

DETERMINACIÓN DE INDICADORES DE CALIDAD EN 11 GENOTIPOS DE LA ESPECIE *Phaseolus vulgaris*, L

Yuliem Mederos[✉] e Inés M. Reynaldo

ABSTRACT. The study of bean grain quality provides huge information to producers and consumers. Bean grain quality is based on determining its chemical, physical and culinary characteristics. The present research was aimed at characterizing a group of 11 bean genotypes from *Phaseolus vulgaris* L, considering their physical characteristics referred to the weight and volume of 100 grains, percentages of seed humidity and coat. Also, culinary characteristics were evaluated according to water uptake capability and cooking time. For the analysis development and data processing, adequate patterns were used in each case besides the statistical package Statgraphics. Results showed that the best red bean varieties, according to cooking time reduction, were Lágrimas rojas, Hatuey 24 and Wacute, whereas the corresponding black bean genotypes were Tazumal, P 2170 and P 456, following the same opinion.

Key words: *Phaseolus vulgaris*, quality, baking characteristics, water uptake

RESUMEN. El estudio de la calidad en el grano de frijol permite brindar una mayor información tanto a productores como a consumidores. La calidad en el grano de frijol está basada en la determinación de sus características químicas, físicas y culinarias. La presente investigación tuvo como objetivo la caracterización de un grupo de 11 genotipos de frijol de la especie *Phaseolus vulgaris* L, teniendo en cuenta sus características físicas, referidas al peso y volumen de 100 granos, los porcentajes de humedad y testa. Asimismo, se evaluaron las características culinarias, representadas por la capacidad de absorción de agua y el tiempo de cocción. Para el desarrollo de los análisis y procesamiento de datos, se emplearon las normas adecuadas en cada caso y se utilizó el paquete estadístico Statgraphics. Los resultados mostraron que las mejores variedades de grano rojo, atendiendo a una reducción del tiempo de cocción, fueron Lágrimas rojas, Hatuey 24 y Wacute; atendiendo al mismo criterio, las correspondientes a los granos de color negro fueron Tazumal, P 2170 y P 456.

Palabras clave: *Phaseolus vulgaris*, calidad, características de la cocción, absorción de agua

INTRODUCCIÓN

En Cuba, comúnmente se conoce que el frijol pertenece a la clase *Dicotyledoneae*, familia *Leguminosae*, género *Phaseolus* y especie *Phaseolus vulgaris* L, de muy amplia utilización en todos los hogares, sin distinción de color, forma o tamaño del grano.

La calidad en el cultivo de frijol generalmente se enfoca a lograr un desarrollo de la tecnología, de forma tal que permita aumentar los rendimientos y la producción de un germoplasma mejorado con alta resistencia a las plagas importantes que afectan de manera particular a estos cultivos (1). Todo ello va unido a la aceptación voluntaria del consumidor en cuanto al tipo de grano y su calidad culinaria.

Como complemento a los criterios anteriores, se encuentra el hecho de que las características o indicadores de calidad del grano son importantes para los consumidores de frijol (2). Por ello, los programas de mejoramiento genético de frijol en diversos lugares del

mundo, principalmente en América, le prestan atención especial a las características físicas, químicas y culinarias del grano como criterios adicionales de selección, al reconocer que la trascendencia de las propiedades del grano influye en su aceptación comercial. Esto ofrece la oportunidad de brindar mejores variedades tanto a productores como a consumidores (1).

El objetivo de este trabajo es determinar los parámetros básicos de calidad, que permitan aumentar el conocimiento existente sobre estas variedades, con vistas a ofrecer mayor información tanto a los consumidores como a productores sobre las características que presentan.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se realizó en el Departamento de Fisiología y Bioquímica Vegetal del Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA), en San José de las Lajas, La Habana. El germoplasma empleado consistió en 11 genotipos de frijol común (*Phaseolus vulgaris*), que se sembraron en la campaña de invierno de diciembre-febrero 2003-2004 respectivamente, en el campo experimental del INCA y se mantuvo el riego con una precipitación trimestral de 68.6 mm. En la madurez, los granos se separaron de las plantas, y se secaron y almacenaron a

Yuliem Mederos, Investigadora y Dra.C. Inés Reynaldo, Investigadora Titular del Departamento de Fisiología y Bioquímica Vegetal, Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas, Gaveta Postal 1, San José de las Lajas, La Habana, CP 32700.

✉ yuliem@inca.edu.cu

una temperatura de 10°C en la bodega del programa de fitomejoramiento participativo del propio instituto; allí permanecieron por un año guardados en frascos plásticos bien sellados. Para la realización de los análisis, las muestras se encontraban a temperatura ambiente.

Las características físicas y culinarias analizadas son referidas a:

Masa de 100 granos de frijol. Como indicador del tamaño que estos presentan, se determinó pesando 100 granos de frijol en una balanza técnica, se realizaron tres réplicas y para el posterior uso de los resultados también se determinó la media.

Volumen de 100 granos de frijol. Se determinó a partir del volumen de agua desplazado por una muestra de 100 granos de frijol, partiendo de un volumen preestablecido de agua.

Contenido de testa. Esta es la capa más externa del grano, que protege a los cotiledones de los factores externos; esta estructura ha sido relacionada con la acción de ser una cubierta protectora a la invasión de patógenos y desde el punto de vista sensorial con la textura del frijol cocido (1). Se determinó mediante la separación de esta estructura del grano, luego del remojo y posterior secado a 80°C, hallando el porcentaje que la estructura representa respecto al grano.

Contenido de humedad. Se analiza el nivel de humedad en los granos, que se conoce como el agua contenida en ellos, y que convencionalmente se considera como el porcentaje de humedad en el peso total del grano. Este indicador se determinó empleando un medidor de humedad, que permite hallar el nivel de humedad en granos. El grado de humedad se considera el porcentaje de humedad en el peso total del grano, según la Norma Técnica Nicaragüense 16 002-00 (3).

Capacidad de absorción de agua. Es un parámetro conocido que puede ser empleado en el proceso de selección, para eliminar en generaciones tempranas aquellas líneas que absorben menor cantidad de agua (1), lo cual permite evaluar el grado de permeabilidad al agua del grano de frijol durante el remojo y detectar el fenómeno de testa dura, relacionado con prolongados tiempos de cocción (4). Se determinó hallando la diferencia entre la masa inicial de 100 granos y la masa final, luego de remojarla en agua por 18 horas y cuantificarla mediante la siguiente fórmula (1):

$$CAA = \frac{(MMD - MIM)}{MIM} \times 100$$

donde:

MMD: masa de la muestra después del remojo

MIM: masa inicial de la muestra

Tiempo de cocción. Constituye uno de los parámetros de calidad más importantes en el grano de frijol. Los tiempos cortos constituyen una característica que ha sido seleccionada durante los procesos de domesticación y es considerado un atributo de la calidad culinaria (2). Los tiempos de cocción pueden prolongarse por dos procesos diferentes relacionados con la absorción de agua por parte de las semillas: el primero se denomina “testa dura”

y se manifiesta cuando las semillas no absorben suficiente agua durante la cocción y, por tal razón, al ser cocinadas no se ablandan. Esto puede estar dado por la baja permeabilidad de la testa al agua. El segundo proceso se denomina “difícil de cocinar” y se manifiesta en aquellas semillas que absorben suficiente agua pero fallan al ablandarse luego del remojo y posterior tiempo de cocción (5).

Para la cuantificación del tiempo de cocción se empleó el procedimiento de evaluación sensorial descrito por la Norma Técnica Nicaragüense 16 002-00 (3). Para la realización de dicho análisis se emplearon los siguientes materiales: una plancha de calentamiento, un vaso de precipitado de 300 mL de capacidad y agua destilada, esta última fue llevada a ebullición y una vez alcanzado este punto se adicionó una muestra de 25 granos previamente remojados en agua durante 18 horas; durante el análisis se controlaron la ebullición y el volumen de agua hasta completar la cocción del grano, el tiempo de cocción es el tiempo requerido para que al menos el 90 % de los granos de la muestra alcancen la cocción (3).

Tabla I. Genotipos de frijol pertenecientes a la colección del grupo de Fitomejoramiento Participativo del INCA, Cuba, 2004

Nº	Color del grano	Nombre
1	Negro	Guira 89
2	Negro	Tazumal
3	Negro	P-2170
4	Negro	Linea 58
5	Negro	P-456
6	Rojo	Hatuey 24
7	Rojo	Lágrimas rojas
8	Rojo	P-186
9	Rojo	Wacute
10	Rojo	Rosa
11	Rojo	p-2171

Todas las determinaciones se realizaron por triplicado y los resultados se sometieron a un análisis de varianza, utilizando un diseño completamente al azar con tres repeticiones. En aquellas variables en las cuales se detectaron diferencias significativas entre genotipos con un nivel de confianza del 95 %, se realizó la prueba de comparación de medias de Tukey para el 5 % de probabilidad de error.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los análisis realizados a las 11 variedades de *Phaseolus vulgaris* L en estudio, teniendo en cuenta los indicadores de calidad físicos y culinarios descritos en materiales y métodos, son mostrados en la Tabla II. La discusión de los resultados se efectuó teniendo en cuenta el color de los genotipos en estudio. Estos indicadores son los referidos a la humedad del grano, el peso y volumen de 100 semillas, porcentaje de testa, capacidad de absorción de agua y tiempo de cocción.

Tabla II. Resultados de los indicadores de calidad (media ± error estándar)

Variedad	Peso de 100 granos		Volumen de 100 granos		Humedad del grano		CAA* (%)		Testa (%)		Tiempo de cocción (minutos)	
	Valor	E	valor	E	Valor	E	valor	E	valor	E	valor	E
Guira89	17.7	0.1	13.8	0.6	14	0.8	123	4	8.33	0.06	95	0
Tazumal	18.66	0.08	14.96	0.03	14	0.3	111	8	9.3	0.5	50	0
P2170	17.86	0.08	14.1	0.2	16.03	0.03	122	2	9	0.06	60	0
Línea-58	17.2	0.1	13.2	0.2	14.6	0.03	109.3	0.6	9.46	0.06	65	0
P-456	21.3	0.3	16.8	0.2	13	0	115	3	9.7	0.2	60	0
Hatuey 24	16.5	0.1	16.5	0.1	15	0	100	2	7.56	0.06	40	0
Lagrimas Rojas	48.9	0.9	38.8	0.6	12	0	98	1	6.73		35	
P-186	18.1	0.2	13.6	0.3	14.19	0.05	93.6	0.6	8.3	0.2	51	3
Wacute	18.2	0.1	14.8	0.1	13	0	107	1	9.3	0.1	45	0
Rosa	44.9	0.4	37.3	0.3	12	0	102.6	0.6	7	0	50	0
P-2171	18.7	0.2	14.3	0.2	14.	0	94	0.6	8.3	0.1	53	3

E: Error

CAA*: capacidad de absorción de agua

Humedad del grano. Al realizar el análisis del contenido de humedad en los granos a las 11 variedades de frijol en estudio, se evidenciaron diferencias en los niveles, aun cuando fueron almacenadas en igualdad de condiciones. De forma general, el contenido de humedad en las 11 variedades osciló de un 12 a un 16 %; estas diferencias debieron estar dadas por el manejo del secado previo al almacenamiento. Es reconocido que la humedad es un factor a tener en cuenta al efectuar un análisis de los granos de frijol, ya que los altos niveles de humedad y temperatura (mayores que 25 °C) pueden acelerar el deterioro gradual, irreversible y acumulativo de estos durante el almacenamiento (6).

De acuerdo con Mora (7), al realizar estudios sobre el efecto de la humedad y la temperatura sobre el endurecimiento del frijol (*Phaseolus vulgaris* L), los granos pueden ser almacenados a una temperatura de 25 °C y un 15.4 % de humedad, sin que sean detectados problemas de endurecimiento, por lo que teniendo en cuenta el periodo de almacenamiento, la temperatura y el nivel de humedad del grano en los materiales de estudio, estos presentan un adecuado índice de humedad que no debe influir en el resultado de los análisis.

Masa y volumen de 100 semillas. De forma general, el análisis del peso y el volumen de 100 semillas, como indicadores del tamaño del grano, revela la existencia de diferencias estadísticas entre las variedades de frijol con grano de un mismo color, que se expresan en las diferencias estadísticamente significativas encontradas entre ellas.

Asimismo, las variedades con granos de color negro (Figuras 1 y 2) presentan un comportamiento similar en ambas variables. Entre las estudiadas, la P-456 se presenta como la variedad de mayor tamaño, ya que exhibe mayor peso y volumen, seguida por Tazumal y las variedades Güira 89, P2170 y Línea 58, con diferencias significativas entre ellas. Al observar ambas variables evaluadas (peso y volumen del grano), de forma general, coincide el orden de las variedades según su nivel de significación: P456 seguida de Tazumal y posteriormente P2170, Güira 89 y Línea 58.

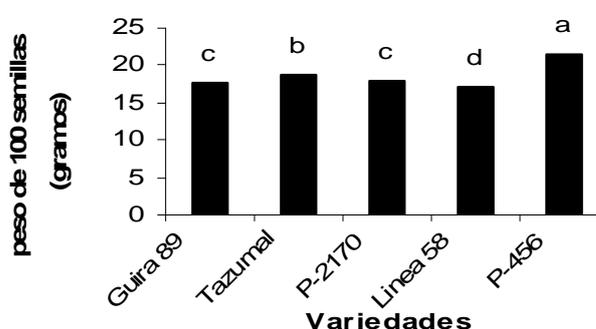


Figura 1. Peso de 100 semillas de frijol correspondiente a las variedades de granos de color negro

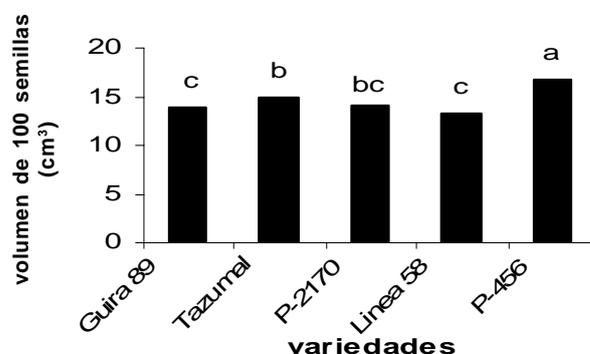


Figura 2. Volumen de 100 semillas de frijol correspondiente a las variedades de granos de color negro

Generalmente, los valores de peso y volumen en granos de color negro son similares; estos resultados son consistentes con otros encontrados (8) al realizar la caracterización de una amplia colección de frijoles.

Sin embargo, al efectuar una comparación entre las variedades de granos de color rojo, cuyos resultados aparecen en las Figuras 3 y 4, se evidencian marcadas diferencias en ambas variables para las variedades en estudio, dadas las discrepancias en el tamaño, expresadas por el peso y volumen que estas presentan. Dentro de los granos de color rojo, la variedad de mayor peso fue Lágrima

mas rojas, seguida por la variedad Rosa, con diferencias estadísticas entre ellas; sin embargo, ambas se diferencian marcadamente del resto. En orden decreciente de peso, se encuentra la variedad Hatuey 24, seguida de P186, Wacute y P2171, estas últimas no presentan diferencias estadísticamente significativas entre ellas.

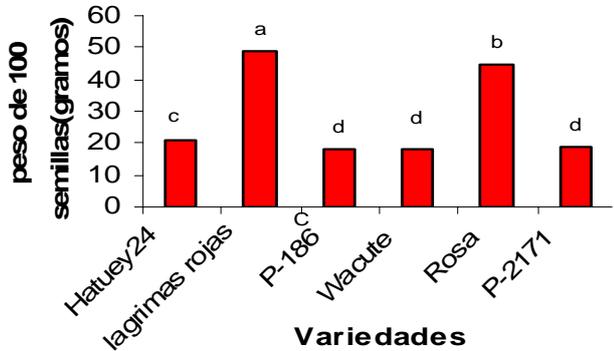


Figura 3. Peso de 100 granos de frijol correspondiente a las variedades de grano de color rojo

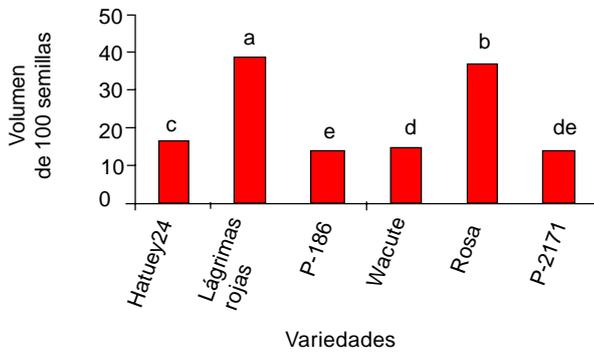


Figura 4. Volumen de 100 granos de frijol correspondiente a las variedades de grano de color rojo

Para el caso del volumen de granos, hubo un comportamiento similar al mostrado anteriormente respecto a las variedades Lágrimas rojas, Rosa y Hatuey 24; sin embargo, se observan diferencias significativas entre P186 y Wacute, mientras que la variedad P2171 no muestra diferencias respecto a las dos mencionadas anteriormente.

Al establecer una comparación entre las variedades de mayor tamaño y las restantes (Hatuey 24, P-186, Wacute, P2171), se aprecia que estas últimas presentan valores muy similares de peso y volumen, consecuentes con la ausencia de diferencias significativas encontradas al efectuar un análisis de varianza entre estas.

Los resultados muestran la amplia variabilidad existente entre los granos de color rojo para las variables peso y volumen de 100 semillas respectivamente, los cuales coinciden con otros encontrados (8) al realizar la caracterización de una amplia colección de frijoles; hubo grandes diferencias dentro de este grupo, desde el punto de vista del tamaño de los granos.

A modo de conclusión, se confirma que entre granos de un mismo color pueden existir diferencias de tamaño; sin embargo, estas se hacen notablemente marcadas entre los frijoles con granos de color rojo, mientras que los de color negro presentan un peso y volumen más homogéneos.

Porcentaje de testa. De forma general, este porcentaje se presentó como un indicador de baja variabilidad, expresado en las mínimas diferencias significativas encontradas entre las variedades con granos de un mismo color. Dicho porcentaje en las variedades de frijol de color negro estudiadas (Figuras 5 y 6) muestra leves diferencias significativas entre P456, Línea 58 y Tazumal, seguidas por 2171y Güira 89 con valores muy similares. Estos valores oscilan entre un 8,33 %, correspondiente a la variedad Güira 89, y un 9,13 %, propio de P-456.

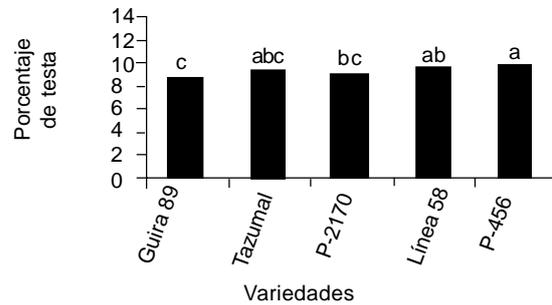


Figura 5. Contenido de testa de los genotipos correspondiente a las variedades de granos de color negro

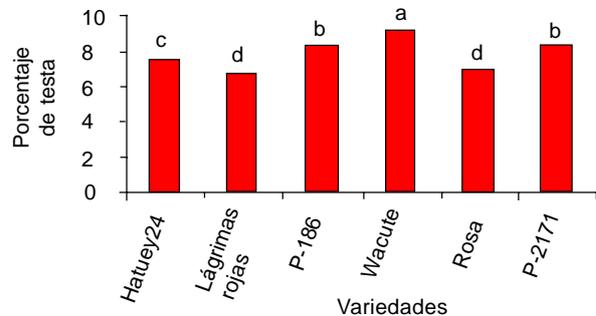


Figura 6. Contenido de testa de los genotipos correspondiente a las variedades de granos de color rojo

Al realizar un análisis de varianza de esta variable en los granos de color rojo, se aprecian diferencias significativas entre las variedades. Dentro de ellas se destacan, sin diferencias significativas, los genotipos P-186 y P-2171, Lágrimas rojas y Rosa. Los valores de este indicador para los granos de color rojo estudiados oscilan entre un 6,73 % (Lágrimas rojas) y un 9,26 % (Wacute). Estos resultados coinciden con otros (1), al realizar la caracterización física, culinaria y nutricional de los frijoles del antiplano subhúmedo de México, donde se encontró que el porcentaje de testa es un indicador de baja variabilidad entre los genotipos estudiados respecto al resto de las varia-

bles analizadas. Por tanto, sería acertado destacar que los genotipos estudiados en este trabajo presentan una variabilidad aún menor que la encontrada anteriormente (1). También se aprecia en este estudio que las diferencias son mucho menores en los granos de color negro, si se comparan con los genotipos de frijol con granos de color rojo.

Al realizar una comparación entre el tiempo de cocción y el porcentaje de testa, se aprecia que una disminución de esta última coincide con menores tiempos de cocción, tal y como se evidencia en el caso de la variedad precomercial Lágrimas rojas; este resultado es congruente con otro previamente informado (2), al expresar que el tiempo de cocción está relacionado con la impermeabilidad de la testa.

Capacidad de absorción de agua (CAA). Al efectuar este análisis en las variedades de granos de color negro y rojo estudiadas, se manifestaron comportamientos diferentes entre ambos grupos (Figura 7), lo que se evidencia por el hecho de que las de granos de color rojo mostraron diferencias significativas prácticamente entre cada uno de los genotipos, encontrándose en orden decreciente a las variedades Wacute, Rosa, Hatuey 24, Lágrimas rojas y, por último, P-186 y P2171. A excepción de la homogeneidad entre P-186 y P2171, el resto muestra gran variabilidad, siendo Wacute la de mayor CAA.

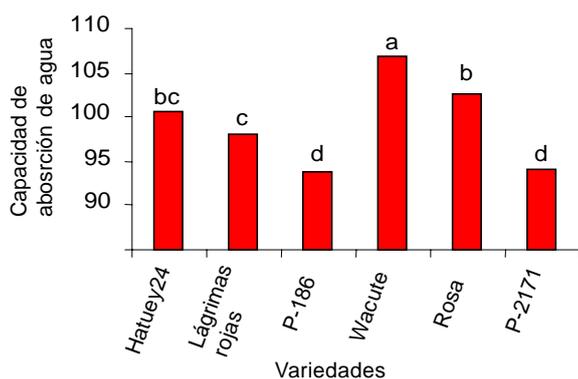


Figura 7. Capacidad de absorción de agua de los genotipos correspondiente a las variedades de granos de color rojo

No obstante y marcadamente diferente al comportamiento encontrado en las variedades de granos de color rojo, las de color negro (Figura 8) muestran un comportamiento totalmente homogéneo respecto a esta variable, por lo que no existen diferencias estadísticas entre las variedades Güira89, Tazumal, P2170, Línea 58 y P456. A su vez, estas presentaron capacidades de absorción de agua superiores a las encontradas en los genotipos de granos de color rojo.

Al efectuar una comparación entre la capacidad de absorción de agua y el porcentaje de testa, la primera no depende de la segunda, lo cual se refleja en el hecho de que los granos de color negro de manera general presentan un valor relativamente superior en el contenido de testa y las mayores capacidades de absorción de agua.

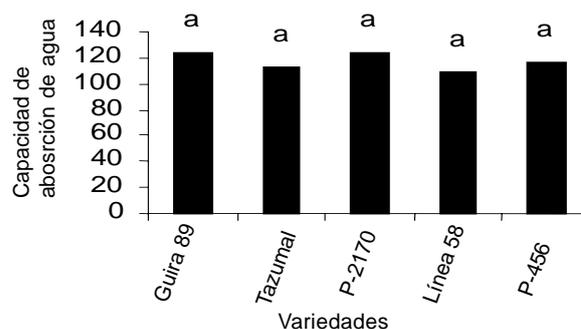


Figura 8. Capacidad de absorción de agua de los genotipos correspondientes a las variedades de granos de color negro

Este comportamiento no solo se encuentra en los granos de color negro, en los rojos se manifiesta de forma similar en la variedad Wacute, que presenta el mayor porcentaje de testa y CAA; sin embargo, la variedad Lágrimas rojas presenta un contenido de testa inferior a la Wacute y también valores bajos de CAA, por lo que un aumento del contenido de testa no repercute en la capacidad de absorción de agua de la variedad; esto está en total concordancia con lo informado por Egley (9), cuando afirmó que la impermeabilidad de la testa no solo está dada por el porcentaje de esta, ya que otros compuestos o estructuras intrínsecas pudieran afectar la inhibición. Otros autores (2) manifiestan que la capacidad de absorción de agua es un factor que, en algunos casos, es indicador del tiempo de cocción. Por los resultados se puede afirmar que no existe una relación directa entre CAA y el porcentaje de la testa de los genotipos estudiados.

Tiempo de cocción. Este es un indicador de calidad sumamente importante tanto para los productores como para consumidores, ya que los tiempos relativamente cortos ahorran combustible y tiempo.

Al realizar una comparación entre los tiempos de cocción de las variedades analizadas en las Figuras 9 y 10, se evidencian diferencias significativas entre los genotipos con granos de un mismo color. Los resultados en ambos grupos muestran una gran variabilidad. Los genotipos de los granos de color rojo presentaron tiempos de cocción que oscilaron entre los 35 y 55 minutos (Figura 10).

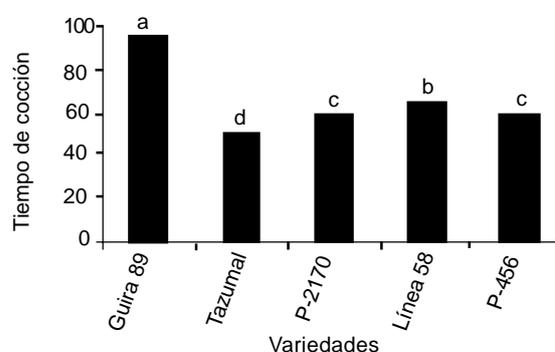


Figura 9. Tiempos de cocción de las variedades de granos de color negro

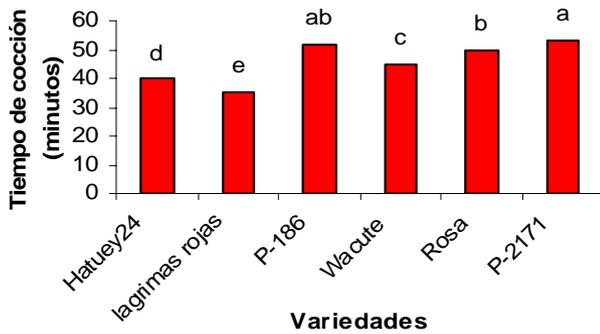


Figura 10. Tiempos de cocción de las variedades de granos de color rojo

Dentro de este grupo, la variedad Lágrimas rojas presentó el menor tiempo de cocción, correspondiente a 35 minutos, seguida por Hatuey 24 con 40 y Wacute con 45 minutos. De acuerdo con la Norma Técnica Nicaragüense 16 002-00 (3), estos genotipos se clasifican como granos de primera calidad. El resto de los materiales presentaron tiempos adecuados por debajo de los 60 minutos.

Los materiales de color negro presentaron mayor variabilidad respecto al tiempo de cocción, cuyos valores se hallaron entre los 50 y 95 minutos, los que siguen siendo adecuados de acuerdo con Pérez (1), al realizar la caracterización física, culinaria y nutricional del frijol del altiplano subhúmedo de México, donde todos los materiales presentaron tiempos de cocción adecuados por debajo de los 100 minutos. Dentro de los materiales de color negro, la variedad Tazumal presenta el menor tiempo de cocción, seguida por P-1270 y P-456, todos por debajo de los 70 minutos, mientras que la variedad Güira 89 presenta un tiempo de cocción por encima de los 90 minutos, que aunque sigue siendo adecuado, se califica como frijoles de tercera calidad (3). Sin embargo, debe tenerse en cuenta que la calidad del frijol no solo está determinada por este parámetro, sino también por su apariencia, sabor y valor nutricional (1).

El análisis de ambos grupos respecto al tiempo de cocción de los granos permite observar que los de color rojo, de forma general, presentaron menores tiempos de cocción que los genotipos con granos de color negro, aun cuando estos últimos presentaron una mayor capacidad de absorción de agua.

Se concluye que dentro de los granos de color rojo, las variedades más importantes y con las cuales se sugiere seguir trabajando en la búsqueda de materiales de mayor calidad, se encuentran las variedades Lágrimas rojas, Hatuey 24 y Wacute. Estas presentaron los menores tiempos de cocción. Lágrimas rojas presentó una capacidad de absorción de agua adecuada, el menor porcentaje de testa y un mayor tamaño expresado en peso y volumen. Hatuey 24 presentó una capacidad de absorción de agua adecuada y uno de los menores porcentajes de testa; cabe resaltar que es una variedad de grano pequeño. Wacute presentó un porcentaje de testa eleva-

do respecto al resto de las variedades antes mencionadas, pero registró la mayor capacidad de absorción de agua y, por ende, uno de los menores tiempos de cocción.

Dentro de los granos de color negro, Tazumal presentó el menor tiempo de cocción, una capacidad de absorción del agua similar a la del resto de los materiales y un elevado porcentaje de testa. A su vez, P-2170 y P-456 presentaron tiempos de cocción similares por debajo de los 60 minutos, análogas capacidades de absorción de agua, difiriendo en el porcentaje de testa, siendo esta última más elevada en el caso de la variedad P-456.

Los resultados permiten incrementar la información existente hasta el momento sobre los materiales estudiados, ya que en nuestro país este tema no es muy abordado. Sin embargo, sería conveniente seguir estudios sobre los indicadores de calidad nutricional que presentan estos materiales, tales como el contenido de proteína, almidón, fibra, grasa, factores antinutricionales, minerales, etc, pues todo ello combinado ayudaría a brindar una información más detallada a los consumidores, productores e investigadores interesados en ella.

REFERENCIAS

- Pérez, P. *et al.*. Caracterización física, culinaria y nutricional de frijol del altiplano subhúmedo de México. *Arch Latinoamer Nutr*, 2002, vol. 52, no. 2.
- Jacinto, C. *et al.*. Caracterización de una población de líneas endogámicas de frijol común por su calidad de cocción y algunos componentes nutrimentales. *Agrociencia*, 2002, vol. 36, p. 451-459.
- Norma Técnica Nicaragüense 16 002-00 para frijol en grano. [Consultado 23/oct/2007] Disponible en: <http://www.ipfsaph.org/cds_upload/kopool_data/FAOLEX_0/es_nic45922.doc>.
- Castellanos, J. y Guzmán, S. Effect of hard shell in cooking time of common beans in the semiarid highlands of Mexico. *Ann Rep Bean Improv Coop.* 1994, vol. 37, p. 103-105.
- Kigel, J. Culinary and nutritional quality of *Phaseolus vulgaris* seeds as affected by environmental factors. *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.*, 1999, vol. 3, no. 4, p. 205-209.
- De Oliveira, A.; Patto, C. y Duarte, A. Efeitos da época de colheita e do tempo de armazenamento no escurecimento do tegumento do feijão (*Phaseolus vulgaris*). *Ciênc. Agrotec. Lavras*, 2002, vol. 26, no. 3, p. 550-558.
- Mora, M. efecto de la humedad y temperatura en el endurecimiento de frijol (*Phaseolus vulgaris*. L) almacenado durante seis meses. *Agronom. Costarr.*, 1980, vol. 4, no. 2, p. 195-197.
- Ponce, M. *et al.*. Caracterización de una amplia colección de frijoles y resultados de la selección campesina. *Cultivos Tropicales*, 2003, vol. 24, no. 4, p. 85-88.
- Egley, G. Water-impermeable seed recovering as barriers to germination. En: *Recent advances in the development and germination of seeds*. New York: Plenum press 1989, p. 207-223.

Recibido: 21 de julio de 2006

Aceptado: 31 de enero de 2008