

Caracterización morfométrica de *Phaseolus vulgaris* en Campeche, México

Caracterización morfométrica de *Phaseolus vulgaris* en Campeche, México

Rafael Manuel de Jesús Mex-Álvarez^a, Patricia Margarita Garma-Quen^a, David Yanez-Nava^b, Maria Magali Guillen-Morales^a, María Isabel Novelo-Pérez^a.

^a Laboratorio de Análisis de Medicamentos Facultad de ciencias químico biológicas de la Universidad Autónoma de Campeche, México

^b Laboratorio de Microbiología Farmacéutica Facultad de ciencias químico biológicas de la Universidad Autónoma de Campeche, México

Recibido: 12 de octubre de 2020;

Aceptado: 6 de enero de 2021;

RESUMEN

El frijol común (*Phaseolus vulgaris* L) es un alimento importante en México porque aporta tanto macronutrientes como sustancias bioactivas que son benéficas para la salud de sus consumidores, en particular por su aporte de compuestos polifenólicos como las antocianinas que lo configuran como un alimento funcional por su efecto antioxidante; el objetivo del presente trabajo fue evaluar las características morfométricas del frijol cultivado en el Municipio de Hopolchén, Campeche (México) para caracterizar su valor agronómico y alimentario. Se midieron los parámetros morfométricos de largo, ancho, grosor y de 500 semillas de frijol, así como la determinación del volumen de 100 semillas (diez réplicas) para determinar su peso específico; además de los parámetros físicos como índice de hinchazón e hidratación y la composición porcentual de la semilla (porcentaje de cotiledón, testa y embrión). En promedio la variedad de frijol evaluada mostró una longitud de 10.6 mm, un ancho de 6.6 mm, un grosor de 4.4 mm y un peso de 243.4 mg, el peso específico de las semillas de frijo fue de 1.31 g/mL con una capacidad de hincharse con 0.23 mL de agua por semilla y una capacidad de hidratación de 0.4563 g de agua por cada gramo de semilla; el contenido de humedad de la semilla fue de 7.95%. De acuerdo a los datos encontrados se puede afirmar que las características morfométricas del frijol de municipio de Hopolchén del Estado de Campeche (México) determinan que el grano cosechado es de buena calidad y corresponde a los valores esperados para este alimento.

Palabras claves: Alimento Funcional; Episperma; Morfometría, variedad silvestre, frijol.

ABSTRACT

The common bean (*Phaseolus vulgaris* L) is an important food in Mexico because it provides both macronutrients and bioactive substances that are beneficial for the health of its consumers, in particular for its contribution of polyphenolic compounds such as anthocyanins that make it a functional food for its antioxidant effect; The objective of this work was to evaluate the morphometric characteristics of beans grown in the Municipality of Hopolchén, Campeche (Mexico) to characterize their agronomic and food value. The morphometric parameters of length, width, thickness and of 500 bean seeds were measured, as well as the determination of the volume of 100 seeds (ten replicates) to determine their specific weight; in addition to the physical parameters such as swelling and hydration index and the percentage composition of the seed (percentage of cotyledon, testa and embryo). On average, the bean variety showed a length of 10.6 mm, a width of 6.6 mm, a thickness of 4.4 mm and a weight of 243.4 mg, the specific weight of the bean seeds was 1.31 g / mL with a capacity to swell with 0.23 mL of water per seed and a hydration capacity of 0.4563 g of water for each gram of seed; the moisture content of the seed was 7.95%. According to the data found, it can be affirmed that the morphometric characteristics of the bean from the Hopolchén municipality of the State of Campeche (Mexico) determine that the harvested grain is of good quality and corresponds to the expected values for this food.

Keywords: Functional Food; Episperm; Morphometry, wild variety, beans.

INTRODUCCION

El frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) evolucionó desde la forma silvestre que crecía en Mesoamérica hasta la forma actual que se siembra en sistemas de producción tradicional y modernos; lo cual condujo a cambios morfológicos, fisiológicos y genéticos de este cultivo. El factor principal de esa modificación fue la acción humana al seleccionar semillas más atractivas; el cultivo de frijol es de importancia alimentaria, especialmente en zonas de economía campesina porque aporta macro y micronutrientes de interés para la salud humana, es una buena fuente de proteína y carbohidratos complejos y provee vitaminas y minerales en cantidades relativamente adecuadas¹⁻⁴. La testa del frijol tiene diversos componentes a los que se les atribuye propiedades antioxidantes, en este grupo de metabolitos secundarios destacan los compuestos polifenólicos, particularmente las antocianinas, los flavonoides y los taninos que desempeñan un papel importante en la prevención y el tratamiento de ciertas enfermedades^{2,4,5}.

El frijol contiene en su testa metabolitos secundarios como las antocianinas que le confieren propiedades biológicas y medicinales como antioxidante, diurético, antiinflamatorio, antitumoral y antimicrobiano y con un posible efecto positivo contra algunas enfermedades crónicas^{2,4,6}. La información sobre el valor agronómico y alimentario del frijol común es escasa y dispersa, pese a su gran importancia ecológica y económica. Por eso existe la necesidad de conocer la variación y diversidad, tanto genética como morfológica, para definir estrategias de rescate, conservación y aprovechamiento de poblaciones autóctonas cultivadas en asociación con maíz (*Zea mays* L.); puesto que el contenido macro y micronutrientes varían de acuerdo con las condiciones de cultivo y la localidad de siembra^{3,7-9}. La presente investigación se realizó con el objetivo de conocer el grado de variación y diversidad en características morfológicas de semillas de frijol común colectadas en el Municipio de Hopelchén del Estado de Campeche, en el sureste mexicano.

MATERIAL Y MÉTODOS

Material biológico: Se utilizaron cinco lotes de frijol variedad negro criollo colectados en la región de Hopelchén, Estado de Campeche (México); las semillas obtenidas se secaron a temperatura ambiente y se almacenaron en envases plásticos durante aproximadamente tres meses a 4 °C; para su posterior análisis morfométrico y químico.

Determinación de los parámetros morfométricos: En 500 semillas de frijol (100 por cada lote) se midieron la longitud, el ancho y grosor de cada semilla utilizando un vernier digital y se registró el peso individual; igualmente, se obtuvo el peso seco de 100 semillas por diez réplicas en balanza analítica y se midió el volumen de éstas por desplazamiento de volumen de agua en una probeta graduada de 250 mL; además se determinó el peso específico de las semillas (dividiendo el peso de las semillas sobre su volumen). Por otra parte, se tomó grupos triplicados de 50 semillas al azar para calcular los porcentajes de cotiledón, testa y embrión.

Capacidad de hidratación: se determinó la capacidad de hidratación e hinchamiento de las semillas mediante imbibición; para ello grupos triplicados de 10 semillas por cada lote, se colocaron en vasos de precipitado, a los que se les adicionó agua destilada en relación 1:10 en peso y se mantuvieron a temperatura ambiente (≈ 25 °C) y pH 7.00 durante el periodo de imbibición (24 horas); transcurrido el tiempo, se secó superficialmente el material hinchado con papel absorbente y se procedió a registrar el peso.

La capacidad de hidratación (CHD) se calculó de acuerdo a la ecuación [1]:

$$CHD = \frac{\text{peso de las semillas hidratadas} - \text{peso de las semillas secas}}{\text{Número de semillas evaluadas}} \quad [1]$$

De igual modo se calculó la capacidad de hinchamiento (CHM) con la siguiente ecuación [2]:

$$CHM = \frac{\text{volumen de semillas hinchadas} - \text{volumen de semillas secas}}{\text{número de semillas evaluadas}} \quad [2]$$

Se calculó el índice de hidratación (IHD) según la fórmula [3]:

$$IHD = \frac{\text{Capacidad de hidratación}}{\text{Peso de una semilla}} \quad [3]$$

El índice de hinchamiento (IHM) se obtuvo por la fórmula [4]:

$$IHM = \frac{\text{Capacidad de hinchamiento}}{\text{volumen de una semilla}} \quad [4]$$

Análisis estadístico de los datos: Los cálculos estadísticos de cada variable morfométrica evaluada en los granos de frijol se realizaron en Excel® y en el software SPSS V25.0®; los parámetros estadísticos empleados para describir la población fueron la media (X) y desviación estándar (DE), el valor máximo (Máx.) y mínimo (Mín.). Posteriormente se realizó una matriz de correlaciones entre los parámetros morfométricos obtenidos y se realizó un análisis de correlación lineal para obtener el coeficiente de Pearson, R² y la ecuación de la recta.

RESULTADOS Y DISCUSIONES

Los resultados de los parámetros morfométricos de la semilla del frijol obtenidos se muestran en la Tabla 1. La relación largo/ancho fue 1.61 ± 0.15. Los resultados de este parámetro son similares a los reportados por Espinosa-Pérez et al¹⁰. Estos autores describieron poblaciones de frijol en el centro y sur de México; reportando que las variables con mayor valor discriminatorio entre las diferentes poblaciones de estudio fueron longitud, ancho, peso, volumen y peso específico. Se han informado resultados similares en otros estudios con *Phaseolus vulgaris*^{10,13}. En general, estos parámetros son variables según el genotipo del frijol y son de gran importancia, ya que la diversidad de tamaños son atractivos visuales para la comercialización y forma de consumo del grano^{13,14}.

Tabla 1. Parámetros morfométricos (n=500) de la semilla del frijol de Holpechén, Campeche (México).

Parámetro	Media	DE	Máx.	Mín
Longitud (mm)	10.6	1.0	14.1	7.7
Ancho (mm)	6.6	0.7	8.9	4.8
Grosor (mm)	4.4	0.5	6.5	3.1
Peso (mg)	243.4	55.5	471.2	195.4

La matriz de correlación entre los parámetros morfométricos se muestra en la Fig. 1; en ella se puede observar que los parámetros longitudinales (largo, ancho y grosor) se relacionan bien con el parámetro peso, esto se puede corroborar al observar la ecuación de la recta y el coeficiente de correlación lineal que se reportan en la Tabla 2. Esto se explica porque la semilla de frijol es simétrica por lo cual la variación de los parámetros longitudinales de la semilla es proporcionales a su peso^{13,15}.

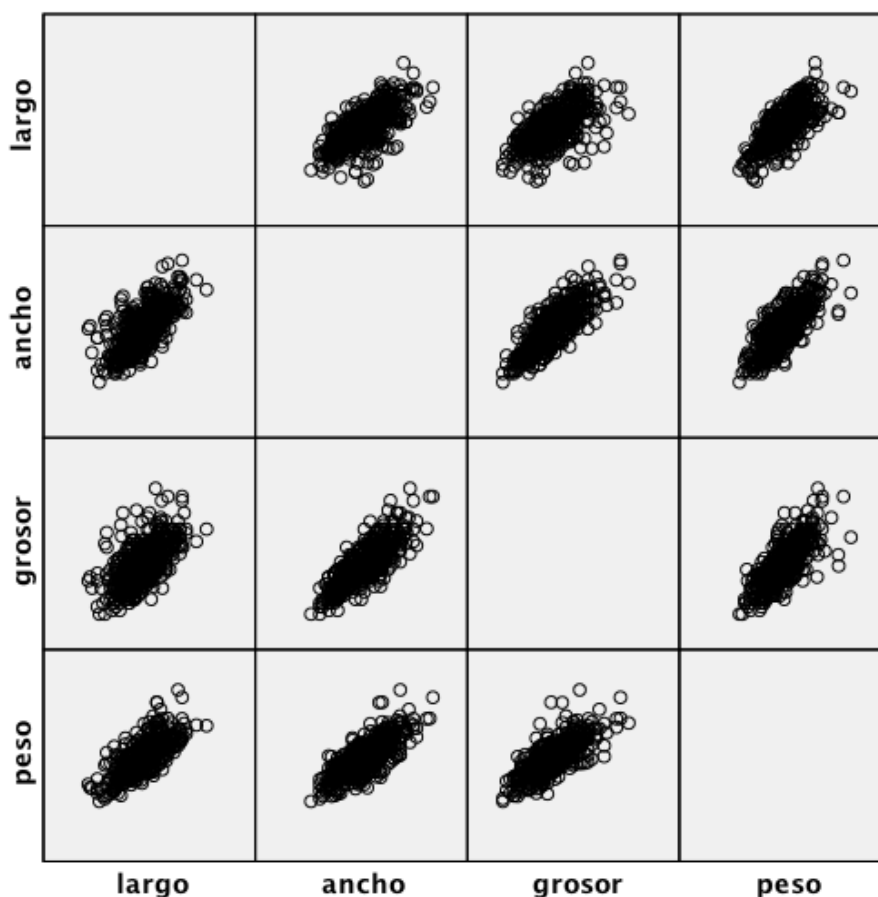


Fig. 1. Matriz de Correlación entre los parámetros morfométricos de las semillas de frijol (n=500).

Tabla 2. Resultados del Análisis de Correlación y de Regresión Lineal entre el peso y el largo, el ancho y el grosor de la semilla de frijol (n=500).

	Ecuación de la recta	Coefficiente de correlación de Pearson	R ²
Largo	W= 0.044L+0.002	0.751	0.564
Ancho	W=0.063A+0.002	0.775	0.601
Grosor	W=0.078G+0.003	0.755	0.570

Las propiedades físicas del frijol Hopelchén se muestran en la Tabla 3. Los valores medios obtenidos para peso, volumen y peso específico son similares a los resultados obtenidos por otros estudios con la misma especie^{10,12,13}.

En cuanto a los parámetros relacionados con la absorción de agua, estos son importantes para la selección de granos de calidad, ya que la capacidad de absorción de agua y el tamaño

de la semilla son indicadores del grado de permeabilidad del grano. En general, cuanto mayor es la capacidad de absorción de agua, menor es el tiempo de cocción de los granos. Cuando ocurre lo contrario (menor capacidad de absorción de agua), puede ocurrir el fenómeno de la frente dura, que ocurre cuando las semillas no absorben suficiente agua y no se ablandan. Aún así, el fenómeno de hinchamiento de los granos es una propiedad que está relacionada con el contenido de amilopectina del almidón en los granos y es inhibido por la amilosa, que actúa como diluyente^{12,16-18}.

Tabla 3. Propiedades físicas del frijol de Hopelchén.

Parámetro	Media	DE	Máx.	Mín
*Peso (g)	23.98	1.43	26.41	20.80
*Volumen (mL)	18.4	1.30	20.50	16.40
Peso específico (g/mL)	1.31	0.08	1.49	1.19
*Peso Hidratado (g)	45.62	2.27	50.37	41.92
*Volumen Hinchado (mL)	41.00	2.50	45.80	37.50
Capacidad de Hinchamiento (mL de agua/ semilla)	0.23	0.02	0.26	0.20
Índice Hinchamiento (mL de agua/ mL de semilla)	1.24	0.14	1.60	1.04
Capacidad de hidratación (g de agua/ g de semilla)	0.46	0.03	0.50	0.42
Índice de hidratación (g agua/ g de semilla)	0.90	0.10	1.1254	0.76
Humedad	7.95	0.26	8.71	7.35

**El peso y volumen de 100 semillas de frijol (n=20)*

Las propiedades físicas de las semillas de frijol se informan en la Tabla 4. La testa es la capa más externa que protege los cotiledones de factores externos, y el porcentaje de la testa es decisivo para el tiempo de cocción. El porcentaje de testa alta (21%) corresponde al valor esperado para una variedad silvestre, donde generalmente la biomasa de testa seca representa entre 11 y 20% de las semillas, mientras que en los materiales genéticamente mejorados se encuentran valores menores (cerca del 8 o 9%). Por otro lado, el tamaño adecuado del embrión favorece su germinación y supervivencia, pues a diferencia de los cereales en los que un embrión grande produce una plántula vigorosa, en las variedades de frijol tropical las semillas son de menor tamaño y emergen con más vigor que semillas de tamaño mediano o grande^{1,9,13,19,20}.

Tabla 4. Composición porcentual de la semilla de frijol de Hopelchén (n=100).

Testa	Embrión	Dicotiledón
21.14±2.66%	3.43±0.92%	75.44±2.93%

CONCLUSIÓN

Las características morfológicas del frijol de Hopelchén, Campeche (México) demuestra que el grano cosechado presenta dimensiones de buena calidad que corresponde a los valores esperados para este alimento.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICA

- Hoc PS, Espert SM, Drewes SI, Burghardt AD. Polimorfismo en *Phaseolus vulgaris* var. *aborigineus* (Fabaceae). Evidencias que indican hibridación natural. Rev. Biol. Trop. 2002, 51 (3): 725-736.
- Camacho R, Ríos-Ugalde M, Pacheco I, Acosta J, Palomino A, Ramos M, González E, Guzmán S. El consumo de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) y su efecto sobre el cáncer de colon en ratas sprague-dawley. Agricultura técnica en México. 2007; 23 (1): 43-52.
- Hernández-López VM, Vargas-Vázquez MLP, Muruaga-Martínez JS, Hernández-Delgado S, Mayek-Pérez N. Origen, domesticación y diversificación del frijol común: Avances y perspectivas. Rev. fitotec. Mex. 2013; 36 (2): 95-104.
- Puertas Mejía MA, Mosquera-Mosquera N, Rojano B. Estudio de la capacidad antioxidante in vitro de *Phaseolus vulgaris* L. (frijol) mediante extracción asistida por microondas. Rev Cubana Plant Med. 2016; 21 (1): 42-50.
- Iniestra González JJ, Ibarra Pérez FJ, Gallegos Infante JA, Rocha Guzmán NE, González Laredo RF. Factores antinutricios y actividad antioxidante en variedades mejoradas de frijol común (*Phaseolus vulgaris*). Agrociencia. 2005; 39 (6), 603-610.
- Salinas-Moreno Y, Rojas-Herrera L, Sosa-Montes E, Pérez-Herrera P. Composición de Antocianinas en Variedades de Frijol Negro (*Phaseolus vulgaris* L.) Cultivadas en México. Agrociencia. 2005; 39 (4): 385-394.
- Cruz Balarezo J, Camarena Mayta F, Baudoin JP, Huaranga Joaquín A, Blas Sevillano R. Evaluación agromorfológica y caracterización molecular de la ñuña (*Phaseolus vulgaris* L.). Idesia (Arica). 2009; 27 (1): 29-40
- Celis-Velazquez R, Peña-Valdivia CB, Luna-Cavazos M, Aguirre RJR. Caracterización morfológica de las semillas y consumo de reservas durante la emergencia de plántulas de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) silvestre y domesticado. Rev. Fac. Agron. (LUZ). 2010; 27: 61-87.
- Barrios Gómez EJ, López Castañeda C, Kohashi Shibata J, Acosta Gallegos JA, Miranda Colín S, Mayek Pérez N, Canul Ku J. Morfología del embrión en frijol y su comparación entre razas Durango y Jalisco. Revista mexicana de ciencias agrícolas. 2014; 5 (6): 965-978.
- Espinosa-Pérez EN, Ramírez-Vallejo P, Crosby-Galván MM, Estrada-Gómez JA, Lucas-Florentino B, Chávez-Servia JL. Clasificación de poblaciones nativas de frijol común del centro-sur de México por morfología de semilla. Revista fitotecnia mexicana. 2015; 38 (1): 29-38.
- Esparza-Martínez JH, Sánchez-López V, Santamaría-Césa E, Pedroza-Sandoval A. Caracterización y evaluación de calidad de la semilla de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.). Revista Chapingo, Serie zonas áridas. 2000: 71-79.
- De la Fé Montenegro CF, Lamz Piedra A, Cárdenas Travieso RM, Hernández Pérez J. Respuesta agronómica de cultivares de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) de reciente introducción en Cuba. Cultivos Tropicales. 2016; 37 (2): 102-107.

- Morales-Santos ME, Peña-Valdivia CB, García-Esteva A, Aguilar-Benítez G, Kohashi-Shibata J. Características físicas y de germinación en semillas y plántulas de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) silvestre, domesticado y su progenie. *Agrociencia*. 2017. 51(1), 43-62.
- Mederos Y. Indicadores de la calidad en el grano de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.). *Cultivos Tropicales*. 2006; 27 (3), 55-62.
- Babot MP, Oliszewski N, Grau A. Análisis de Caracteres macroscópicos y microscópicos de *Phaseolus vulgaris* (Fabacea, Faboideae) silvestres y cultivados del noreste argentino: Una aplicación en arqueobotánica. *Darwiniana*. 2007;45 (2): 149-162.
- Cruz Balarezo J, Camarena Mayta F, Baudoin JP, Huaranga Joaquin A, Blas Sevillano. Evaluación Agromorfológica y Caracterización Molecular de la Ñuña (*Phaseolus vulgaris* L.) IDESIA. 2009; 27 (1): 29-40
- Chaparro S, Gil GJH, Aristizábal TID. Efecto de la Hidratación y la Cocción en las propiedades físicas y funcionales de la harina de vitabosa (*Mucana deeringiana*). *Vitae, Revista de la Facultad de Química Farmacéutica*. 2011; 18 (2): 133-143.
- Miranda-Villa PP, Marrugo-Ligardo YA, Montero-Castillo PM. Caracterización Funcional del Almidón de Fríjol Zaragoza (*Phaseolus Lunatus* L.) y Cuantificación de su Almidón Resistente. *Tecnología*. 2013 (30): 17-32.
- Quintana-Blanco WA, Pinzón-Sandoval EH, Torres DF. Evaluación del Crecimiento de Frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) CV Ica Cerinza, bajo estrés salino. *Revista UDCA*. 2016; 19 (1): 87-95.
- Jiménez Galindo J, Acosta Gallegos JA. Caracterización de genotipos criollos de frijol Tepari (*Phaseolus acutifolius* A. Gray) y común (*Phaseolus vulgaris* L.) bajo temporal. *Revista Mexicana*