

Caracterización de semillas de frijol de comunidades Ñãño de Amealco, Querétaro

María Goretti Alcántar-Rodríguez¹

Rosalinda González-Santos^{1,§}

Luis Hernández-Sandoval¹

Nicol Hernández-Puente²

José Guadalupe Gómez-Soto¹

Patricia Herrera-Paniagua¹

1 Facultad de Ciencias Naturales-Campus Juriquilla-Universidad Autónoma de Querétaro. Av. de las Ciencias s/n, Juriquilla, Querétaro, México. CP. 76230.

2 Facultad de Ingeniería-Campus Amealco-Universidad Autónoma de Querétaro. Carretera Amealco-Temascalcingo km 1, Centro, Amealco de Bonfil, Querétaro, México. CP. 76850.

Autor para correspondencia: rosalinda.gonzalez@uaq.mx.

Resumen

El frijol es uno de los principales componentes de la gastronomía tradicional mexicana. México es centro de origen, domesticación y diversificación de *Phaseolus vulgaris* y *P. coccineus*. Las cuales, son cultivadas en las comunidades Ñãño de Amealco, Querétaro, México, pero se desconocen las características que presentan. El objetivo del trabajo fue determinar la diversidad inter e intraespecífica de las semillas en función de sus características morfológicas y composición química. El estudio se llevó a cabo durante el año 2024 en la Facultad de Ciencias Naturales de la Universidad Autónoma de Querétaro. Se analizaron 21 accesiones (ocho de *P. coccineus* y 13 de *P. vulgaris*) en resguardo en el Banco de Germoplasma-UAQ, que fueron colectadas en los años 2021-2022 en San Miguel Tlaxcaltepec, San Ildefonso y Santiago Mexquititlán, comunidades del municipio de Amealco, Querétaro. Se midieron cuatro variables morfológicas cuantitativas y 11 cualitativas de las semillas de cada una de las accesiones. Además, se llevó a cabo el análisis químico con la determinación del contenido de ceniza, humedad, proteína cruda, extracto etéreo, fibra cruda y extracto libre de nitrógeno. Se encontraron diferencias estadísticas significativas en el tamaño, peso y contenido de proteína entre ambas especies. Se identificó diversidad intraespecífica en las dos especies definida principalmente por el color y tamaño de la semilla, porcentaje de extracto etéreo y fibra cruda. Las comunidades Ñãño de Amealco, Querétaro, presentan diversidad inter e intraespecífica en ambas especies, con un mayor contenido de proteína en *P. vulgaris*, que en *P. coccineus*.

Palabras clave:

P. coccineus, *P. vulgaris*, morfología, química.

Introducción

El frijol (*Phaseolus* spp.) es el segundo cultivo más importante de México y constituye una fuente relevante de proteínas, almidón, vitaminas y fibra (Aquino-Bolaños *et al.*, 2021). El género *Phaseolus* es originario de América y lo integran 77 especies (López-Báez *et al.*, 2018). De las especies registradas en México, cinco han sido domesticadas, entre ellas *P. vulgaris* L. (frijol común) y *P. coccineus* L. (frijol ayocote) (Ayala-Garay *et al.*, 2021).

Se considera que *P. vulgaris* fue domesticado en Mesoamérica y los Andes (Castillo-Mendoza *et al.*, 2006), mientras que para *P. coccineus*, México es considerado el único centro de domesticación (Vargas-Vázquez *et al.*, 2014). En el estado de Querétaro se localizan 12 especies de frijol (Quiroz-Sodi *et al.*, 2018). En las comunidades Ñãñho del municipio de Amealco, Querétaro, Hernández-Sandoval *et al.* (2023) y Hernández-Puente *et al.* (2025) mencionan la presencia de *P. coccineus* y 18 nombres comunes de *P. vulgaris*.

La diversidad en los cultivos es fundamental para su adaptación a efectos de cambio climático y para satisfacer diferentes necesidades del hombre (Vargas-Vázquez *et al.*, 2014). En estudios de poblaciones de *P. vulgaris* y *P. coccineus* en Puebla, Estado de México, Guerrero y Tlaxcala con la caracterización morfoagronómica, permitieron identificar la diversidad interespecífica e intraespecífica (Castillo-Mendoza *et al.*, 2006; Vargas-Vázquez *et al.*, 2014; Espinosa-Pérez *et al.*, 2015). En específico, los caracteres relacionados con la semilla permitieron agrupar 75 poblaciones del centro-sur de México (Espinosa-Pérez *et al.*, 2015).

Con la composición química de semillas se registraron diferencias estadísticas significativas entre *P. vulgaris* y *P. coccineus*. Con lo que respecta al contenido de proteínas, azúcares, fenoles y metabolitos secundarios (Quiroz-Sodi *et al.*, 2018; Pérez-Herrera *et al.*, 2002; Aquino-Bolaños *et al.*, 2021).

Asimismo, existe diversidad intraespecífica en ambas especies. Fernández-Valenciano y Sánchez-Chávez (2017) encontraron diferencias significativas en las propiedades fisicoquímicas de variedades mejoradas de *P. vulgaris* en el contenido de fibra, proteínas y hierro. En esta misma especie, Granito *et al.* (2009) señalaron diferencias en el contenido de nutrientes entre las muestras crudas y cocidas. Un estudio realizado por Teniente-Martínez *et al.* (2006) encontraron diferencias en el contenido de proteínas de *P. coccineus* negro (23.8%) y morado (21.9%) de la sierra norte del estado de Puebla. No obstante, el frijol morado contiene mayor contenido de cenizas, grasas y carbohidratos.

En 2023 la producción de frijol fue de 724 000 t (SIAP, 2024) la más baja reportada en los últimos 30 años. La riqueza genética del frijol enfrenta graves problemas debido al cambio de hábitos de consumo, la industrialización que impacta al campo y la sustitución de alimentos por comida rápida. El manejo de monocultivos ha reducido el uso de variedades, las cuales se encuentran asociadas al maíz criollo dentro de la milpa. Es por ello que, en el presente estudio se hizo la caracterización morfológica y química de semillas nativas de *P. vulgaris* y *P. coccineus* de las comunidades Ñãñho de Amealco, Querétaro, para identificar la diversidad inter e intraespecífica que conservan y seleccionan los agricultores.

Materiales y métodos

Material biológico

La caracterización morfológica y el análisis químico proximal se llevó a cabo en el año 2024 en la Facultad de Ciencias Naturales de la Universidad Autónoma de Querétaro (UAQ). Se utilizaron semillas que se encuentran en resguardo en el Banco de Germoplasma-UAQ. Se seleccionaron las colectas de *P. vulgaris* y *P. coccineus* de tres comunidades indígenas Ñãñho, que corresponden a San Miguel Tlaxcaltepec, San Ildefonso Tultepec y Santiago Mexquititlán del municipio de Amealco de Bonfil, Querétaro, México.

Se seleccionaron las colectas más recientes que corresponde a los años 2021 y 2022. Se caracterizaron 21 accesiones de las cuales ocho pertenecían a la especie *P. coccineus* (PC) y 13 a *P. vulgaris* (PV). Los nombres comunes para las accesiones de PC referidos en los datos pasaporte fueron: bayocote, frijol grande y burro. En el caso de PV algunas tienen nombre común como la accesión PV2 denominado ojo de cabra, PV7 cacahuete, PV8 rojo, PV10 y PV11 san franciscano y PV13 vaquita.

Caracterización morfológica de semillas

Para el análisis morfológico se usaron 50 semillas por accesión. Se evaluaron cuatro variables morfológicas cuantitativas: peso, grosor, anchura y longitud. También, se caracterizaron 11 variables cualitativas, con sus diferentes estados de carácter, conforme a la guía técnica de descripción varietal de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) (SNICS, 2017) (Cuadro 1).

Cuadro 1. Caracteres cualitativos de semillas de frijol.

Caracteres cualitativos	
Forma en sección longitudinal (FSL): 6	Distribución de color secundario (DCOLSEC): 3
Forma en sección transversal (FST): 5	Distribución del color secundario (DISTRCOLSEC): 3
Número de colores (NCOL): 3	Brillo de la testa (SEMTESTA): 3
Color principal (COLPRIN): 10	Tipo de venación de la semilla (VEN): 3
Color secundario (COLSEC): 11	Color de la corona del hilillo (COLHIL): 2

El número se refiere a los estados de carácter considerados en la guía técnica de descripción varietal (SNICS, 2017).

Las mediciones del color se tomaron con un colorímetro (Precise Color Reader. WR-10), que da valores en longitud de onda L, a y b. Para la caracterización de la forma en sección longitudinal y transversal se utilizó la mitad del material, 200 semillas para *P. coccineus* y 325 para *P. vulgaris*, con 25 semillas por accesión. Para todas las mediciones morfométricas se usó un calibrador vernier digital (STAINLESS HARDENED.CAT.CA3930) y una balanza analítica (OHAUS Item Pa31).

Análisis químico proximal

La composición química del frijol se determinó de acuerdo con la asociación de químicos analíticos oficiales (AOAC, 2000). Las muestras de frijol se molieron en un molino eléctrico (IKA Works. INC. A10 52), que se utilizaron para los siguientes análisis.

Contenido de ceniza (C). La ceniza es la parte inorgánica de los alimentos que queda después de quemarlos a altas temperaturas. El análisis se llevó a cabo mediante la incineración de las muestras en una mufla a 550-600 °C por 6 h. El porcentaje se obtuvo por diferencia de pesos entre el peso de la muestra calcinada y el peso de la muestra inicial por 100.

Contenido de humedad (HD). Permite determinar el contenido de agua. Las muestras se ingresaron a la estufa de secado a una temperatura de 105 °C por 4 h. El porcentaje de humedad se obtuvo por diferencia de pesos donde se restó el peso de la muestra con el peso del crisol menos el peso del crisol con la muestra seca entre el peso total de la muestra por 100.

Contenido de proteína cruda (PC). Determina la cantidad de N presente en muestras orgánicas e inorgánicas. Se utilizó el método Kjeldahl que consta de tres pasos: digestión, destilación y titulación (AOAC, 2000). La concentración de proteína se expresó en porcentaje, considerando el factor de proteína de 6.25.

Contenido de extracto etéreo (EE). Se especificó el contenido total de materia lipídica soluble en éter. Se pesó 1.5 g de cada una de las muestras, se pasaron a la base del extractor de grasa BUCHI donde se añadió 60-80 ml de éter de petróleo. La concentración se expresó en porcentaje por diferencias de peso.

Contenido de fibra cruda (FC). Se determinó el contenido de celulosa, hemicelulosa y lignina presente en las paredes celulares. Para cada una de las muestras se pesó una bolsa filtro, se colocaron 0.5 g, fueron selladas con calor y se colocaron en un digestor. Por diferencia de peso se determinó el porcentaje de fibra.

Contenido de extracto libre de nitrógeno (ELN). Esta determinación cuantifica el contenido de carbohidratos no estructurales. Esta fracción se calcula restando 100 a la suma de los porcentajes totales: $100 - (PC\% + FC\% + C\% + EE\% + HD\%)$.

Análisis estadísticos. Para identificar las diferencias estadísticas entre las dos especies se aplicó la prueba U-MannWhitney, por no presentar una distribución normal. Para evaluar la diversidad intraespecífica en cada especie se llevaron a cabo análisis multivariados de agrupamiento (clúster) mediante el método wardD y distancia Euclidiana. También se usó el análisis de ordenación no métrico de escala multidimensional (NMDS) para identificar las principales variables que permiten agrupar las accesiones. Todos los análisis estadísticos se hicieron en el software R versión 4.

Resultados y discusión

Diversidad interespecífica de la semilla de *P. vulgaris* y *P. coccineus*

En las variables cuantitativas y cualitativas se encontraron diferencias estadísticas significativas entre las dos especies de frijol. Para los caracteres de peso, longitud, grosor y anchura *P. coccineus* resultó estadísticamente más grande que *P. vulgaris*. Para el carácter intensidad de color que se determinó a través de longitudes de onda, no se encontraron diferencias estadísticas significativas para la variable a, mientras que las variables L y b mostraron diferencias (Cuadro 2).

Cuadro 2. Caracterización morfológica de semillas de *P. vulgaris* y *P. coccineus**.

Especie	Estadística	Peso (g)	Longitud (mm)	Grosor (mm)	Anchura (mm)	L	a	b
<i>P. vulgaris</i> (n= 650)	Mínimo	0.09	3.78	3.12	4.3	10.41	0.4	1.71
	Máximo	0.6	13.14	11.6	9.39	75.42	23.5	31.9
	Promedio	0.29 ^a	9.88 ^a	5.14 ^a	7.07 ^a	39.2 ^a	9.17 ^a	14.8 ^a
	CV	31	12	19	13	33	95	49
<i>P. coccineus</i> (n= 400)	Mínimo	0.25	8.8	1.01	5.6	7.68	0.01	0.53
	Máximo	2	22.6	17.01	17.4	92.71	27.27	38.84
	Promedio	0.99 ^b	15.62 ^b	8.62 ^b	11.28 ^b	20.02 ^b	10.4 ^a	16.2 ^b
	CV	51	20	37	20	37	71	41

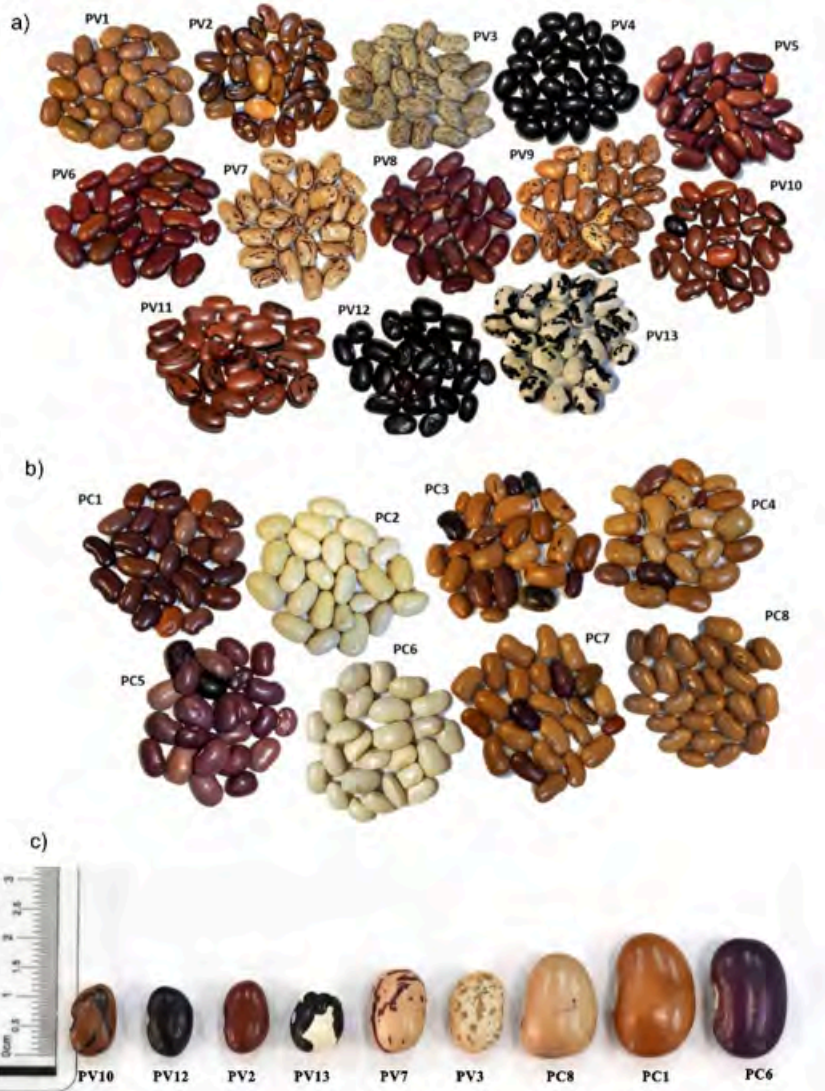
Letras diferentes en el superíndice indican diferencias estadísticas significativas.

En las características cualitativas de la semilla se encontraron diferencias. Para la forma de sección longitudinal (FSL) en ambas especies se encontraron cinco estados de carácter de los seis que considera la guía técnica de descripción varietal del SNICS (2017). En *P. vulgaris* la forma predominante fue circular con 64 semillas (33%) mientras que en *P. coccineus* fue la rectangular con 47 semillas (45%).

De igual manera, en la forma en sección transversal (FST) se encontraron presentes los cinco estados de carácter en ambas especies que considera la guía técnica. No obstante, existen diferencias entre ambas especies, la forma más común fue la aplanada con 73 semillas (47%) correspondientes a *P. vulgaris*, para *P. coccineus* la forma más predominante fue la circular con 38 semillas (40%).

En cuanto al número de colores (NCOL), *P. vulgaris* presentó una mayor diversidad con siete y *P. coccineus* con cinco. El brillo de la testa y venación es mayor en *P. coccineus* que en *P. vulgaris*, pero el color de la corona del hilo en ambas predomina el mismo que en la testa (Figura 1a y 1b).

Figura 1. Acciones de semillas analizadas: a) *P. vulgaris* (PV); b) *P. coccineus* (PC); y c) tamaños de diferentes muestras de semillas de frijol (cm).



Se encontró una mayor diversidad de colores en *P. vulgaris* que en *P. coccineus*, similar a lo señalado por Castillo-Mendoza *et al.* (2006) en el estudio de la diversidad morfológica de frijol del norte de Morelos y del oriente del Estado de México, es posible que la predominancia de ciertos colores dependa de la región y uso.

Diversidad morfológica intraespecífica de semillas de *P. vulgaris* y *P. coccineus*

Como se observó en el Cuadro 2, *P. coccineus* tiene mayor diversidad intraespecífica. En peso, longitud, grosor, anchura, de esta especie tiene valores de CV mayores que *P. vulgaris*. En el peso *P. coccineus* tiene un mínimo de 0.25 g y un máximo de 2 g (CV: 51%), por el contrario *P. vulgaris*

de 0.09 a 0.6 g (CV: 31%). En longitud *P. coccineus* tiene valores de 8.8 a 22.6 mm (CV: 20%) y *P. vulgaris* de 3.78 a 13.14 mm (CV: 12%).

Diferentes estudios de caracterización morfológica en *P. vulgaris* y *P. coccineus* demostraron que uno de los principales caracteres que permiten agrupar las diferentes poblaciones son las características relacionadas con el color, tamaño, peso y el origen geográfico de la semilla (Castillo-Mendoza *et al.*, 2006; Espinoza-Pérez *et al.*, 2015; López-Báez *et al.*, 2018). Esto puede deberse a que durante el proceso de domesticación los principales criterios de selección es el tamaño, color y precocidad de la semilla (López-Báez *et al.*, 2018).

En el caso de la diversidad de colores presentes en ambas especies, depende de la región y de los usos que se le den, ya sea en la gastronomía tradicional o para cultivo (Vargas-Vázquez *et al.*, 2012). Las diferencias morfológicas intraespecíficas pueden deberse a los rangos de adaptación a diferentes condiciones ambientales y aspectos biológicos de las especies, ya que *P. vulgaris* es autógama, con CV menores que *P. coccineus* que es alógama con polinización abierta (López-Báez *et al.*, 2018; Ayala-Garay *et al.*, 2021).

Diversidad de la composición química entre *P. vulgaris* y *P. coccineus*

No se encontraron diferencias estadísticas significativas en el contenido de humedad, cenizas, extracto etéreo, fibra cruda y extracto libre de nitrógeno entre *P. vulgaris* y *P. coccineus*. No obstante, si fueron estadísticamente diferentes en el porcentaje de proteína cruda (Cuadro 3).

Cuadro 3. Composición química de semillas de *P. vulgaris* y *P. coccineus*.

Especie	Estadística	Humedad (%)	Cenizas (%)	Proteína cruda (%)	EE (grasa) (%)	Fibra cruda (%)	ELN (%)
<i>P. vulgaris</i> (n= 13)	Mínimo	7.96	3.73	15.26	0.67	0.49	59.23
	Máximo	9.42	4.92	22.37	2.78	7.86	66.41
	Promedio	8.58 ^a	4.29 ^a	18.41 ^a	1.66 ^a	4.34 ^a	62.71 ^a
	CV	4	7	10	28	28	1
<i>P. coccineus</i> (n= 8)	Mínimo	7.78	3.58	13.85	0.31	3.03	60.69
	Máximo	8.653	5.03	19.61	2.12	9.48	67.89
	Promedio	8.21 ^a	4.35 ^a	16.82 ^b	1.33 ^a	4.96 ^a	64.1 ^a
	CV	4	10	10	43	28	1

EE= extracto etéreo; ENL= extracto libre de nitrógeno. Letras diferentes en el superíndice indican diferencias estadísticas significativas.

Diversidad química intraespecífica en *P. vulgaris* y *P. coccineus*

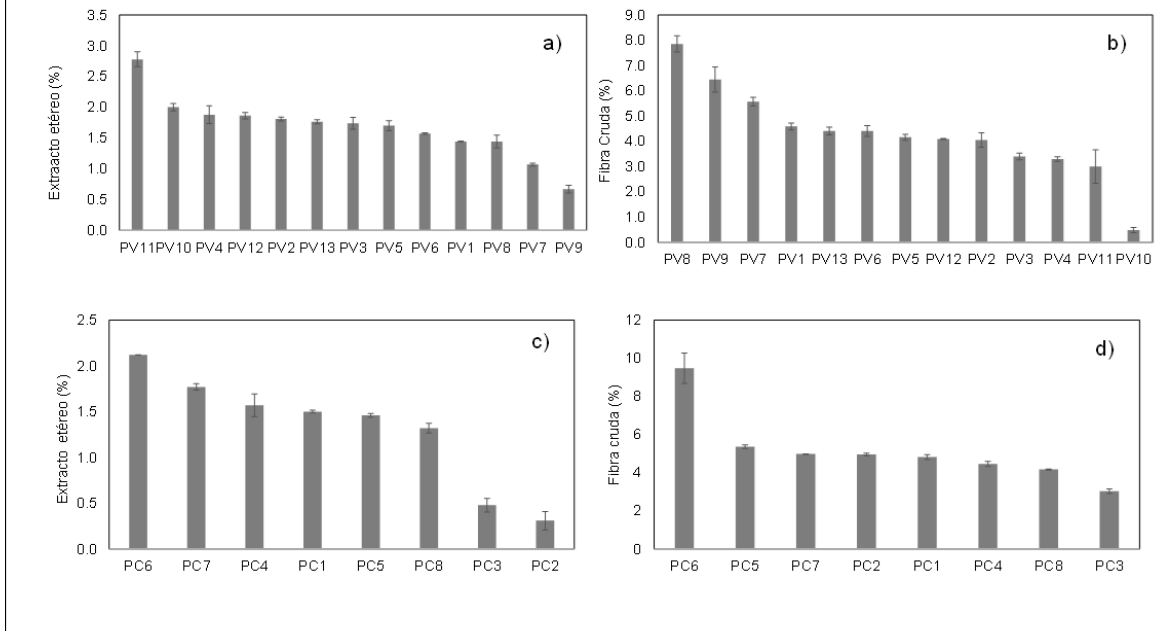
Como se observa en el Cuadro 3, el porcentaje de humedad, cenizas, proteína cruda y extracto libre de nitrógeno, presentan un CV igual o menor a 10 en ambas especies. Por lo que, el contenido es similar entre las diferentes accesiones conforme a los valores de mínimos y máximos obtenidos.

Por el contrario, en el porcentaje de extracto etéreo y fibra cruda el CV es de 28% a 43%, por lo que existe diversidad intraespecífica en ambas especies. En el caso de *P. vulgaris* la accesión PV9 presentó los valores más bajos del contenido de extracto etéreo con 0.67% y la accesión PV11 (san franciscano) con los valores más altos con 2.78%.

En el caso de *P. coccineus* las accesiones con los valores más bajos fueron PC2 (bayocote blanco) con 0.31% y los más altos PC6 (bayocote morado) con 2.12% (Figura 2a y 2c).



Figura 2. Porcentaje de extracto etéreo y fibra en semillas de frijol; a y b) *P. vulgaris* (PV); c y d) *P. coccineus* (PC).



En el porcentaje de fibra cruda la accesión con el valor más bajo *P. vulgaris* fue la accesión PV10 (san franciscano) con 0.49%, diferente estadísticamente al contenido de la accesión PV8 con el valor más alto de 7.86%. En *P. coccineus*, la accesión con el porcentaje más bajo fue PC3 con 3.03% y el más alto PC6 (bayocote morado) con 9.48%, con diferencias estadísticas significativas (Figura 2b y 2d).

Aquino-Bolaños *et al.* (2021) y Pérez-Herrera *et al.* (2002) también señalan un mayor contenido del porcentaje de proteína cruda en *P. vulgaris*, que en *P. coccineus*. En relación con el contenido de extracto etéreo Granito *et al.* (2009); Teniente-Martínez *et al.* (2006); Pliego *et al.* (2013) mencionan que en *P. vulgaris* y *P. coccineus* puede ir desde 1.2 a 3.78%.

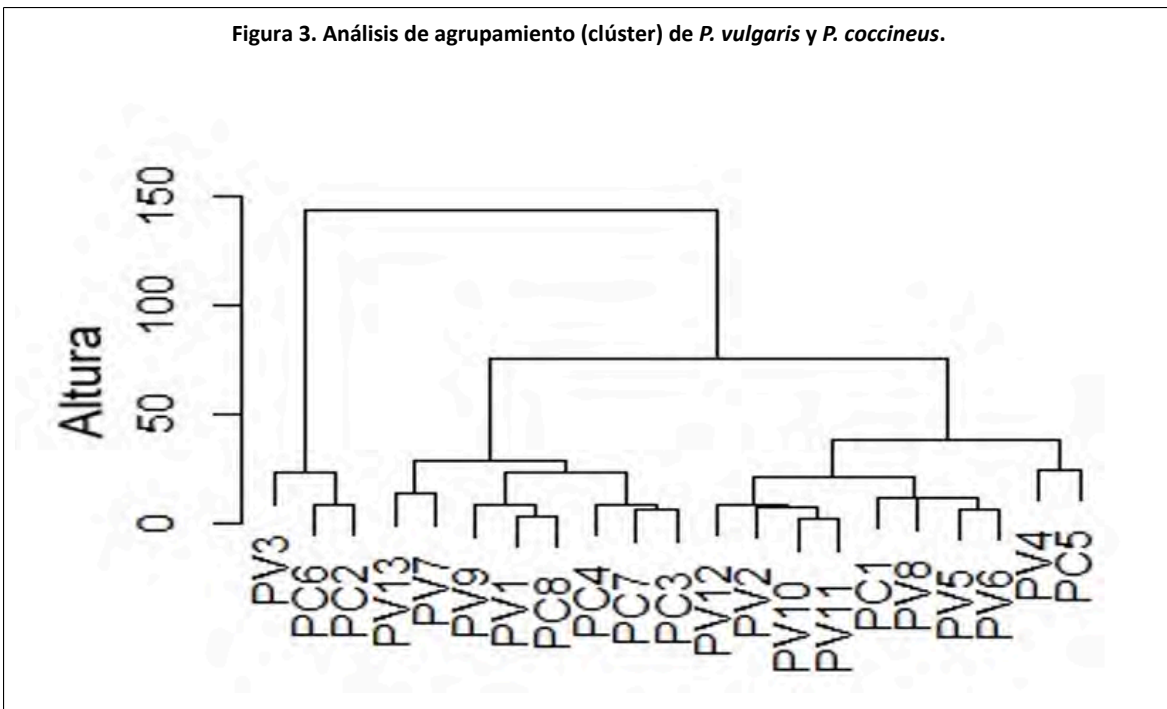
Por otra parte, en seis variedades mejoradas de *P. vulgaris* los porcentajes de fibra cruda pueden estar entre 5.55 a 11.35% (Fernández-Valenciano y Sánchez-Chávez, 2017). Estos intervalos amplios pueden deberse aspectos de selección y manejo por parte de los agricultores, la disponibilidad de nutrientes en las áreas de siembra, pues influye en la concentración de algunos de estos compuestos (Granito *et al.*, 2009).

Diversidad morfológica y química interespecífica entre *P. vulgaris* y *P. coccineus*

Considerando las variables cuantitativas morfológicas y los resultados de la composición química en el análisis de clúster de similitud con las dos especies se forman dos grupos. No obstante, no se separaron las dos especies. El grupo uno está conformado por la accesión PC6 y PC2 de *P. coccineus* y PV3 de *P. vulgaris*. El grupo dos, tiene dos subgrupos uno con cuatro accesiones de *P. vulgaris* y cuatro de *P. coccineus* y el otro con ocho de la primera especie y dos de la segunda especie (Figura 3). Lo cual, se debe a que existen diferencias morfológicas, pero en la composición química son similares. Conforme al análisis NMDS (estrés: 0.09) las variables que permiten agrupar las accesiones son tamaño de la semilla, grosor de la semilla y color de la semilla.



Figura 3. Análisis de agrupamiento (clúster) de *P. vulgaris* y *P. coccineus*.



Esta diversidad intraespecífica coincide con los estudios de Hernández-Sandoval *et al.* (2023); Hernández-Puente *et al.* (2025) quien señalan la presencia de diferentes variedades tradicionales en las comunidades de estudio. Espinoza-Pérez *et al.* (2015) también con caracterización morfológica de semilla agruparon en 13 clases a 75 poblaciones de *P. vulgaris* del centro-sur de México. Para esta misma especie. Vargas-Vázquez *et al.* (2012) agruparon 200 poblaciones de la colección núcleo del INIFAP en cinco. Vargas-Vázquez *et al.* (2014) en la caracterización morfoagronómica de *P. coccineus* agruparon las poblaciones en cuatro con base a su origen geográfico, precocidad y tamaño de semilla.

Conclusiones

Se encontró diversidad inter e intraespecífica entre *P. vulgaris* y *P. coccineus* de las tres comunidades Nãño de Amealco, Querétaro. Los principales caracteres que agruparon las colectas fueron el color, tamaño, peso de las semillas, extracto etéreo y fibra cruda.

Destaca un mayor contenido del porcentaje de proteína y diversidad intraespecífica para *P. vulgaris*. Los caracteres morfológicos y composición química de las semillas nos permitieron diferenciar grupos tanto en *P. vulgaris* como en *P. coccineus*, pero sin formar grupos diferentes entre ambas. Estos materiales pueden ser fuente de genes para programas de mejoramiento genético para la generación de variedades altamente nutritivas.

Bibliografía

- 1 AOAC. Association of Official Analytical Chemist. 2000. Official Methods of Analysis (17th). Ed. AOAC International. Guithersbur, MD, EE. UU.
- 2 Aquino-Bolaños, E.; Garzón-García, A. K.; Alba-Jiménez, J. E.; Chávez-Servia, J. L.; Vera-Guzmán, A. M.; Carrillo-Rodríguez, J. C. and Santos-Basurto, M. A. 2021. Physicochemical characterization and functional potential of *Phaseolus vulgaris* L. and *Phaseolus coccineus* L. landrace green beans. *Agronomy*. 11(4):803. Doi: 10.3390/agronomy11040803.

- 3 Ayala-Garay, A. V.; García-Lemus, D. E. y Acosta-Gallegos, J. A. 2021. Origen y domesticación del género *Phaseolus*. In: Ayala-Garay, A.; Acosta-Gallegos, J. A. y Reyes-Muro, L. (Eds.). El cultivo del frijol presente y futuro para México. INIFAP, México. 15-27 pp.
- 4 Castillo-Mendoza, G.; Ramírez-Vallejo, P.; Castillo-González, F. y Miranda-Colín, S. 2006. Diversidad morfológica de poblaciones nativas de frijol común y frijol ayocote del oriente del Estado de México. *Revista Fitotecnia Mexicana*. 29 (2):111-119.
- 5 Espinosa-Pérez, E. E.; Ramírez-Vallejo, P.; Crosby-Galván, M.; Estrada-Gómez, J. A.; Lucas-Florentino, B. y Chávez-Servía, J. L. 2015. Clasificación de poblaciones nativas de frijol común del centro-sur de México por morfología de semilla. *Revista Fitotecnia Mexicana*. 29(1):29-38.
- 6 Fernández-Valenciano, A. M. y Sánchez-Chávez, E. 2017. Estudio de las propiedades fisicoquímicas y calidad nutricional en distintas variedades de frijol consumidas en México. *Nova Scientia*. 9(18):133-148: Doi <https://doi.org/10.21640/ns.v9i18.763>.
- 7 Granito, M.; Guinand, J.; Pérez, D. y Pérez, S. 2009. Valor nutricional y propiedades funcionales de *Phaseolus vulgaris* procesada: un ingrediente potencial para alimentos. *Interciencia* 34(1):064-070.
- 8 Hernández-Puente, K. N.; Hernández-Sandoval, L.; González-Santos, R.; Casas, A.; Martínez, M. and Steimann, V. W. 2025. Diversity management and uses of edible plants in a Nãñho community of Southern Querétaro, México. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine* 21(1):18. Doi: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC11899470/>.
- 9 Hernández-Sandoval, L.; González-Santos, R.; Hernández-Puente, K. N. 2023. Catálogo de semilla nativa y naturalizada de tres comunidades indígenas de Amealco, Querétaro. Universidad Autónoma de Querétaro (UAQ). Ciudad de México. 75 p.
- 10 López-Báez, L. I.; Taboada-Gaytán, O. R.; Gil-Muñoz, A.; López, P. A.; Ortiz-Torres, E.; Vargas-Vázquez, M. L. P. y Díaz-Cervantes, R. 2018. Diversidad morfoagronómica del frijol en altiplano centro-oriente de Puebla. *Revista Fitotecnia Mexicana*. 41(4-A):487-497.
- 11 Pérez-Herrera, P.; Esquivel-Esquivel, G.; Rosales-Serna, R.; Acosta-Gallegos, J. A. 2002. Caracterización física, culinaria y nutricional de frijol del altiplano subhúmedo de México. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*. 52(2):172-180.
- 12 Pliego L.; López J.; Aragón E. 2013. Características físicas, nutricionales y capacidad germinativa de frijol criollo bajo estrés hídrico. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*. 4(6):1197-1209.
- 13 Quiroz-Sodi, M.; Mendoza-Díaz, S.; Hernández-Sandoval, L. and Carrillo-Ángeles, I. 2018. Characterization of the secondary metabolites in the seeds of nine native bean varieties (*Phaseolus vulgaris* and *P. coccineus*) from Querétaro, Mexico. *Botanical Sciences*. 96(4):650-661.
- 14 SIAP. 2024. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. Panorama agroalimentario 2018-2024. Agricultura-SIAP. 207 p.
- 15 SNICS. 2017. Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas. Guía técnica para la descripción varietal. (*Phaseolus vulgaris* L.). Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas (SNICS). Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). México, DF. 36 p.
- 16 Teniente-Martínez, G.; González-Cruz, L.; Cariño-Cortez, R. y Bernardino-Nicanor, A. 2006. Caracterización de las proteínas del frijol ayocote (*Phaseolus coccineus* L.). *Investigación y Desarrollo en Ciencias y Tecnología de Alimentos*. 1(1):1-6.
- 17 Vargas-Vázquez, M. L. P.; Muruaga-Martínez, J. C.; Mayek-Pérez, N.; Pérez-Guerrero, A.; Ramírez-Sánchez, S. E. 2014. Caracterización de frijol ayocote (*Phaseolus coccineus* L.) del Eje Neovolcánico y la Sierra Madre Oriental. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*. 5(2):191-20.
- 18 Vargas-Vázquez, M. L. P.; Muruaga-Martínez, J. C.; Lépiz-Idelfonso, R. y Pérez-Guerrero, A. 2012. La colección INIFAP de frijol ayocote (*Phaseolus coccineus* L.) I. Distribución geográfica de sitios de colecta. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*. 3(6):1247-1259.

Caracterización de semillas de frijol de comunidades Nãño de Amealco, Querétaro

Journal Information
Journal ID (publisher-id): remexca
Title: Revista mexicana de ciencias agrícolas
Abbreviated Title: Rev. Mex. Cienc. Agríc
ISSN (print): 2007-0934
Publisher: Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias

Article/Issue Information
Date received: 01 January 2026
Date accepted: 01 March 2026
Publication date: 19 June 2026
Publication date: 2026
Volume: 17
Issue: 4
Electronic Location Identifier: e4017
DOI: 10.29312/remexca.v17i4.4017

Categories

Subject: Artículo

Palabras clave:

Palabras clave:

P. coccineus

P. vulgaris

morfología

química

Counts

Figures: 3

Tables: 3

Equations: 0

References: 18