



EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS FISCOQUÍMICAS EN LA ESPECIE DE FRIJOL *PHASEOLUS VULGARIS* DE LAS VARIEDADES; PINTO SALTILLO, BAYO VICTORIA Y NEGRO SAN LUIS.

Aguirre Santos E.A ^{a,*}, Gómez-Aldapa C.A ^b.

^a Instituto Tecnológico de Durango, Estudiante de la Maestría en Ingeniería Bioquímica, Boulevard Felipe Pescador 1830 Ote., C.P 34080 Durango, Durango, México

^b Instituto Tecnológico de Durango, División de Estudios de Posgrado e Investigación, Boulevard Felipe Pescador 1830 Ote., C.P 34080 Durango, Durango, México

* anaheim.aguirre@gmail.com .

RESUMEN:

El objetivo de este trabajo fue evaluar los tiempos de cocción y su relación con diferentes factores evaluando las características fisicoquímicas como son: tamaño de grano, tiempo de cocción, capacidad de absorción de agua, así como el análisis químico proximal de diferentes variedades de la especie de frijol *Phaseolus vulgaris* (Pinto Saltillo, Bayo Victoria y Negro San Luis). Entre los resultados obtenidos, el peso de la semilla se relaciona con el tamaño con lo cual se asignaron tamaños de mediano a Negro San Luis y Pinto Saltillo y Bayo Victoria se clasificó como grande; no se encontró una relación exacta entre el tamaño de la semilla y la capacidad de absorción de agua, en el caso de las variedades de tamaño mediano la capacidad de absorción de agua resultó mayor que en la variedad de tamaño grande y la variedad que obtuvo mayor porcentaje de absorción de agua fue el frijol mediano Pinto Saltillo con un 48.23% mismo que dentro de la evaluación de los tiempos de cocción se registró con el menor tiempo (115 min), seguido por el Negro San Luis con un tiempo de 137 minutos y Bayo Victoria con 243 minutos.

ABSTRACT:

The aim of this study was to evaluate the cooking time of three common beans crops and its relation with different factors by analyzing the physicochemical characteristics such as: grain size, cooking time, water absorption capacity as well as proximate chemical analysis of different species of *Phaseolus vulgaris* (Pinto Saltillo, Bayo Victoria and Black, San Luis). Among the obtained results, the seed weight is related to grain size, thus it was assigned the following classification: medium size to the San Luis Black variety and Pinto Saltillo variety and big size to Bayo Victoria variety; it wasn't found an relation between the grain size and the water absorption capacity, in the case of the medium size varieties their water absorption capacity resulted bigger than the big size variety's water absorption capacity and the variety of greatest water absorption percentage was the medium size variety Pinto Saltillo with a 48.23% which in the evaluation of cooking time registered the lower time with 115 minutes, followed by the San Luis Black with a time of 137 minutes and the Bayo Victoria with 243 minutes.

Palabras clave: frijol, calidad, grano.

INTRODUCCIÓN

El frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) representa uno de los alimentos de mayor importancia en México, ya que junto con el maíz aportan prácticamente la totalidad de las proteínas vegetales que consumen los estratos sociales de bajos ingresos de la ciudad y del campo, ocupando un lugar predominante dentro de la dieta.



Además de ser una fuente de proteína y carbohidratos, fibra, algunas vitaminas y minerales. Los constituyentes mayoritarios son los hidratos de carbono, los cuales constituyen el componente principal de los granos de leguminosas (55 al 65%), se tienen carbohidratos de digestión lenta y carbohidratos no glicémicos, estos últimos sufren una fermentación en el intestino largo y los ácidos grasos de cadena corta como el ácido butírico y propiónico, aquí incluimos al almidón resistente, fibra dietaria soluble e insoluble y los oligosacáridos no digeribles (Henningson *et al.*, 2001). Actualmente esta leguminosa se enfrenta a modificaciones importantes ante una sociedad cambiante, lo cual está ejerciendo presiones diversas de la cadena de producción, comercialización, transformación y consumo (SIAP – SAGARPA 2009). Por otro lado se ha identificado la existencia de un mercado de consumo en crecimiento acelerado para el frijol procesado.

El contenido nutricional de los frijoles hace de ellos uno de los alimentos más importantes para la prevención de muchas enfermedades y padecimientos presentes en el perfil epidemiológico de la población: enfermedades cardiovasculares, diabetes, sobrepeso y obesidad, estreñimiento, cáncer de colon y otras (Vázquez, 2007).

Ya que el frijol enlatado es una de las principales formas de consumo de este producto agrícola, es de suma importancia evaluar las características de cocción que presentan las diferentes variedades de este grano y si estas se relacionan con factores agronómicas del grano. El objetivo de este trabajo fue evaluar las características fisicoquímicas como son: tamaño de grano, tiempo de cocción, capacidad de absorción de agua, así como su análisis químico proximal de diferentes variedades de la especie de frijol *Phaseolus vulgaris* (Pinto Saltillo, Bayo Victoria y Negro San Luis).

METODOLOGÍA

Se trabajó con tres variedades de frijol: Pinto Saltillo, Bayo Victoria y Negro San Luis, donados por el campo experimental del INIFAP Durango, a los cuales se les realizaron las siguientes determinaciones:

Tamaño de la semilla: Se midieron tres dimensiones en la semilla entera de cada variedad realizando repeticiones por cuádruple. Estas dimensiones fueron el ancho, el largo y el espesor.

Peso de la semilla: Se registró el peso de 100 semillas de cada variedad por cuádruple y se obtuvo el promedio.

Color: Se midieron los parámetros L, a y b mediante el uso de un equipo Hunter Lab MiniScan. El parámetro L representa la luminosidad, con un rango desde 0 (negro) hasta 100 (blanco). El parámetro a puede tener valores positivos (rojo) o negativos (verde). El parámetro b puede tener valores positivos (amarillo) o negativos (azul). Las mediciones se realizaron con cuatro repeticiones obteniendo después los promedios.

Capacidad de absorción de agua: Se tomaron al azar 25 granos intactos de frijol que se pesaron en una balanza electrónica con precisión de 0.01 g, para determinar el peso del material seco (PMS). Los granos se sometieron a remojo en agua destilada durante 18 h a temperatura ambiente. Después se drenaron y



se eliminó el excedente de agua con papel absorbente. Los granos se pesaron nuevamente para obtener el peso del material remojado (PMR) y se determinó la capacidad de absorción de agua con la ecuación siguiente.

$$CAA = ((PMR - PMS) / PMR) 100$$

Determinación de tiempos de cocción: El tiempo de cocción será determinado utilizando un cocedor Mattson de acuerdo al método descrito por Guzmán et al., (1995).

Análisis bromatológico: Se realizó en base a las técnicas descritas en el AOAC (1990). Para la determinación del contenido de humedad se usó la técnica 925.10, para cenizas la técnica 936.07, para proteína la técnica 979.09, grasa 920.39, fibra cruda XXXXX y el contenido de carbohidratos por diferencia a 100.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Tamaño de la semilla: De las veinticinco mediciones se calculó un promedio, el cual se muestra en la tabla 1. De acuerdo a estos resultados se observó que la variedad Bayo Victoria fue el grano más grande de los analizados.

Tabla 1. Dimensiones de la semilla.

| Variedad | Ancho (cm) | Largo (cm) | Espesor (cm) |
|----------------|--------------|---------------|--------------|
| Bayo Victoria | 9.521 ± 0.39 | 14.841 ± 0.69 | 6.40 ± 0.55 |
| Pinto Saltillo | 7.120 ± 1.20 | 12.909 ± 0.53 | 5.45 ± 0.28 |
| Negro San Luis | 8.238 ± 0.33 | 11.839 ± 0.74 | 6.08 ± 0.43 |

Peso de la semilla

El peso de la semilla se relaciona directamente con el tamaño del grano de acuerdo a la clasificación mostrada en la tabla 2. De acuerdo a estos parámetros y los resultados obtenidos se puede considerar a las tres variedades como se muestra en la tabla 3, estos resultados ratifican lo observado en el apartado anterior.

Tabla 2. Relación del peso de la semilla con el tamaño

| Peso de 100 granos (g) | Tamaño |
|------------------------|-------------|
| < 18 | Muy pequeño |
| 18 a 25 | Pequeño |
| 26 a 40 | Mediano |
| > 40 | Grande |

Tabla 3. Clasificación de las seis variedades respecto al tamaño.

| Variedad | Peso de 100 semillas (g) | Tamaño |
|----------------|--------------------------|---------|
| Bayo Victoria | 50.03 ± 0.86 | Grande |
| Pinto Saltillo | 36.07 ± 0.40 | Mediano |
| Negro San Luis | 38.04 ± 0.71 | Mediano |

Color: Los promedios de las mediciones se muestran en la tabla 4. En esta tabla se puede observar que, en general, la luminosidad resultó alta, variando en un rango de 57.1 a 70.125, con excepción de Negro San Luis, como era de esperarse, cuya luminosidad presentó un valor de 21.85.

En cuanto a los valores de a y b, sólo la variedad Negro San Luis presentó valores negativos para el parámetro b, mientras que el valor más alto lo registró la variedad Bayo Victoria, seguido del Pinto Saltillo.

El valor del croma representa la pureza relativa del color dominante, y se calculó mediante la siguiente fórmula:

$$(a^2 + b^2)^{(1/2)}$$

Estos resultados se presentan de igual manera en la tabla 4. El espacio de color Hunter L, a, b, es un espacio de color rectangular de tres dimensiones basado en la teoría de colores opuestos (Hunter Lab, 2001) (figura 1).

Tabla 4. Valores de los parámetros L, a, b y croma

| | Bayo Victoria | Pinto Saltillo | Negro San Luis |
|-----------|---------------|----------------|----------------|
| L | 57.1 ± 1.79 | 70.125 ± 1.59 | 21.85 ± 0.17 |
| a | 13.45 ± 3.58 | 3.575 ± 1.77 | 0.175 ± 0.55 |
| b | 22.375 ± 0.66 | 17.6 ± 1.77 | -0.975 ± 17.13 |
| Croma (°) | 26.11 | 18.31 | 0.99 |

Así, Bayo Victoria y Pinto Saltillo, se ubicaron en el primer cuadrante de la escala triestímulo, correspondiendo a una coloración amarillo rojiza, y sólo la variedad Negro San Luis se ubicó en el tercer cuadrante, cuya coloración es azul verdosa.

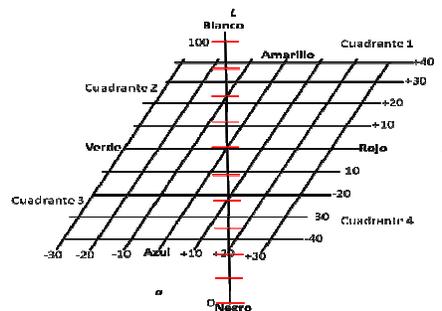


Figura 1. Escala triestímulo Hunter L, a, b.

En cuanto al frijol del tipo negro, Salinas *et al.* (2005) encontraron valores de los parámetros a y b negativos para las variedades Negro Puebla, Negro 151, Negro 152, Negro Querétaro, Negro San Luis, Negro Sinaloa, Negro Veracruz, Medellín, Nayarit 80, Jampa, Negro Perla, Mercentral, Altiplano y Negro Puebla 152, mientras que sólo para la variedad Negro Otomí el valor de a se obtuvo positivo, ubicando de esta forma a todas las variedades, excepto esta última, en el tercer



cuadrante de la escala triestímulo, presentando coloración azul verdosa, y al frijol Negro Otomí en el cuarto cuadrante, que corresponde a una coloración azul rojiza.

De esta forma se puede notar que los resultados observados en la tabla 4 en cuanto a la variedad Negro San Luis coinciden con los reportados por Salinas *et al.* (2005).

Además, en cuanto al croma, Celis *et al.* (2008), reportaron para variedades de tipo Pinto valores de 21.87° a 25.17°, para variedades del tipo Bayo valores desde 26.96° a 42.50°, para frijol del tipo Negro valores de 0.33° a 13.16°. Así, los valores reportados en la tabla 4 coinciden con los anteriormente mencionados.

Capacidad de absorción de agua: La capacidad de absorción de agua (CAA) se utilizó para clasificar las variedades en estudio, con base a las categorías mostradas en la tabla 5. Los resultados se expresaron como % de agua absorbida como se pueden observar en la tabla 6.

Tabla 5. Clasificación de las variedades de frijol con base en la capacidad de absorción de agua.

| Capacidad de Absorción de Agua (%) | Problemas de testa dura |
|------------------------------------|-------------------------|
| Mayor de 100 | Sin problemas |
| 70 -100 | Problema moderado |
| 40 – 69 | Problema severo |
| 0 – 39 | Problema muy severo |

Tabla 6. Porcentaje de Capacidad de absorción de agua.

| | Bayo Victoria | Pinto Saltillo | Negro San Luis |
|---------|---------------|----------------|----------------|
| CAA (%) | 22.35 ± 3.52 | 48.23 ± 0.42 | 32.27 ± 1.92 |

No se encontró una correlación precisa entre el tamaño de la semilla y la capacidad de absorción de agua, sin embargo en el caso de las variedades de tamaño mediano (con excepción de Pinto Saltillo) la capacidad de absorción de agua resultó mayor que en la variedad de tamaño grande. Existen varios factores que influyen en la capacidad de absorción de agua en frijol, como la genética del cultivar, condiciones de cultivo y almacenamiento del grano (Abreu Rodríguez *et al.*, 2005).

La capacidad de absorción de agua se relaciona con el fenómeno de testa dura, asociado con tiempos de cocción prolongados, de manera que, entre mayor es la capacidad de absorción, generalmente los tiempos de cocción son menores (Castellanos *et al.*, 1994; Pérez-Herrera *et al.*, 2002).

Determinación de tiempos de cocción: El tiempo de cocción se calculó en base al promedio de minutos de la caída del 75% de agujas durante la cocción, en la Tabla 7 se muestran los tiempos obtenidos para estas variedades, en donde se observa principalmente que las variedades de tamaño mediano y mayor % de capacidad de absorción de agua tienen menores tiempos de cocción que Bayo Victoria cuyo % de capacidad de absorción de agua fue menor.

Tabla 7 Tiempos de cocción



| | Bayo Victoria | Pinto Saltillo | Negro San Luis |
|--------------------|----------------|----------------|----------------|
| Tiempos de cocción | 243.13 ± 73.15 | 115.26 ± 14.71 | 137.61 ± 16.09 |

Análisis bromatológico: Los resultados del análisis químico proximal se muestran en la Tabla 8.

Humedad: El contenido de humedad se relaciona con la edad de la semilla y el manejo poscosecha, así como con los métodos y condiciones de procesamiento (Salunke *et al.*, 1985). Vargas *et al.* (2004), reportan contenidos de humedad en cuatro variedades de frijol negro de 8.87 a 9.19%, mientras que para frijol del tipo Mayocoba, Carmona *et al.* (2007), reportan un valor de 9.65%. Estos trabajos arrojan valores que resultan ser cercanos a los que se muestran en la tabla 8, los cuales oscilan un intervalo de 10.16 a 11.95%.

Cenizas: Los resultados obtenidos (de 3.79 a 4.08%) coinciden con los especificados por Carmona *et al.* (2007), para frijol del tipo Mayocoba (4.45%). El contenido de cenizas puede variar dependiendo de las características del suelo de cultivo así como de la genética del cultivar (Carmona *et al.*, 2007).

Grasa: Los contenidos de grasa de las variedades de frijol bajo estudio abarcan un rango entre 0.92 y 1.71%. Estos datos se encuentran relativamente cerca de los que otros autores han reportado, a saber, para frijol Mayocoba un 1.98% (Carmona *et al.*, 2007) y para frijol negro entre 1.3 y 2.8% (Vargas *et al.*, 2004).

Fibra cruda: Los valores de fibra cruda se encontraron desde un 1.35 hasta un 2.77 %.

Proteína: Para frijol negro se han reportado valores entre 18.9 y 24.2% (Vargas *et al.*, 2004) y para Mayocoba de 23.41% (Carmona *et al.*, 2007), datos que coinciden con el rango de valores que se encuentran en la tabla 8 (entre 21.01 y 26.35 %).

Tabla 8. Resultados del análisis bromatológico

| | Bayo Victoria | Pinto Saltillo | Negro San Luis |
|-------------------|---------------|----------------|----------------|
| % Humedad | 10.16 ± 0.20 | 11.58 ± 0.47 | 11.95 ± 0.15 |
| % Carbohidratos | 51.51 ± 0.21 | 57.19 ± 0.47 | 56.28 ± 0.15 |
| % Cenizas | 4.08 ± 0.03 | 3.80 ± 0.05 | 3.87 ± 0.12 |
| % Nitrógeno total | 4.21 ± 0.09 | 3.36 ± 0.11 | 3.46 ± 0.15 |
| % Proteína | 26.35 ± 0.54 | 21.01 ± 0.69 | 21.68 ± 0.97 |
| % Grasa | 0.92 ± 0.08 | 1.71 ± 0.04 | 0.99 ± 0.20 |
| % Fibra cruda | 2.77 ± 0.95 | 1.35 ± 0.47 | 1.77 ± 0.13 |

CONCLUSIONES

Del anterior estudio se concluye que no se encontraron grandes diferencias respecto a la composición química de granos de las tres variedades en estudio. Ya que la capacidad de absorción de agua se relaciona con el fenómeno de testa dura asociado a los tiempos de cocción, se registra el frijol Pinto Saltillo con mayor porcentaje de capacidad de absorción de agua y menores tiempos de cocción



Ciertamente existen diversos factores que influyen en la capacidad de absorción de agua en frijol, como la genética del cultivar, condiciones de cultivo y almacenamiento del grano, con lo cual los resultados presentes en este estudio muestran tres cultivares con diferentes respuestas a absorción de agua y tiempos de cocción.

REFERENCIAS

1. R, J., Dalfollo, R. N., Grigoletto, L. P. M., Cargnelutti, F. A., Camacho, G. D. 2005. Correlação entre absorção de água e tempo de cozimento de cultivares de feijão. *Ciência Rural*. Pp. 209–214.
2. Aletor, O., Oshodi, A. A., Ipinmoroti, K. 2002. Chemical composition of common leafy vegetables and functional properties of their leaf protein concentrates. *Food Chemistry*. Pp. 63–68.
3. Anderson, R. A., Conway, H. F., Pfeifer, V. F., Griffin, E. L. 1969. Gelatinization of corn grits by roll and extrusion cooking. *Cereal Sci. Today*. Pp. 11–12.
4. A.O.A.C. 1975. Official Method of analysis. Association of Official Analytical Chemists. 12th Edition. Washington, D.C. U.S.A.
5. Carmona, G. R., Osorio, D. P., Agama, A. E., Tovar, J., Bello, P. L. A. 2007. Composition and effect of soaking on starch digestibility of *Phaseolus vulgaris* L. cv 'Mayocoba'. *International Journal of Food Science and Technology*. Pp. 296–302.
6. Castellanos, J. Z., Guzmán, M. S. H. 1994. Effect of hard shell in cooking time of common beans in the semiarid highlands of Mexico. *Bean Improve*. Pp. 103-105.
7. Celis, V. R., Peña, V. C. B., Luna, C. M., Aguirre, R. J. R., Carballo, C. A., Trejo, L. C. Variabilidad morfológica seminal y del vigor inicial de germoplasma mejorado de frijol. *Agronomía Mesoamericana*. Pp. 179–193.
8. Lin, M. J., Humbert, E. S., Sosulski, F. W. 1974. Certain functional properties of sunflower meal products. *J. Food Sci.* Pp. 368–370.
9. Pérez, H. P., Esquivel, E. G., Rosales, S. R., Acosta, G. J. A. 2002. Caracterización física, culinaria y nutricional de frijol del altiplano subhúmedo de México. *Arch. Latinoam. Nutr.* Pp. 172-180.
10. Rocha, G. N. E., Gallegos, I. J. A., González, L. R. F., Bello, P. A., Delgado, L. E., Ochoa, M. A., Prado, O. M. J. 2008. Physical properties of extruded products from three mexican common beans (*Phaseolus vulgaris* L.) cultivars. *Plant Foods Hum Nutr.* Pp. 1-6.
11. Roopa, S., Premavalli, K. S. 2008. Effect of processing on starch fractions in different varieties of finger millet. *Food Chemistry*. Pp. 875–882.



12. Salinas, M. Y., Rojas, H. L., Sosa, M. E., Pérez, H. P. 2005. Composición de antocianinas en variedades de frijol negro (*Phaseolus vulgaris* L.) cultivadas en México. *Agrociencia*. Pp. 385–394.
13. Vargas, T. A., Osorio, D. P., Tovar, J., Paredes, L. O., Ruales, J., Bello, P. L. A. 2004. Chemical composition, starch bioavailability and indigestible fraction of common beans (*Phaseolus vulgaris* L.). *Starch/Stärke*. Pp. 74–78.