

EFFECTO DE LA RADIACION SOLAR SOBRE ALGUNAS CARACTERISTICAS
FISICOQUIMICAS DEL GRANO DE FRIJOL (*Phaseolus vulgaris* L.).
OBSERVACIONES PRELIMINARES¹ /

A. GARCIA*
R. BRESSANI**

Summary

The present study was carried out in order to confirm the contention made by bean producing farms from a production, storage, processing and consumption survey carried out in Guatemala that extended solar exposure increased common bean hardening or resistance to a rapid cooking. For such a purpose, a sample of recently harvested bean was exposed for several periods of time to solar radiation. The exposed samples were then analyzed for their cooking characteristics and for various chemical components. The results indicated clearly that extended solar exposure increased cooking time. The results also showed a reduction in moisture content and in ammonium oxalate soluble pectins. This preliminary research must be studied in greater detail and alternatives should be developed to reduce water content in the grain after harvest, particularly during the rainy season.

Introducción

Uno de los factores de mayor importancia en cuanto a la aceptabilidad del frijol por parte del consumidor es su facilidad de cocción (8). Esta depende, en cierto grado, de la rapidez del cotiledón para absorber el agua, lo cual, a su vez, está condicionado por la permeabilidad de la cáscara (3). La hidratación del cotiledón favorece la transferencia del calor, que resulta en la rápida cocción del grano, con la consiguiente destrucción de los factores antifisiológicos.

Sin embargo, durante un almacenamiento a alta temperatura y humedad relativa, el grano de frijol se vuelve difícil de cocinar; se reduce la capacidad de absorción de agua y se prolonga el tiempo de cocción (7). El mecanismo que lleva al grano a esta condición no está bien establecido y constituye un problema que requiere una pronta solución, debido a las grandes pérdidas de que se ha informado a causa del grano duro de frijol (5).

En una encuesta sobre producción, manejo poscosecha, mercadeo y consumo de frijol realizada en Guatemala, se les preguntó a los agricultores su opinión sobre el problema del endurecimiento. Se encontró que entre muchos agricultores existe el conocimiento empírico de que la radiación solar induce cambios desfavorables en el frijol, principalmente en lo que respecta al endurecimiento (4). Debido a la constancia de esta aseveración empírica y a la importancia económica del problema, se planteó la hipótesis de que la radiación solar induce cambios en el frijol, que resultan en un incremento en la resistencia a la cocción; demostrarla es el objetivo del presente estudio.

¹ Recibido para publicación el 19 de julio de 1984.
Este proyecto fue financiado por el IDRC (International Development Research Centre, Ottawa, Canada) y el Título XII (Bean/Cowpea Collaborative Research Support Program).

* Coordinador en el INCAP del proyecto colaborativo ICITA (Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas, Guatemala)/ INCAP.

** Jefe de la División de Ciencias Agrícolas, Instituto de Nutrición de Centroamérica y Panamá (INCAP), Guatemala, Guatemala.

Materiales y métodos

Se utilizó frijol negro criollo de la región, recién cosechado, proporcionado por la Finca Experimental del INCAP (1 500 msnm y 25°C de temperatura promedio), y que no había sido expuesto directamente a la radiación solar.

El material fue extendido sobre una superficie plana y sometido a exposiciones solares de 0, 1/4, 1/2, 1, 2 y 4 días, considerando un día de radiación solar el tiempo comprendido entre las 8:00 y las 16:00 horas.

Las muestras así tratadas fueron sometidas a análisis de humedad, índice de absorción de agua, índice de cocción y sólidos totales en el caldo de cocción. Todas las muestras se analizaron en duplicado. Además, considerando que ciertos factores químicos son determinantes en aspectos de cocción, se estableció el contenido de polifenoles, azúcares solubles, sólidos insolubles en alcohol y pectinas solubles en oxalato de amonio.

La humedad se midió por deshidratación a peso constante mediante un horno al vacío a 65°C. Para el índice de absorción de agua se pusieron 25 granos en 150 ml de agua y se midió el cambio de peso al final de 4 horas. El valor se expresó como el incremento en el contenido de agua a partir del contenido inicial de agua en el grano. Para medir el índice del tiempo de cocción, se puso una muestra de 50 granos en 100 cc de agua hirviendo. El índice del tiempo de cocción se tomó contando el número de granos rotos a los 15 minutos. Todo el líquido de cocción restante se evaporó para medir sólidos totales.

El contenido de polifenoles se estimó por el método de Folin-Denis expresado como ácido tánico (6).

Los azúcares solubles se cuantificaron por el método de fenol-sulfúrico (2); los sólidos solubles en alcohol, por extracción en solución alcohólica al 65%, y las pectinas por su solubilidad en oxalato de amonio (1).

Resultados y discusión

El Cuadro 1 resume los cambios en algunas características físicas del grano de frijol sometidas a diferentes tiempos de exposición a la radiación solar, y la Figura 1 describe la relación entre la exposición solar y los cambios físicos del grano que fueron medidos. Conforme la radiación aumenta, se encuentra una reducción en la humedad, lo cual se esperaba. Sin embargo, también se pudo medir una pérdida significativa en la absorción del agua, así como una disminución en la facilidad de cocción por la reducción de granos reventados. Se notó, asimismo, una reducción en los sólidos totales del caldo; esta reducción se asocia a la facilidad de cocción (García Soto A.A., sin publicar). Estos datos vienen a demostrar que la observación de los agricultores es correcta, razón por la cual al cosechar ellos el frijol lo exponen sólo por un tiempo mínimo a la radiación solar para reducir su humedad.

En un intento para comprender el mecanismo de los cambios observados se procedió a realizar algunos análisis químicos, los resultados de los cuales se presentan en el Cuadro 2. Se puede observar que no hubo ningún cambio en taninos; sin embargo, se observó un aumento progresivo en azúcares solubles y no ocurrió ningún cambio en los sólidos totales solubles en alcohol acuoso, y sí una reducción en el contenido de pectina soluble en oxalato de amonio. Estos últimos resultados podrían sugerir, como ya ha sido indicado por otros autores (7), que las pectinas alrededor de las células del cotiledón, al perder humedad, se condensan y hacen menos fácil una rápida

Cuadro 1. Características físicas de los granos sometidos a diferentes tiempos de exposición solar.

Tratamiento	Radiación cal/cm ²	Humedad del grano (%)	Absorción de agua (%)	Granos reventados (%)	Sólidos totales del caldo g/100 ml
1	0	15.2	33.4	20.0	3.98
2	91	13.7	30.4	18.0	3.60
3	204				
4	390	12.0	20.4	8.0	2.00
5	750	12.4	10.5	2.0	1.76
6	1 416	10.7	7.4	4.0	1.78

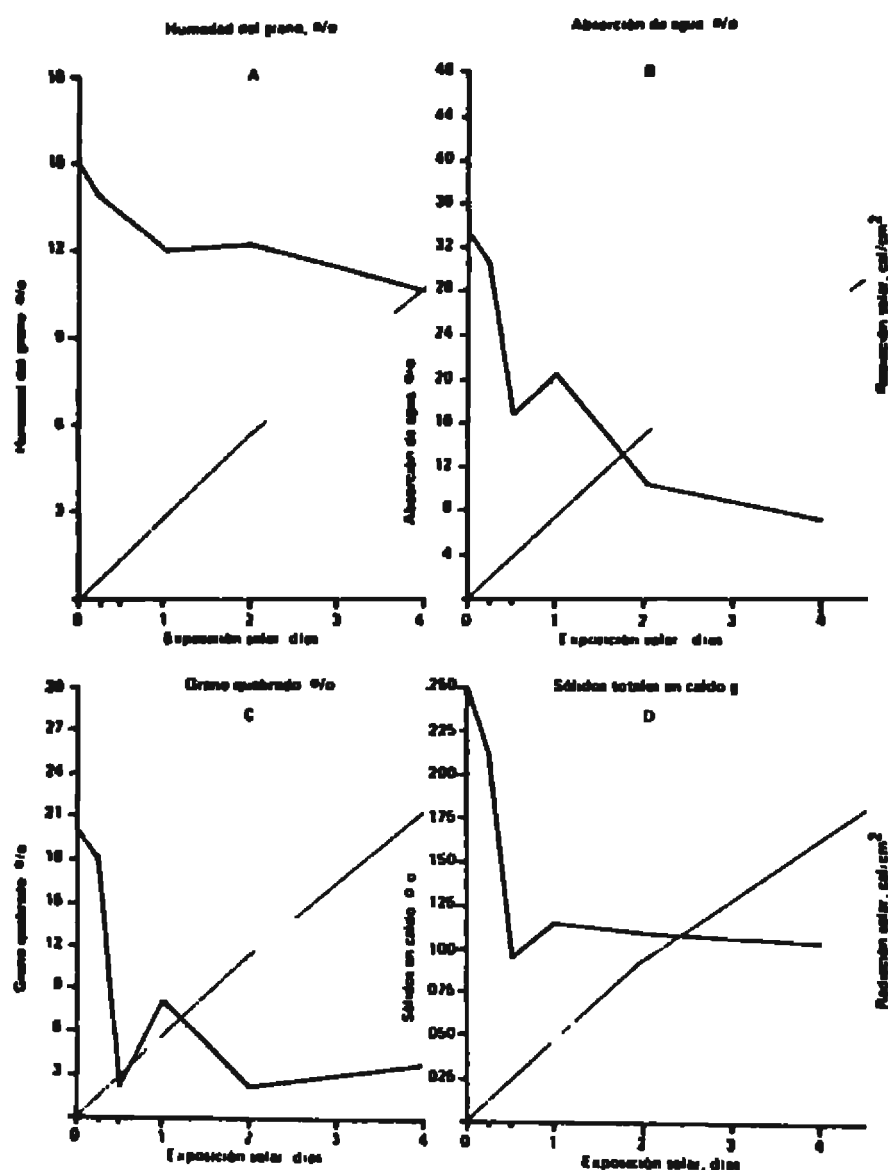


Fig. 1. Efecto de la exposición solar sobre la humedad y absorción de agua del grano y sobre la incidencia de granos quebrados y contenido de sólidos totales del caldo.

absorción de agua. Lo que es difícil de comprender y explicar es el incremento de los azúcares solubles. En todo caso, estas observaciones preliminares deben ser estudiadas más extensamente, para así comprender el mecanismo responsable del endurecimiento del frijol. La hipótesis de que la radiación solar interfiere con la absorción de agua del grano de frijol a través de un probable mecanismo de condensación de pectinas parece estar substantiada por los resultados.

Cuadro 2. Características químicas de granos sometidos a diferentes tiempos de exposición solar.

Tratamiento	Radiación cal/cm ²	Taninos* (%)	Azúcares solubles totales (%)	Sólidos solubles en alcohol (%)	Pectina soluble en oxalato de amonio (%)
1	0	0.86	3.62	13.5	5.77
2	91	0.93	3.91	13.4	5.46
3	204	1.05	4.98	13.3	5.20
4	390	0.97	5.16	13.3	4.69
5	750	0.96	5.85	13.2	4.49
6	1 416	0.96	6.37	12.7	4.43

* Expresados como ácido tánico.

Resumen

El presente estudio se llevó a cabo para confirmar la veracidad de las respuestas obtenidas de agricultores que producen frijol y de las amas de casa, en una encuesta sobre frijol, referente al problema del endurecimiento del grano y su resistencia a la cocción. El estudio trata de confirmar la aseveración de que exposiciones prolongadas a la luz/energía solar se traducen en un grano difícil de cocinar. Para los propósitos del caso, grano de frijol negro recién cosechado fue expuesto al sol durante diferentes períodos. Las muestras así tratadas fueron analizadas por sus características de cocción y por algunos componentes químicos. Los resultados indicaron que, en efecto, la exposición solar reduce la facilidad de cocción del grano. Se notó una pérdida de humedad y de pectinas solubles en oxalato de amoníaco. Es necesario, por consiguiente, hacer estudios más detallados y buscar alternativas económicas y simples para reducir el contenido de agua del grano para su almacenamiento.

Literatura citada

1. AHMED, E. E-D. M. and SCOTT, L. E. Pectic constituents of the fleshy roots of the sweet potato (*Ipomoea batatas*, Lam.). Dissertation Abstracts 17(11):2 349. 1957.
2. DUBOIS, M. *et al.* Colorimetric method for determination of sugars and related substances. Analytical Chemistry 28:350-356. 1956.
3. ELIAS, L. G. Conocimientos actuales sobre el proceso de endurecimiento del frijol. Simposium sobre "El Problema del Endurecimiento del Frijol". XXVII Reunión Anual del Programa Cooperativo Centroamericano para el Mejoramiento de Cultivos Alimenticios (PCCMCA), Santo Domingo, República Dominicana, 1981.

4. GARCIA SOTO, A. A. y BRESSANI, R. Estudio sobre características de producción y consumo de frijol en Guatemala. I. Características de producción y manejo postcosecha. XXVIII Reunión Anual del Programa Cooperativo Centroamericano para el Mejoramiento de Cultivos Alimenticios (PCCMCA), San José, Costa Rica, marzo 22-26, 1982.
5. GARCIA SOTO, A. A. y BRESSANI, R. Estudio sobre características de producción y consumo de frijol en Guatemala. II. Características de almacenamiento y comercialización. XXVIII Reunión Anual del Programa Cooperativo Centroamericano para el Mejoramiento de Cultivos Alimenticios (PCCMCA), San José, Costa Rica, 1982.
6. JOSLYN, M. A. Methods of food analysis. 2nd

ed. New York, Academic Press. 1970, pp. 701-725.

7. MOSCOSO, W. Efecto del almacenamiento a altas temperaturas y alta humedad sobre algunas características físicas y químicas del frijol. XXVII Reunión Anual del Programa Cooperativo Centroamericano para el Mejoramiento de Cultivos Alimenticios (PCCMCA), Santo Domingo, República Dominicana, 1981.
8. NAVARRETE, D. A. y BRESSANI, R. Estudio sobre características de producción y consumo de frijol en Guatemala. III. Características de preparación y consumo a nivel de hogar rural. XXVIII Reunión Anual del Programa Cooperativo Centroamericano para el Mejoramiento de Cultivos Alimenticios (PCCMCA), San José, Costa Rica, 1982.

Reseña de libros

VICKERY, M. L. Ecology of tropical plants. Wiley and Sons. 1984. 170 p.

Esta obra, tal como lo indica la autora en la introducción, es una adaptación para las regiones tropicales de la 3a. edición, de 1974, del libro de autoecología del ecólogo norteamericano, Dr. R. F. Daubenmire. En los primeros cuatro capítulos se analiza someramente la influencia sobre las plantas del suelo, el agua, la radiación y los gases atmosféricos. Luego hay un breve capítulo que muestra un vistazo general sobre los diferentes tipos de vegetación que se presentan en los trópicos, desde el bosque pluvial hasta el desierto. A continuación se incluyen tres capítulos que tratan de las diferentes relaciones bióticas entre plantas y animales y entre las plantas y el hombre. El capítulo final es una innovación con respecto a la obra de Daubenmire, ya que se ofrece un resumen sobre diferentes técnicas y equipos empleados en el estudio de los factores del ambiente físico, preparado por el Dr. John Hall, de la Universidad de Dar es Salaam, Tanzania.

En la contratapa de este libro se indica que éste va dirigido a estudiantes y personas interesadas en ecología, botánica, biogeografía y agricultura de las regio-

nes tropicales. Sin embargo, esta es una obra bastante elemental, que difiere en profundidad, con respecto al libro en que está inspirado. Sin duda, este libro sí podría ser de interés para estudiantes universitarios de países extratropicales, ya que les permitiría formarse una idea somera sobre las condiciones del ambiente tropical. En lo que respecta a los países tropicales, existen ya numerosas obras mucho más profundas que ésta que ofrecen a los estudiantes y técnicos de esas regiones mayor información sobre el ambiente en que viven y trabajan. Sin embargo, el libro también podría servir como referencia en cursos de biología en los trópicos para estudiantes cuyo interés no es estrictamente biológico.

En cuanto a su contenido, hay algunos aspectos que vale la pena comentar. El proceso de sucesión ecológica, tan importante en las regiones tropicales, tanto desde el punto de vista científico como aplicado, se trata en forma muy general. Otro aspecto de la ecología moderna, que se debería haber discutido con mayor amplitud es el concepto de nicho. Por otra parte, en el capítulo de suelos, aunque la autora aclara que el objetivo del libro está muy alejado del entrar en detalles taxonómicos, en el resto del capítulo se emplea una mezcla de sistemas taxonómicos que podría traer cierta confusión al lector.

LUIS A. FOURNIER O.
ESCUELA DE BIOLOGIA
UNIVERSIDAD DE COSTA RICA