

EFFECTO DEL TIEMPO DE BLANQUEADO DEL ARROZ EN LA SOBREVIVENCIA DE *Rhyzopertha dominica*, EN LA REMOCION DE LAS CAPAS EXTERNAS Y EN EL PORCENTAJE DE GRANO QUEBRADO/¹*

Manuel Zeledón ^{2/**} y Victoria Corrales^{***}

RESUMEN

Se estudió el efecto del tiempo de blanqueado del arroz sobre la sobrevivencia de *Rhyzopertha dominica* F. (Coleoptera, Bostrichidae), cuyas larvas se desarrollan dentro de los granos de este cereal. Se utilizó un lote infestado de arroz en cáscara, tipo largo, con el que se prepararon sublotos de 1 kg de grano limpio, los cuales fueron descascarados separadamente; a cada sublote se le aplicó uno de los tiempos de blanqueado evaluados: 0, 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35 y 40 seg. En todos los tratamientos se utilizó un blanqueador Mc Gill No. 3. Luego del blanqueado y pasado un período de incubación no menor de 46 días, se determinó el número de insectos sobrevivientes en cada muestra. El descascarado del arroz, por sí solo, causó un 80% de mortalidad en los insectos; con 30 seg o más de blanqueado no hubo sobrevivencia. Esto es importante porque 30 seg en el blanqueador de laboratorio corresponde aproximadamente al tiempo de blanqueado utilizado en forma comercial en la elaboración del arroz en Costa Rica. Colateralmente a este análisis, se estimó el porcentaje del peso total que se pierde con la remoción de las capas externas del arroz (índice de extracción) durante el blanqueado y el porcentaje de grano quebrado en cada tratamiento. La mayor parte de las capas fueron removidas durante los primeros segundos del blanqueado; y los incrementos en el índice de extracción decrecieron conforme aumentó el tiempo de blanqueado. Se concluyó que los diferentes tiempos de blanqueado evaluados no afectaron significativamente el porcentaje de granos quebrados. Se recomienda que la evaluación se repita con lotes de arroz infestados con otras especies de insectos de infestación interna.

ABSTRACT

Effect of the pearling time of brown rice on survival of *Rhyzopertha dominica*, on the elimination of external layers, and on the percentage of broken kernels. The relationship between the pearling time of brown rice and survival of *Rhyzopertha dominica* F. (Coleoptera, Bostrichidae) immature stages was studied. One-kg sublots of clean long rice were dehusked and individually pearled during 0, 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35 or 40 seconds. A Mc Gill N°3 pearler was used. After pearling and an incubation period of not less than 46 days, the number of live or dead adults in the milled samples was registered. Dehusking alone killed more than 80% of the insects in rough rice; also, with 30 sec or more in the pearler none of the insects survived. With 30 sec in the laboratory pearler used, a degree of milling is obtained which corresponds closely with the one most commonly offered to the public in the costarrican rice market. As pearling time increased, the removal of external layers increased at a decreasing rate; most of the layers were removed during the first seconds of the pearling process. The pearling time did not affect significantly the percentage of broken kernels. It is recommended that similar tests be conducted with rice infested with other primary insect pests.

1/ Recibido para publicación el 1 de noviembre de 1996.
2/ Autor para correspondencia.

* Parte de la tesis de Licenciatura presentada por la coautora ante la Escuela de Fitotecnia, Facultad de Agronomía, Universidad de Costa Rica.

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

*** Colegio Saint Clare. Moravia, San José, Costa Rica.

INTRODUCCION

A diferencia de otros cereales, el arroz se consume preferentemente como grano entero. Esta es la fracción más valiosa y llega a alcanzar en ocasiones el doble o más del valor de los granos quebrados. La apariencia y el brillo de los granos enteros elaborados, dados mediante los procesos de blanqueado y pulido, deben estar de acuerdo con los requerimientos de los consumidores, pero dependen también de las características propias del cultivar y del tipo, estado y forma como se utilicen los blanqueadores y los pulidores (Lizarazo et al. 1971). Angladette (1975) define los blanqueadores como los equipos encargados de remover las capas de salvado y aleurona que recubren el arroz integral o moreno; y las pulidoras, los equipos que eliminan pequeñas partículas de harina que quedan adheridas al grano ya blanqueado, dándole así un aspecto lustroso.

Algunos insectos que atacan el arroz almacenado pueden causar incrementos en el contenido de granos partidos. El daño por la acción de estos insectos produce pérdidas de peso cuantiosas.

En arroz en cáscara, el método de control de insectos más usado es la aplicación de fumigantes. El alto costo de las fumigaciones obliga a racionalizar su utilización al máximo. Este método no siempre es efectivo por deficiencias en la aplicación, y no previene subsiguientes infestaciones puesto que no tiene efecto residual. Como consecuencia de esto, el arroz en cáscara que se envía para el beneficio (o sea, para limpiar, descascarar, blanquear, pulir, etc.), no siempre está libre de plagas.

Las plagas cosmopolitas más destructivas que atacan el arroz almacenado son el pequeño barrenador de los granos (*Rhyzopertha dominica* F. (Coleoptera: Bostrichidae)), el gorgojo del arroz (*Sitophilus oryzae* L. (Coleoptera: Curculionidae)), y la polilla dorada (*Sitotroga cerealella* Olivier (Lepidoptera: Gelechiidae)) (Schroeder y Calderwood 1972, Dell'Orto y Arias 1985). Todas éstas son llamadas especies de infestación interna, dado que sus estados larvales se desarrollan dentro de los granos.

Existen otras especies, también destructivas, pero que son de infestación externa o secundarias; algunas de éstas pertenecen a los géneros *Tribolium* (Coleoptera: Tenebrionidae) y *Cryptolestes* (Coleoptera: Cucujidae).

Se sabe, por experiencia, que durante el beneficio del arroz, específicamente en las etapas de blanqueado y pulido en las que se remueven las capas externas de los granos para darle el brillo y la apariencia que exige el mercado, se logra eliminar muchos de esos insectos. Sin embargo, sobre la efectividad del blanqueado y pulido como método para la eliminación de los insectos, no se ha podido encontrar información. A nivel industrial, si se conociera el grado de pulido mínimo capaz de desinfestar los granos de arroz, se le podría utilizar como medida para evitar las pérdidas de diversa índole que en ocasiones ocurren durante el almacenamiento del arroz procesado. También, se podrían evitar las fumigaciones realizadas poco antes del beneficio, que podrían llegar a considerarse innecesarias si se encontrase un tratamiento de pulido eficaz para controlar infestaciones, que a la vez fuese viable económicamente.

Con el propósito de generar información en este campo y por considerar que sería de utilidad a la industria arrocera, se realizó el presente trabajo, cuyo objetivo principal fue relacionar diferentes tratamientos de tiempo de blanqueado del arroz con la sobrevivencia de insectos primarios. Como objetivos secundarios, se analizó el efecto de los tratamientos sobre la pérdida de peso del grano y sobre los incrementos en grano quebrado, puesto que dichos tratamientos podrían perjudicar los rendimientos y la calidad del arroz producido.

MATERIALES Y METODOS

Esta investigación se realizó en las instalaciones del Centro de Investigaciones en Granos y Semillas (CIGRAS) de la Universidad de Costa Rica. Se sometieron muestras de arroz en cáscara infestado a diferentes tiempos de blanqueado y se evaluó, en el grano elaborado (arroz pilado): a) la sobrevivencia de insectos de infestación interna; b) la pérdida de peso, utilizando el método desarrollado por Arrieta (1994); c) el efecto sobre el porcentaje de grano quebrado.

Se trabajó con un lote de 100 kg de arroz en cáscara proveniente de Liberia, Guanacaste, el cual se colocó en una cámara con humedad relativa y temperatura controlada, para favorecer el aumento de la población de insectos. El arroz utilizado fue de tipo largo, cuya identidad varietal era desconocida, pues se obtuvo de un silo comercial.

Tanto para la proliferación de los insectos en el lote de arroz como para el mantenimiento de las unidades experimentales después de efectuados los tratamientos, se utilizó una cámara cuya temperatura osciló entre 26 y 28°C, con humedad relativa entre 68 y 74%, respectivamente.

El arroz en cáscara se muestreó cada semana durante 3 meses, para determinar el número y el tipo de los insectos presentes. Durante este período, se observó que la población de *R. dominica* aumentaba y que el número de *S. oryzae* disminuía, con respecto a los conteos iniciales. Por tal motivo, se inocularon los lotes con adultos de *S. oryzae*. Además, se aumentó la humedad relativa en la cámara a 80% para incrementar la humedad del grano y con esto mejorar las condiciones para el desarrollo de los insectos. Se deseaba una población mínima de 100 adultos vivos/kg antes de iniciar los tratamientos. Sólo *R. dominica* alcanzó esa densidad poblacional; los gorgojos (*S. oryzae*) prácticamente desaparecieron. Posiblemente, el predominio de *R. dominica* sobre *Sitophilus* se relacione con su comprobada capacidad para sobrevivencia en granos con humedades muy bajas (Dell'Orto y Arias 1985).

La limpieza del arroz en cáscara se realizó en un equipo Carter Dockage Tester, estilo XT2, con las cribas N°28, 25 y 22. Para el descascarado se utilizó un equipo Mc Gill (Mc Gill Sheller), calibrado según las indicaciones del fabricante. Los pesos se determinaron con una precisión de 0.01 g.

Para someter el arroz a los diferentes tratamientos, se utilizó una blanqueadora de laboratorio Mc Gill N°3, marca Rapsco Miller, con una pesa de 0.9 kg en el brazo de presión. Los diferentes tratamientos de blanqueado se ajustaron accionando el interruptor de electricidad. Después de esto, el arroz se introdujo en envases plásticos, en los que se enfrió lentamente.

Unidades experimentales y tratamientos de blanqueado

Bloques del 1 al 5. Cada unidad experimental estuvo conformada inicialmente por 1.1 kg de arroz en cáscara infestado a razón de 112 adultos *R. dominica* vivos/kg; en total se prepararon 45 unidades experimentales.

Inicialmente, las unidades fueron limpiadas mecánicamente para remover, entre otras cosas, adultos de las especies de infestación interna y las larvas y los adultos de los insectos secundarios;

seguidamente, se descascararon. Luego, se ajustó el peso de cada una a 800 g de arroz descascarado (arroz integral). Se seleccionaron al azar 40 de las 45 unidades para aplicarles los tratamientos de tiempo de blanqueado; las 5 restantes se usaron como testigos, una para cada bloque experimental. Los testigos sólo fueron descascarados.

Los tratamientos consistieron en diferentes tiempos de blanqueado, a saber: 0 (descascarado), 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35 y 40 seg.

De cada unidad experimental se separaron 2 muestras de 70 g, una antes y otra después del tratamiento de blanqueado, para determinar el índice de extracción, según la metodología desarrollada por Arrieta (1994). En lo fundamental, ésta consiste en determinar el peso promedio de los granos integrales y el de los blanqueados, enteros y sin quebraduras, y expresar la diferencia como porcentaje del peso del arroz integral. Se utilizó un total de 2250 granos en esta prueba; antes de aplicar los tratamientos, los 70 g de arroz integral se reintegraron a la unidad experimental correspondiente.

Una vez enfriado el grano blanqueado, 300 g de cada unidad experimental se pusieron en un frasco de vidrio de un litro, con tapa metálica perforada y papel filtro para impedir la salida de los insectos; estos frascos se colocaron en la cámara de ambiente controlado junto a los frascos respectivos del arroz en cáscara y el arroz descascarado, y en adelante fueron observados 2 veces por semana para detectar el momento de emergencia de los insectos. A partir de esa fecha, en cada observación se removieron los adultos, para evitar la producción de una nueva generación de insectos en el arroz, lo que se hizo con una criba manual con perforaciones circulares de 0.83 mm de diámetro.

Bloques 6 y 7. Cuando el arroz en cáscara sobrante alcanzó una población de adultos *R. dominica* superior a los 350 adultos vivos/kg, se montaron 2 bloques más del experimento (18 unidades experimentales, de las que 16 se blanquearon y 2 permanecieron como testigo sin cáscara). Estos bloques recibieron los mismos tratamientos que los 5 anteriores; la única diferencia consistió en que desde el inicio la remoción de los insectos se efectuó extendiendo el contenido de cada frasco sobre una superficie limpia, donde seguidamente se capturaban los insectos con pinzas o con un aspirador.

Variables

Las variables evaluadas en cada unidad experimental fueron: 1) número de insectos (larvas) que sobrevivieron los tratamientos y emergieron posteriormente; 2) índice de extracción de las capas externas del arroz; 3) porcentaje de grano quebrado. La evaluación de grano quebrado se hizo con la criba N°12 de un equipo denominado en Inglés "Rice Sizing Device"; se siguieron los procedimientos usuales en esta prueba.

RESULTADOS Y DISCUSION

Sobrevivencia de *R. dominica*

En vista de la desaparición de *Sitophilus*, en el presente trabajo se evaluó únicamente la sobrevivencia de *R. dominica*.

Como se mencionó, el trabajo se inició cuando el arroz en cáscara presentaba 112 adultos vivos de *R. dominica*/kg. Muestras de este mismo arroz puestas a incubar después de haberles removido los adultos con los procesos de limpieza a que fueron sometidas las unidades experimentales, mostraron que contenían en promedio 77.2 insectos inmaduros/300 g de arroz, o al menos ese fue el número que sobrevivió los procesos de limpieza. Arroz con este nivel de infestación de inmaduros fue descascarado y luego

sometido a los tratamientos de tiempo de blanqueado; la sobrevivencia de los insectos a estos tratamientos se presenta en el Cuadro 1.

Los resultados de los bloques 1, 2, 3, 4 y 5 indican, como era de esperarse, que la mayor sobrevivencia se presentó en las unidades testigo, que únicamente fueron descascaradas, o sea, a las que no se les aplicó tratamiento de blanqueado. Aún así, sólo 20% de los insectos, aproximadamente, sobrevivieron el descascarado.

Muy posiblemente, esta relación se da mediante el rompimiento de los granos debilitados en su interior por el desarrollo de las larvas de mayor tamaño y la consiguiente exposición de éstas a la abrasión, o por los efectos de movimiento y golpe que sufren los granos durante el descascarado. Este efecto sobre las poblaciones de *R. dominica* concuerda con lo informado por Ungsunantwiwat y Mills (1979), quienes observaron que la sobrevivencia de *Sitophilus spp* era disminuida por los disturbios causados por el cribado o cernido de los granos.

En cuanto al efecto de los tratamientos, el porcentaje de sobrevivientes en las unidades blanqueadas comparado con el de las unidades descascaradas únicamente, fue significativamente inferior ($p \leq 0.05$). Además, el porcentaje de sobrevivientes disminuyó conforme aumentó el tiempo de blanqueado. La mayor sobrevivencia (menor % de control) se presentó con 5 seg de blanqueado, a saber 3.9% en promedio.

Cuadro 1. Número promedio de adultos *Rhyzopertha dominica* recuperados después del período de incubación que siguió a la aplicación de los tratamientos de tiempo de blanqueado del arroz.

Tratamiento de blanqueado (segundos)	Bloques 1, 2, 3, 4 y 5		Bloques 6 y 7	
	Número de adultos en 300 g	% insectos sobrevivientes*	Número de adultos en 300 g	% insectos sobrevivientes*
Testigos:				
En cáscara	77.2		49.5	
Sin cáscara	15.0	19.4	9.0	18.2
5	3.0	3.9	1.5	3.1
10	1.0	1.3	0.5	1.0
15	0.6	0.8	1.0	2.0
20	0.8	1.0	2.0	4.0
25	0	0	0.5	1.0
30	0	0	0	0
35	0.2	0.3	0	0
40	0	0	0	0

* Con respecto al total recuperado del arroz en cáscara.

Con 25 seg o más de blanqueado no hubo sobrevivencia de insectos, excepto en el tratamiento de 35 seg en el cual apareció un insecto en una de las 5 unidades experimentales. Este resultado se consideró improbable, puesto que en 14 unidades con igual o menor tiempo de blanqueado no hubo sobrevivientes; es posible que el insecto haya permanecido en la criba usada para extraer los adultos de otras unidades experimentales y haya sido erróneamente asignado al tratamiento de 35 seg. Con el propósito de esclarecer este punto, puesto que no se puede descartar que el insecto pudiese haber sobrevivido a este tratamiento, se modificó el procedimiento de conteo de insectos (se prescindió de la criba) y se decidió preparar 2 bloques experimentales más (6 y 7).

La humedad del arroz en cáscara usado en los bloques del 1 al 5 era de 11%. En los bloques 6 y 7 se utilizó el mismo grano cuando la población de adultos vivos de *R. dominica* había aumentado a 365/kg de arroz (fuera de los granos); en ese momento, su humedad había disminuido a 10.8%.

Según se muestra en el Cuadro 1, también en los bloques 6 y 7 el descascarado por sí solo eliminó un alto porcentaje de los insectos, aproximadamente 80%.

La sobrevivencia de insectos en los bloques 6 y 7 se dio hasta el tratamiento de 25 seg de blanqueado, en el que apareció un insecto en el bloque 6 únicamente. Con 30 seg o más de blanqueado no hubo sobrevivientes en estos 2 bloques, al igual que en los 5 primeros (salvo la excepción mencionada anteriormente). Este resultado es significativo, porque con 30 seg de blanqueado con el equipo Mc Gill N°3 se obtiene un grado de elaboración similar al de la calidad comercial más popular en Costa Rica, a saber, arroz con 80% de grano entero, según la experiencia con análisis practicados en el CIGRAS. Por lo tanto, no es necesario blanquear el arroz en exceso para efectos del control de insectos. Además, posiblemente no sea necesario fumigar el arroz antes de su procesamiento, puesto que el blanqueado normalmente practicado en el país eliminaría todos los insectos.

También, se puede deducir de los resultados anteriores que la práctica común de blanquear menos el arroz de las marcas de menor precio que el de las marcas de mayor precio, conlleva un riesgo, por el hecho comprobado en esta

investigación de que es posible la sobrevivencia de insectos. Estos tipos de arroz estarían expuestos a presentar problemas de infestación después del beneficio. Una atención especial requiere la producción de arroz integral (arroz moreno), el que sería recomendable fumigar antes o después del beneficio.

Obviamente, los comentarios anteriores se deben limitar al arroz infestado con *R. dominica*. Conviene realizar pruebas similares con arroz infestado con *Sitophilus oryzae* y *Sitotroga cerealella*, para confirmar los efectos del blanqueado en la sobrevivencia de estas otras especies de infestación interna.

Índice de extracción de las capas externas

El índice de extracción calcula la proporción del peso inicial correspondiente al peso de las capas externas removidas durante el blanqueado del arroz. Aplicando este método desarrollado por Arrieta (1994), se calculó el índice de extracción de cada unidad experimental; el promedio por tratamiento se indica en el Cuadro 2.

La relación entre los tiempos de blanqueado y los índices de extracción fue directa. Sin embargo, con cada aumento en el tiempo, la diferencia entre los índices de un tratamiento y el siguiente fue menor cada vez, o sea, los incrementos fueron decrecientes. Esto es debido, probablemente, a que una vez que las capas externas y las capas de aleurona, que son las más suaves, han sido removidas en su mayor parte, lo que queda expuesto del grano a la acción abrasiva es, mayormente, endospermo mucho más duro y por lo tanto más difícil de remover. Lo anterior explica que la pérdida de peso del grano no se siga dando en una progresión igual que la inicial.

Los tratamientos utilizados para simular la elaboración excesiva, a saber, 35 y 40 seg de blanqueado, causaron pequeñas reducciones de peso (menos de 0.1 %), según lo indican los índices de extracción promedio (Cuadro 2). Esto debe unirse a otro resultado de este trabajo, con el que se demostró que el blanqueado excesivo, como medida de combate de insectos, es prácticamente innecesario. La justificación de su uso se tendría que obtener de la mejoría en la apariencia del grano y del efecto sobre el porcentaje de grano quebrado.

Cuadro 2. Promedio del índice de extracción y porcentaje de grano quebrado en arroz sometido a diferentes tiempos de blanqueado.

Tratamiento (segundos)	Índice de extracción* %	Grano quebrado** %
5	2.64	21.4
10	3.38	22.3
15	3.85	22.1
20	4.39	21.0
25	4.44	20.5
30	4.73	21.0
35	4.79	20.8
40	4.81	22.7

* Promedio de 7 repeticiones.

** Promedio de repeticiones y 3 lecturas por repetición.

Porcentaje de grano quebrado

Los promedios de esta variable (Cuadro 2) presentan muy poca variación entre sí (entre 20.5 y 22.7%). Cabría esperar que el porcentaje de grano quebrado fuera incrementándose conforme aumentaba el tiempo de blanqueado, pero las diferencias observadas no fueron significativas ($P \geq 0.05$), a pesar de que se realizaron siete repeticiones en este ensayo. Las variaciones observadas en los porcentajes de quebrado se pueden atribuir al azar y no al factor evaluado (tiempo de blanqueado).

CONCLUSIONES

- El nivel de infestación inicial en el arroz en cáscara, no afecta la sobrevivencia de *R. dominica* en los tratamientos de tiempo de blanqueado evaluados.
- La eliminación total de los insectos se da con un tiempo de blanqueado de 30 seg o mayor.
- Bajo las condiciones en que se efectuó este experimento, el porcentaje de grano quebrado no fue significativamente diferente para los tiempos de blanqueado evaluados.
- Tiempos de blanqueado mayores de 30 seg producen pequeñas reducciones de peso en el arroz (menos de 0.1%).

RECOMENDACIONES

- Se recomienda realizar ensayos similares con arroz infestado con *Sitophilus oryzae* y *Sitotroga cerealella*, para ampliar el conocimiento sobre la eficacia del proceso de blanqueado como método de control de insectos de infestación interna.
- La sobrevivencia de algunas pocas larvas en el arroz semielaborado (tiempos de 25 o menos seg de blanqueado), indica que el mismo debe considerarse un producto con una corta vida de anaquel, por lo que se recomienda que el arroz semielaborado producido a partir de arroz en cáscara infestado con *R. dominica*, sea fumigado antes de enviarse a los puntos de venta.

LITERATURA CITADA

- ANGLADETTE, A. 1972. Production and utilization of rice. In *Rice; Chemistry and Technology*. Ed. by D.F. Houston. St. Paul, Minnesota, American Association of Cereal Chemists. p.1-15.
- ARRIETA, J.I. 1994. Metodología para estimar la extracción de las capas externas del arroz integral durante la etapa de beneficiado. Tesis Ing. Agr. San José, Costa Rica. Universidad de Costa Rica, Facultad de Agronomía. 82 p.
- DELL'ORTO, H.; ARIAS, C.J. 1985. Insectos que dañan granos y productos almacenados. Santiago, Chile, FAO. 142 p.

LIZARAZO, M.; RODRIGUEZ, C.; UREÑA, P. 1971. El arroz; control en la elaboración y clasificación en blanco. Bogotá, Instituto de Mercadeo Agropecuario (IDEMA). 103p.

SCHROEDER, H.W.; CALDERWOOD, D.L. 1972. Rough rice storage. In Rice; Chemistry and Technology. Edi-

ted by D. F. Houston. Published by American Association of Cereal Chemists, St. Paul, Minn. p. 166-185.

UNGSUNANTWIWAT, A.; MILLS, R. 1979. Influence of medium and physical disturbances during rearing on development and numbers of *Sitophilus* progeny. J. Stored Prod. Res. 15:32-42

