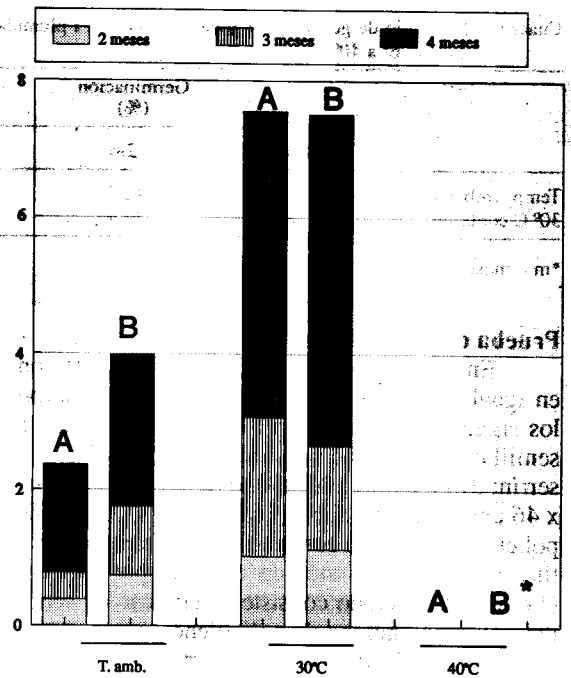


Fig. 2. Efecto de tres temperaturas y dos sustratos sobre la longitud de la plúmula en semilla de pebijaye.

* Tipo de bolsa: A = bolsa de $0,4 \times 10^{-2}$ cm de grosor (doble) B = bolsa de $1,7 \times 10^{-2}$ cm de grosor

entre los cuales no se encontró diferencias significativas. En bolsas de polietileno sin ningún sustrato adicional y con arena se obtuvo una germinación intermedia. Los resultados más bajos se obtuvieron con bolsas con serrín y con el método de Herrero.

El uso de bolsas con serrín presentó el problema de un exceso de humedad en la semilla, que debió solucionarse secando este material por 48 horas a temperatura ambiente.

En la segunda evaluación (a los 3 meses), los resultados más bajos fueron obtenidos con los mismos tratamientos (bolsas con serrín y el método de Herrero), entre los cuales no se detectó diferencias. No hubo diferencias significativas entre los demás tratamientos.

La primera evaluación de la longitud de la plúmula (Figura 4) produjo resultados muy similares a los obtenidos en la primera evaluación de germinación donde las bandejas con arena y serrín produjeron los valores mayores; resultados intermedios se obtuvieron con la bolsa sin sustrato adicional y la bolsa con arena. Los promedios más bajos fueron obtenidos con la bolsa con serrín y con el método de Herrero.

En la segunda evaluación la mayor longitud de la plúmula se obtuvo con la bandeja con arena, la bandeja con serrín y la bolsa con arena, entre las cuales no se detectó diferencias significativas. No hubo diferencias entre los demás tratamientos.

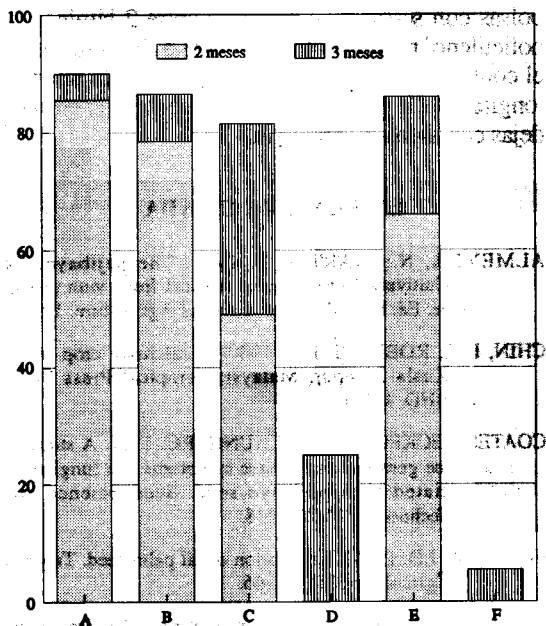
DISCUSION

Efecto de la temperatura

Los resultados demuestran que el uso de temperatura de 40°C ocasiona la muerte de la semilla, como se encontró en el primer y segundo experimentos. A temperaturas inferiores no existen daños al embrión, y entre 20 y 30°C la semilla se encuentra capacitada para germinar hasta valores considerados como satisfactorios. Sin embargo, se encontró que la velocidad de la germinación se ve afectada por la temperatura, aunque los resultados fueron contradictorios en los experimentos 1 y 2.

También, resulta evidente que la temperatura aumenta fuertemente la longitud de la plúmula.

Estos resultados evidencian las dificultades que presenta el estudio de la germinación de la



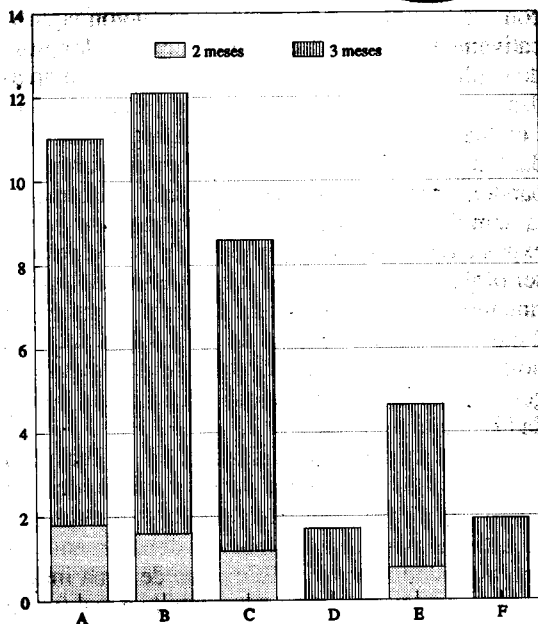
A. Bandeja con arena
 B. Bandeja con serrín
 C. Bolsa con arena
 D. Bolsa con serrín
 E. Bolsa únicamente
 F. Método Herrero

Fig. 3. Efecto de seis sustratos sobre la germinación de la semilla de pejibaye.

semilla de diferentes palmas. Para este trabajo se tomó como base los estudios realizados en palma de aceite (*Elaeis guineensis*), donde la semilla es sometida a una temperatura de 40°C por períodos prolongados con el fin de estimular la germinación (Rees, 1962). Taylorson y Héndricks (1977) mencionan que el efecto de la alta temperatura en semilla está asociada 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 (Rolston, 1978). En el caso del pejibaye quedó demostrado que la permeabilidad de la semilla no resulta ser un problema y la hidratación se logra colocando la semilla en agua por períodos relativamente cortos.

Efecto del tipo de bolsa

El hecho de no encontrar efecto del tipo de bolsa sobre la germinación puede explicarse



A. Bandeja con arena
 B. Bandeja con serrín
 C. Bolsa con arena
 D. Bolsa con serrín
 E. Bolsa únicamente
 F. Método Herrero

Fig. 3. Efecto de seis sustratos sobre la longitud de la plúmula en plántulas de pejibaye.

debido a que, durante el proceso de germinación, se trató en todo momento de mantener constante la humedad de la semilla, acorde con los requerimientos mínimos para que ocurra la germinación según las indicaciones de Mora-Urpí (1979). La diferencia entre ambas bolsas estriba en el grosor; las más gruesas son usadas corrientemente en la palma de aceite durante el período de calentamiento a 40°C a que son sometidas, previo a su germinación. Sus características le permiten conservar la humedad por períodos prolongados. Se puede concluir que si el contenido de humedad se mantiene constante adicionando agua periódicamente, el tipo de bolsa no va a tener ningún efecto. Almeyda y Martín (1981) y Coates-Beckford y Chung (1987) mencionaron con anterioridad la importancia de este factor en semilla de pejibaye.

Efecto del sustrato

Este estudio demostró que aunque al final del experimento sólo los tratamientos de bolsa

con serrín y el método de Herrero fueron significativamente menores en germinación y longitud de la plúmula, sí hubo diferencias bastante marcadas en la velocidad para alcanzar estos estados. Los mayores porcentajes se alcanzaron más rápidamente en bandejas y no en bolsas porque la bandeja permite una distribución más uniforme de la semilla, un mejor intercambio gaseoso y una exposición a la luz más uniforme. El serrín resultó ser problemático ya que si bien al inicio del experimento la humedad parecía correcta, después de 2 meses se notó un exceso de condensación en las bolsas, lo cual perjudicó considerablemente la germinación de la semilla que necesita una humedad bastante limitada.

El contenido de humedad en pejibaye es bastante alto (superior a 40%) y se pierde con relativa facilidad, esto hace que los sustratos que se utilicen para la germinación deban mantener una humedad adecuada. El exceso de agua inhibe la germinación probablemente debido a que forma una película alrededor de la semilla que impide el paso de oxígeno y favorece el ataque de hongos. Estos resultados deben estudiarse cuidadosamente y pruebas adicionales deben realizarse con materiales genéticos diferentes, provenientes de diferentes condiciones climáticas.

RESUMEN

Se evaluó el efecto de diferentes temperaturas y sustratos sobre la germinación de la semilla de pejibaye. En un primer experimento se estudiaron 3 temperaturas (ambiental, 30°C y 40°C), por diferentes períodos de tiempo. Todos los tratamientos en los que se usó 40°C ocasionaron la muerte de la semilla. No se detectaron diferencias entre las 2 temperaturas restantes, sin embargo, las mayores longitudes de plúmula se encontraron a 30°C.

En el segundo experimento se utilizaron bolsas de polietileno de 2 grosores diferentes como sustrato (0,17 y 0,04 mm) y las mismas 3 temperaturas. No se encontró diferencias entre los tipos de bolsa y la respuesta a la temperatura fue similar a la del primer experimento.

En el tercer experimento se utilizaron 6 diferentes sustratos para la germinación (3 en bandejas: con arena, serrín y entre 2 láminas de polietileno, y 3 en bolsa de polietileno: con arena, serrín y sin sustrato adicional). Se obtuvieron buenos resultados con la mayoría de los sustratos excepto con las

bolsas con serrín y en bandejas entre 2 láminas de polietileno, principalmente debido a dificultades en el control de la humedad. Los valores más altos en longitud de la radícula fueron encontrados en bandejas con arena o con serrín.

LITERATURA CITADA

- ALMEYDA, N.; MARTIN, F. 1981. The pejibaye. / n Cultivation of neglected tropical fruits with promise. Ed. by U.S. Department of Agriculture. 10 p.
- CHIN, H.F.; ROBERTS, E.H. 1980. Recalcitrant crop seeds. Kuala Lumpur, Malaysia, Tropical Press SDN-BHD. 152 p.
- COATES-BECKFORD, P.L.; CHUNG, P.C. 1987. A study of the germination, disease symptoms and fungi associated with pejibaye seed. Seed Science and Technology 15:205-218.
- FENERDA, J.D. 1956. Germination of oil palm seed. Tropical Agriculture 33(1):51-66.
- GAET, R. 1953. Methods of germinating oil palm seeds. Journal of WAIFOR 1:76-87.
- GONZALEZ, G.; DOMINGUEZ, R. 1977. Sistemas de propagación del chontaduro (*Guilielma gasipaes*) Tesis Ing. Agr. Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Nacional de Colombia. 78 p.
- HERRERO, C.G. 1988. Un metodo práctico para germinar cantidades de semillas de pupunha (*Bactris gasipaes* H.B.K.). Brasil. (sin publicar)
- INTERNATIONAL SEED TESTING ASSOCIATION. 1976. International rules for seed testing, rules 1976. Seed Science and Technology 4(1):1-77.
- JORDAN, C.B. 1979. A study of germination and use in twelve palms of northeastern Perú. Seed Science and Technology 14(1):26-32.
- MORA-URPI, J. 1979. Método práctico para germinación de semillas de pejibaye. Asbana 3(10):14-15.
- MORA-URPI, J.; CLEMENT, C.H. 1981. Aspectos taxonómicos relativos al pejibaye (*Bactris gasipaes* H.B.K.) Revista Tropical 29(1):139-142.
- REES, A.R. 1962. High temperature pretreatment and the germination of seed of the oil palm, *Elaeis guineensis* (Jacq.). Annals of Botany 26(104):569-581.
- ROSTON, M.P. 1978. Water impermeable seed dormancy. The Botanical Review 44(3):365-396.
- SURRE, C.; ZILLER, R. 1969. La palma de aceite. Barcelona, Blume. p. 67-77.
- TAYLORSON, R.B.; HENDRICKS, S.B. 1973. Promotion of seed germination by cyanide. Plant Physiology 28:23-27.