

Nota Técnica

TRATAMIENTOS FISICOS Y CON 6--BENCILADENINA PARA INTERRUPIR EL REPOSO EN SEMILLA DE ARROZ (*Oryza sativa* L.) cv. CR-1113 Y CR-5272¹

Jorge Herrera*
Oscar Arias**

ABSTRACT

Physical and 6-Benzyladenine treatments to break dormancy in rice seeds (*Oryza sativa* L.), cv. CR-1113 and CR-5272. Recently harvest rice seeds cv. CR-1113 and CR-5272 were treated with 6-benzyladenine (6-BAP) solutions (0.1 o/o, 0.5 o/o and 1.0 o/o) and with the following physical treatments: (i) 24 h soaked in water at room temperature (approximately 25C), (ii) 24 h dry period at 47 C, (iii) 24 h dry period at 47 C plus 24 h soaked in water at 47 C, (iv) 48 h dry period at 47 C, (v) 48 h soaked in water at 47 C and (vi) dry seeds at room temperature \pm 25 C (Control treatment).

After treated the seeds were placed in a germination chamber (25 C and 98 o/o R.H.) and five days later the seedlings were counted and classified into five categories: normal seedling, abnormal seedling, diseased, dead and hard seeds. Finally the length of the plumule and the primary root was measured.

Abnormal seedlings were obtained with BAP, there was not any significant increase in the number of seedlings and a significant decrease in the number of normal plants was found.

The highest values in the total number of normal seedlings was obtained with the following treatments: iii in cv. CR-1113 and iv cv. CR-5272.

It was found that in treatments with BAP the primary root was reduced in length but the plumule was much longer than the control.

None of the treatments was better than the naturally broken dormancy.

INTRODUCCION

Las semillas de una gran cantidad de plantas cultivadas son incapaces de germinar mientras se encuentran dentro del fruto, adheridas a la planta madre, o por un período después de la maduración y la dispersión de las semillas. El fenómeno fisiológico que controla este comportamiento es el reposo (7)

Roberts (13) define como semilla en reposo aquella que, aunque viable, no germina bajo condiciones de temperatura, agua y contenido de oxígeno apropiados.

Para el agricultor, el período de reposo presenta ventajas de orden práctico, ya que en el campo las condiciones ambientales son generalmente adecuadas para la germinación; sin embargo, ésta no se produce mientras la semilla aún se encuentra en la panoja, esté apilada en el campo o inmediatamente después de la cosecha cuando la semilla tiene un alto contenido de humedad (14).

El reposo puede presentar una serie de problemas si se desea hacer varias siembras durante el

1 Recibido para su publicación el 5 de julio de 1982.

* Centro de Investigaciones en Granos y Semillas, Facultad de Agronomía, Universidad de Costa Rica.

** Centro de Investigaciones Agronómicas, Facultad de Agronomía, Universidad de Costa Rica.

NOTA: La notación C significa: grados centígrados (°C)

año con la semilla proveniente de la cosecha anterior ya que este fenómeno fisiológico, al impedir la germinación inmediata, constituye una limitación para el agricultor, el vendedor y el analista de semillas (12, 14).

Los cultivares de arroz (*Oryza sativa* L.) presentan diferencias marcadas en la duración del período de reposo y en la intensidad de su resistencia a interrumpirla por medios artificiales. Con el fin de uniformar criterios al realizar este tipo de evaluaciones, se considera que se ha interrumpido el reposo cuando el 80 % de las semillas ha germinado (2, 4).

No todas las semillas de arroz presentan reposo, los cultivares japónicos no la poseen, sin embargo, en Costa Rica se utilizan únicamente cultivares índicos que presentan un período de reposo de intensidad y duración variables (14).

En la mayoría de los casos, el reposo se presenta después de que ocurre la maduración del grano (12), por lo que, al cosecharlo antes de que esté totalmente maduro se favorece la interrupción del período de reposo (14).

Bernie, *et al* y Toole citados por Roberts (13), sugieren que existe una relación muy estrecha entre el período de reposo y la viabilidad, ya que se ha encontrado evidencia experimental que sugiere que una mayor intensidad y duración del reposo redundan en un período mayor de viabilidad.

En general, se pueden establecer siete causas principales para que se presente reposo en la semilla: a) embriones rudimentarios, b) embriones fisiológicamente inmaduros, c) resistencia mecánica de la cubierta de la semilla, d) cubiertas impermeables a gases o al agua, e) presencia de inhibidores químicos en la semilla, f) combinación de varias de las anteriores y por último, g) inducción de latencia secundaria (7, 12, 14).

Existen algunas controversias acerca de las causas del reposo en el arroz; algunos autores (1, 13) descartan la posibilidad de cubiertas impermeables, aunque, un estudio reciente (9) parece corroborar que en el arroz existe impermeabilidad de la cubierta seminal. Asimismo, se ha señalado como causante del reposo en el arroz la presencia de sustancias inhibitorias de la germinación en las cascarillas (2), aunque esta teoría se encuentra

prácticamente descartada en la actualidad.

La duración del período de reposo se ve afectada por algunos factores, tales como la humedad a la cual se cosecha el grano (2), ya que las humedades altas aseguran un período de reposo corto, asimismo, la temperatura de almacenamiento es importante, porque diferentes temperaturas pueden acelerar la actividad de los procesos metabólicos en la semilla (2, 14) o inducir latencia secundaria (3).

Existen varios tratamientos para interrumpir el período de reposo en el arroz, Ikebashi (9) logró aumentar el porcentaje de germinación removiendo las cubiertas seminales, sin embargo, este método tiene el inconveniente de que en estas condiciones la semilla es fácilmente atacada por microorganismos (2).

El tratamiento con temperatura también se ha usado con buenos resultados para acortar el reposo en el arroz (2), constituye una recomendación práctica para pruebas rutinarias en análisis de calidad de semilla de acuerdo con las Reglas de la International Seed Testing Association (8).

Entre los métodos químicos que se han utilizado para interrumpir el reposo en arroz, están las sustancias inorgánicas como el nitrato de potasio (12), inmersiones en ácido nítrico (1) y en 2-cloroetanol e hipoclorito de sodio (4). Asimismo, el uso de hormonas vegetales ha dado buenos resultados en varias especies vegetales, entre éstas se encuentra la 6-benciladenina (10).

El objetivo de este trabajo fue el de estudiar tratamientos físicos y con 6-benciladenina que permitiera desarrollar un método de fácil aplicación para acortar el período de reposo en el arroz (*Oryza sativa* L.), cultivares CR-1113 y CR-5272, facilitando así las labores de análisis de calidad.

MATERIALES Y METODOS

Este trabajo se realizó en las instalaciones del Centro para Investigaciones en Granos y Semillas de la Universidad de Costa Rica. Se utilizaron los cultivares CR-1113 y CR-5272, que son los que se usan más extensivamente en nuestro país durante los últimos años. Las muestras se tomaron de un lote de semilla certificada y los tratamientos se

Cuadro 1. Promedio de plántulas normales, anormales y totales de arroz (*Oryza sativa* L.) de los cultivos CR-1113 y CR-5272 sometidos a distintos tratamientos para interrumpir el reposo.

	Testigo	6 BAP 0,1 0/o	6 BAP 0,5 0/o	6 BAP 1,0 0/o	24 h. (± 25 C) Agua	24 h. 47 C Seco	24 h. seco, 24 h. Agua 47 C	48 h. 47 C Seco	48 h; 47 C Agua	
Normales	CR-1113	6,25	0,00	0,00	0,00	6,25	8,50	12,75	0,00	0,00
	CR-5272	5,50	0,00	0,00	0,00	4,00	14,00	26,50	57,50	0,25
Anormales	CR-1113	13,25	9,25	14,50	16,75	10,50	21,00	62,75	42,50	26,50
	CR-5272	7,25	20,00	16,50	15,25	10,00	16,50	38,25	16,50	1,50
Total	CR-1113	19,50	9,25	14,50	16,75	16,75	29,50	75,50	42,50	26,50
	CR-5272	12,75	20,00	16,50	15,25	14,00	30,50	64,75	74,00	1,75

realizaron dos días después de la cosecha. La semilla sin procesar se sometió a una limpieza preliminar para separar impurezas tales como: cascarillas, semillas de malezas, trozos de tejidos vegetativos y fracciones de semillas.

Los tratamientos realizados fueron los siguientes: 6-benciladenina (6-BAP) en concentraciones de 0,1, 0,5 y 1,0 0/o y los tratamientos físicos de 24 horas a temperatura ambiente (± 25 C) en agua, 24 horas a 47C en seco, 24 horas en seco y 24 horas en agua a 47C, 48 horas a 47C en seco y por último, 48 horas a 47C en agua. Las semillas que sirvieron como testigo se mantuvieron en seco a las condiciones de temperatura del laboratorio (± 25 C).

Inmediatamente después de cada tratamiento se realizó una prueba de germinación utilizando 400 semillas (8), colocadas en grupos de 50 sobre papel de germinación, luego arrolladas y puestas en una cámara de germinación a 25C y 98 0/o de humedad relativa con 12 horas de luz y 12 horas de oscuridad durante cinco días. Al cabo de este período de tiempo se evaluaron las siguientes variables: total de plántulas germinadas, semilla dura, semilla muerta, plántulas normales, plántulas anormales, longitud de la plúmula y longitud de la radícula.

RESULTADOS

El análisis del porcentaje de plántulas normales obtenidas con cada tratamiento (Cuadro 1) muestra que en el tratamiento con 6-BAP no hubo plántulas normales en ambos cultivares; lo mismo sucedió con el cultivar CR-1113 con los tratamientos de 48 horas a 47C en seco y 48 horas a 47C en agua, que tuvieron por el contrario un efecto nocivo sobre el desarrollo de las plántulas normales, ya que el testigo fue superior en ambos casos.

El mayor porcentaje de plántulas normales (57,5 0/o) se obtuvo con el tratamiento de 48 horas a 47C en seco, en el cultivar CR-5272, lo cual contrasta con lo ya apuntado acerca de lo ocurrido en el cultivar CR-1113, que a su vez obtuvo su mayor porcentaje de plántulas normales con el tratamiento de 24 horas en seco y 24 horas en agua a 47C, aunque este valor fue únicamente del 12,75 0/o. No hubo diferencia entre el testigo y el tratamiento de 24 horas en agua a temperatura ambiente (± 25 C); valores intermedios se obtuvieron cuando se colocaron las semillas 24 horas a 47C en seco, todo esto en ambos cultivares. En el cultivar CR-5272 el tratamiento de 24 horas en seco y 24 horas en agua a 47C presentó también un valor intermedio (26,5 0/o) entre el testigo y el tratamiento de 48 horas a 47C en seco.

El análisis del número de plántulas anormales (Cuadro 1) muestra que los mayores porcentajes se produjeron con el tratamiento de 24 horas en seco y 24 horas en agua a 47C.

Excepto en el tratamiento de 48 horas a 47C en seco, en el cultivar CR-5272, todos los valores obtenidos son superiores al número de plantas normales. En todos los tratamientos con 6-BAP en ambos cultivares, y en el cultivar CR1113 los tratamientos de 48 horas a 47C en seco y 48 horas a 47C en agua la totalidad de las plántulas se clasificaron como anormales.

En el Cuadro 1 se observan los valores obtenidos en el análisis del total de plántulas producidas. En el cultivar CR-1113 los mejores resultados se obtuvieron con el tratamiento de 24 horas en seco y 24 horas en agua a 47C, que produjo valores de 75,5 o/o de plántulas, mientras que en el cultivar CR-5272 se obtuvo 64,75 o/o. En el tratamiento de 48 horas a 47C en seco los resultados fueron contrarios, obteniéndose los mayores resultados en el cultivar CR-5272 (74 o/o) y los más bajos en el cultivar CR-1113 (42 o/o). Con relación al testigo, los demás tratamientos no mostraron ningún efecto positivo en el número total de plantas obtenidas. Por el contrario, se encontró que el tratamiento de 48 horas a 47C en agua en el cultivar CR-5272 fue perjudicial, ya que disminuyó significativamente el número de plántulas obtenidas (1,75 o/o). El tratamiento con 6-BAP no fue efectivo en ninguna de las concentraciones en ambos cultivares. El cultivar CR-1113 presentó un reposo más marcado que el cultivar CR-5272, ya que el testigo del primero tuvo 19,5 o/o de plántulas germinadas y el segundo 12,75 o/o. Valores intermedios para ambos cultivares se obtuvieron con el tratamiento de 24 horas a 47C en seco.

En el análisis de semilla muerta (Cuadro 2) se observa que ninguno de los tratamientos aumentó significativamente el número de semillas muertas, sino que por el contrario, algunos tratamientos redujeron significativamente el número. El porcentaje de semilla dura se redujo apreciablemente en ambos cultivares en los tratamientos de 48 horas a 47C en seco, el de 24 horas en seco y 24 horas en agua a 47C y el de 24 horas en seco a 47C. En el cultivar CR-1113 el tratamiento de 48 horas a 47C también mostró una disminución en el número de semillas duras. En los demás tratamientos

los resultados fueron variables aunque no hubo diferencias marcadas con los testigos.

En el Cuadro 3, se observa que ambos cultivares tuvieron un comportamiento muy diferente en el crecimiento tanto de la parte aérea como de la radícula. En el cultivar CR-5272 se obtuvo que la longitud de la plúmula aumentó significativamente en el tratamiento con 6-BAP 0,1 o/o y el de 48 horas en seco a 47C, en el cultivar CR-1113 los mayores resultados se obtuvieron con los tratamientos de 6-BAP 1,0 o/o y el de 24 horas en seco y 24 horas en agua a 47C. La longitud de la plúmula disminuyó significativamente en el cultivar CR-1113 con el tratamiento de 48 horas a 47C en seco y en ambos cultivares con el tratamiento de 48 horas a 47C en agua. En el análisis de la longitud de la radícula se observa que todos los tratamientos con 6-BAP presentan valores menores que en el testigo así como los tratamientos de 48 horas a 47C en agua en ambos cultivares y el de 48 horas a 47C en seco en el cultivar CR-1113. Valores superiores a los obtenidos por el testigo fueron obtenidos únicamente en el cultivar CR-5272 en los tratamientos de 24 horas a 47C en seco y el de 48 horas a 47C en seco. Los demás tratamientos produjeron resultados muy similares al testigo.

DISCUSION

Del análisis del número total de plántulas germinadas en este trabajo, se obtuvo que ambos cultivares tienen diferentes reacciones a los tratamientos aplicados, ya que el mejor resultado se obtuvo con el tratamiento de 24 horas en seco y 24 horas en agua a 47C en el cultivar CR-1113, mientras que en el CR-5272 se obtuvo los mejores resultados con el tratamiento de 48 horas a 47C en seco. Esto coincide con lo encontrado por otros autores (4, 14), que señalan la existencia de diferencias marcadas entre cultivares en la duración e intensidad del reposo, asimismo, se señala que los cultivares reaccionan diferente a los distintos tratamientos para interrumpir dicho estado fisiológico.

Ninguno de los tratamientos efectuados dio resultados satisfactorios ya que en el mejor de los casos el porcentaje de semilla (en reposo) fue de 16 o/o en CR-1113 y 25 o/o en CR-5272, lo cual

Cuadro 2. Promedio de semillas muertas y semillas duras de arroz (*Oryza sativa* L.) de los cultivares CR-1113 y CR-5272 sometidas a distintos tratamientos para interrumpir el reposo.

		Testigo	6 BAP 0,1 ‰	6 BAP 0,5 ‰	6 BAP 1,0 ‰	24 h. ($\pm 25^{\circ}\text{C}$) Agua	24 h. 47 C Seco	24 h. seco, 24 h. Agua 47 C	48 h. 47 C Seco	48 h; 47 C Agua
Semilla muerta	CR-1113	7,75	4,25	4,00	3,75	4,75	3,75	8,50	3,50	7,30
	CR-5272	5,00	6,25	5,75	4,25	0,75	2,00	1,50	0,50	8,50
Semilla dura	CR-1113	72,50	86,50	81,50	79,50	78,50	66,75	16,00	54,00	66,20
	CR-5272	82,25	73,25	74,75	80,50	85,25	67,50	33,75	25,50	89,75

Cuadro 3. Longitud promedio de la plúmula y la radícula en plántulas de arroz (*Oryza sativa* L.) de los cultivares CR-1113 y CR-5272 sometidas a distintos tratamientos para interrumpir el reposo.

		Testigo	6 BAP 0,1 ‰	6 BAP 0,5 ‰	6 BAP 1,0 ‰	24 h. ($\pm 25^{\circ}\text{C}$) Agua	24 h. 47 C Seco	24 h. seco, 24 h. Agua 47 C	48 h. 47 C Seco	48 h; 47 C Agua
Longitud plúmula	CR-1113	13,5	13,5	12,0	16,0	13,4	10,0	18,5	2,4	5,1
	CR-5272	11,7	18,2	14,3	12,8	14,0	14,1	15,3	18,2	3,7
Longitud radícula	CR-1113	50,2	3,4	6,4	18,4	46,7	45,4	44,1	28,2	23,7
	CR-5272	47,3	8,0	4,6	3,4	45,4	59,0	39,6	68,9	5,4

contrasta con los resultados obtenidos en una nueva prueba de germinación, con esta misma semilla; al cabo de dos meses de estar almacenada en condiciones de laboratorio ($\pm 25^{\circ}\text{C}$), en la cual se obtuvo como promedio para ambos cultivares 4,5 ‰ de semilla dura y 90 ‰ de semilla germinada. El período de reposo en ambos cultivares parece tener una duración muy similar, ya que semillas almacenadas bajo condiciones ambientales idénticas, presentan un máximo número de plantas germinadas aproximadamente en la misma época. En general, se ha encontrado que el período de reposo en las especies silvestres es más prolongado que en las cultivadas (4), en las cuales únicamente quedan vestigios de sus características ancestrales.

El uso de algunos tratamientos además de no producir un resultado beneficioso produjo efectos nocivos al reducir el número de plántu-

las normales, lo cual no es deseable, ya que es esta variable la que se puede utilizar para tener una idea aproximada del comportamiento de la semilla en el campo (5), ya que se ha definido una plántula normal como aquella que presenta la capacidad para continuar su desarrollo en planta normal cuando se la cultiva en suelo de buena calidad y bajo condiciones favorables de humedad, temperatura e iluminación. La presencia de plántulas anormales se debió en este experimento a un desarrollo deficiente de la parte aérea, de la raíz o a la no producción de raíces secundarias. Todos los tratamientos con 6-BAP produjeron deformaciones de la raíz, con un desarrollo pobre de la misma y ausencia de raíces secundarias. Los tratamientos físicos que produjeron resultados nocivos en el número de plántulas normales, manifestaron su efecto en un desarrollo pobre de la parte aérea.

En vista de que ninguno de los tratamientos

incrementó significativamente el número de semillas muertas, se puede concluir que no hubo ningún efecto negativo de estos tratamientos sobre la viabilidad de la semilla. Esto coincide con lo apuntado por varios autores (2, 10, 11) que recomiendan el uso de dichos tratamientos en otras especies, en donde se han obtenido mejores resultados, y deja planteada la hipótesis de que el control del reposo y la germinación en arroz están controlados por múltiples factores de naturaleza endógena, en donde además de las citocinas, probablemente las giberelinas juegan un papel importante (10).

RESUMEN

Semilla de arroz (*Oryza sativa* L.), de los cultivares CR-1113 y CR-5272 fue tratada con soluciones de 6-benciladenina (6-BAP) a las concentraciones de 0,1 o/o, 0,5 o/o y 1,0 o/o y con los siguientes tratamientos físicos: 24 horas a temperatura ambiente (aproximadamente 25 C) en agua, 24 horas en seco y 24 horas en agua a 47 C, 48 horas en seco a 47 C, 48 horas en agua a 47 C y un tratamiento testigo en que la semilla se mantuvo al ambiente aproximadamente a 25 C.

Las semillas se colocaron en una cámara de germinación (25 C y 98 o/o H.R.) y cinco días después se hizo un recuento de germinación en el cual se separaron cinco categorías: plántulas normales, plántulas anormales, plántulas enfermas, semilla muerta y semilla dura. Con el fin de evaluar el vigor de las plántulas se midió la longitud de la plúmula y de la raíz primaria.

Los tratamientos con 6-BAP no produjeron plántulas normales, así como tampoco aumentaron significativamente el número de plántulas producidas. Lo mismo, sucedió en el cultivar CR-1113 con el tratamiento de 48 horas a 47 C en seco y el de 48 horas a 47 C en agua, aunque en estos casos sí ocurrió una reducción drástica del número de plántulas normales. El mayor porcentaje de plántulas normales y totales se obtuvo en el cultivar CR-1113 con el tratamiento de 24 horas en seco y 24 horas en agua a 47 C y en el cultivar CR-5272 con el tratamiento 48 horas a 47 C en seco. En plántulas anormales los mayores resultados se obtuvieron con el tratamiento de 24 horas en seco y 24 horas en agua a 47 C. Ninguno de los tratamientos aumentó sig-

nificativamente el número de semillas muertas.

El análisis del vigor fue errático en el caso de algunos de los tratamientos con 6-BAP, ya que aunque la longitud de la parte aérea aumentó considerablemente, el desarrollo de la raíz primaria fue muy bajo. Valores superiores a los obtenidos por el testigo fueron obtenidos únicamente en el cultivar CR-5272 en los tratamientos de 24 horas a 47 C en seco y el de 48 horas a 47 C en seco.

LITERATURA CITADA

1. AGRAWAL, P.K. y NANDA, J.S. A note on dormancy in rice. *Rice* 22:325. 1969.
2. ALZUALDE, G. Evaluación comparativa de métodos para romper el reposo en semilla de arroz (*Oryza sativa* L.) cultivar CR-1113. Tesis Ing. Agr. San José, Costa Rica, Universidad de Costa Rica, Facultad de Agronomía. 1976. 29 p.
3. CARVALHO, N. y NAKAGAWA, J. Sementes: ciencia, tecnologia e produção. Campinas, Fundação Carguill. 1980. pp. 120-138.
4. DELOUCHE, J. y THI NGUYEN, N. Methods for overcoming seed dormancy in rice. *Proceeding of the Association of Official Seed Analysts* 54:41-49. 1964.
5. ESPAÑA. MINISTERIO DE AGRICULTURA. DIRECCION GENERAL DE LA PRODUCCION AGRARIA. Manual para evaluación de plántulas en análisis de germinación. Trad. de Bekendam, J. y Grols, R. Handbook for seedling evaluation. Madrid, Instituto Nacional de Semillas y Plantas de Vivero. 1980. pp. 4-22.
6. GASPAR, S., FASEKOS, J. y PETHO, A. Effects of gibberelic acid (GA₃) and prechilling on breaking dormancy in cereals. *Seed Science and Technology* 3(2):555-565. 1975.
7. HARTMAN, H. y KESTER, D. Plant propagation; principles and practices. 3 ed. New Jersey, Prentice Hall, 1975. pp. 108-145.
8. INTERNATIONAL SEED TESTING ASSOCIATION. International rules for seed testing. *Proceedings of the International Seed Testing Association* 31(1). 1966. 152 p.
9. IKEHASHI, H. Dormancy formation and subsequent changes of germination habits in rice

- seeds. *Tropical Agriculture Research Center (Japan)* 9(1):8-12. 1975.
10. KAHN, A.A. Cytokinins: Permissive role in seed germination. *Science* 171:853-859. 1971.
 11. MAYER, A.M. y POLSAKOFF-MAYBER, A. The germination of seed. New York, Mac Millan, 1963. pp. 61-100. (International Series of Monographs on Pure and Applied Biology).
 12. POINIGIS, F. Fisiologia da semente. Brasilia, Ministerio de Agricultura, 1977. pp. 75-96.
 13. ROBERTS, E.H. Dormancy: a factor affecting seed survival in the soil. *In* Roberts, E.H. Viability of seeds. London, Chapman and Hall, 1972. pp. 321-559.
 14. UNIVERSITY OF THE PHILIPINES. ESCUELA DE AGRICULTURA. Cultivo del arroz, manual de producción. México, Limusa, 1975. pp. 65-75.
 15. VILLIERS, J.A. Seed dormancy. *In* Kozlowski, T. Seed Biology. New York, Academic Press, 1972. V. 2, pp. 220-282. (Physiological Ecology, A Series of Monographs, tests and treatises).