

El almacenamiento prolongado afecta la calidad nutricional y el tiempo de cocción del frijol ayocote

Priscila Vázquez-Herrera¹
Oswaldo Rey Taboada-Gaytán^{2,§}

1 Instituto Tecnológico Superior de Ciudad Serdán. (16cs0276@cdserdan.tecnm.mx)

2 Campus Puebla-Colegio de Postgraduados. Boulevard Forjadores de Puebla núm. 205, Santi ago Momoxpan, San Pedro Cholula, Puebla, México. CP. 72760. (toswaldo@colpos.mx).

Autor para correspondencia: toswaldo@colpos.mx

Resumen

El consumo de frijol ayocote es recomendable por su alto contenido de proteína, pero los productores rurales prefieren consumir frijol común y almacenar las semillas de ayocote para su consumo ocasional o hasta que su demanda en el mercado haga más rentable su comercialización. Se estudió el efecto del periodo de almacenamiento sobre el tiempo de cocción y la calidad nutricional de las semillas de frijol ayocote. Durante el año 2021 se determinó el contenido de carbohidratos, ceniza, fibra, grasa y proteína, así como los tiempos de cocción de semillas de ayocote de una variedad con color de grano negro producidas en diferentes años (2017, 2018, 2019 y 2020) y localidades. Se utilizaron como testigos una variedad de frijol ayocote con semilla de color blanco y una de frijol común de color negro (CPV-F52) producidas en 2020. Los datos se analizaron bajo un diseño completamente al azar con tres repeticiones; la comparación de medias se hizo con la prueba de Tukey ($p < 0.05$). Las semillas de ayocote de los años 2017 y 2018 presentaron porcentajes de proteína (22.49% y 22.77%) y tiempos de cocción (253 y 226 min) similares, mientras que las producidas en 2020 tuvieron 25.43% y 108 min, respectivamente; la variedad CPV-F52 presentó un contenido de proteína de 27.61% y un tiempo de cocción de 105 min. El contenido de proteína de las semillas de frijol ayocote disminuye conforme aumenta el periodo de almacenamiento, mientras que el tiempo de cocción se incrementa de manera proporcional a la duración del almacenamiento.

Palabras clave:

Phaseolus coccineus, cocción de la semilla, contenido de proteína.



License (open-access): Este es un artículo publicado en acceso abierto bajo una licencia **Creative Commons**

El frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) es una leguminosa que se cultiva en diferentes partes del mundo, en regiones, ambientes y climas muy diversos. En México es uno de los cultivos de mayor importancia, ya que es parte de la fuente diaria de proteínas, calorías, vitaminas del complejo B y minerales en la dieta de los mexicanos; además, es una fuente de ingresos económicos de los productores que cultivan esta especie (Cid *et al.*, 2014).

Su contenido de proteína es de 14-33% y se caracteriza porque es deficiente en aminoácidos azufrados y triptófano, pero contiene grandes cantidades de lisina. Tiene 1.5-6.2% de lípidos con diferentes ácidos grasos, especialmente monoinsaturados y poliinsaturados, como oleico, linoleico y linolénico (Bolaños-Silvestre, 2011). El frijol ayocote (*Phaseolus coccineus* L.), también conocido como patol, frijolón, pak y cimarrón, se utiliza como alimento humano en estado inmaduro y seco. Es una especie adaptada a ambientes variados, muestra diversidad genética alta debido a su alto porcentaje de cruzamiento natural (14.7%) y por ello requiere un manejo agronómico diferente al del frijol común (Muruaga *et al.*, 1992) lo que dificulta la pureza de las variedades nativas.

La especie es una opción productiva en diferentes regiones de México. Este tipo de frijol es una fuente de nutrientes como proteínas, fibra dietética y carbohidratos por su contenido de almidón. Sin embargo, de manera similar a las semillas de frijol común, las semillas de frijol ayocote pueden presentar factores antinutricionales que incluyen inhibidores enzimáticos, hemaglutininas, factores de flatulencia, taninos, fenoles y ácido fítico.

La cocción en las semillas de frijol común elimina por completo las hemaglutininas, pero la tripsina que contiene es más resistente al calor (Antunes y Sgarbieri, 1980). Los análisis químicos proximales del frijol ayocote muestran que la concentración de proteína en sus semillas es mayor en las de color negro (23.8%) el que mostró mayor concentración en comparación con el frijol morado (21.93%) (Teniente-Martínez *et al.*, 2016).

El almacenamiento prolongado, durante meses o años o bien por periodos cortos bajo condiciones inadecuadas provoca el deterioro de la calidad del grano, disminuyendo su valor comercial (Jacinto-Hernández, 2017). El principal cambio que se observa es el oscurecimiento de la testa y el decremento de la calidad culinaria del grano (Martín *et al.*, 1997). En este sentido, la calidad de la semilla de frijol no solo está determinada por el aspecto físico, tamaño uniforme, color similar y sin daños ni defectos, sino también por una oportuna fiscalización de su producción y cosecha de campo, un apropiado beneficio y almacenamiento (Cid *et al.*, 2014).

Adicionalmente, la calidad del grano de frijol es determinada por la variedad, manejo agronómico, condiciones del cultivo y posteriormente de almacenamiento del grano. Los principales factores que influyen en el deterioro del grano en almacén son el alto contenido de humedad en el grano almacenado, elevada temperatura del ambiente o de bodega y la presencia de hongos, bacterias y roedores (Cid *et al.*, 2014).

Durante el almacenamiento, la semilla puede absorber humedad del ambiente o liberar humedad hacia el mismo, hasta llegar a un equilibrio con la humedad relativa del ambiente; si la humedad relativa es alta, la semilla se deteriorará más rápidamente, por lo que el alto contenido de humedad en la semilla y del ambiente provoca el deterioro, pues se incrementa la tasa de respiración, pérdida de vigor y germinación de la semilla (FAO, 2012).

El almacenamiento en condiciones que dañan la semilla, como temperatura y humedad relativa altas, ocasionan el fenómeno de dureza para la cocción del frijol domesticado, pero no del silvestre (Peña-Valdivia *et al.*, 1999). Los cambios poscosecha más frecuentemente observados, son el oscurecimiento, también llamado 'oxidación', de los granos de testa clara y el endurecimiento, que a la vez provoca el aumento de su tiempo de cocción.

Tanto la oxidación como el endurecimiento son ocasionados principalmente por el tiempo prolongado de almacenamiento o por condiciones inadecuadas en el almacén (Liu, 1995), aunque la dureza puede ser también de origen genético. El tiempo de cocción del frijol, una característica que determina la preferencia del consumidor, es considerada importante en los

programas de mejora genética, especialmente en México, donde 96% del frijol producido se consume a través de preparaciones caseras (Jacinto-Hernández, 2002).

Con base en lo anterior, esta investigación tiene como propósito principal el generar información acerca del efecto del periodo de almacenamiento sobre el tiempo de cocción de las semillas y la calidad nutrimental de las mismas. Esta investigación se llevó a cabo en el Laboratorio de Análisis Físicoquímicos, Bioquímicos y Biológicos del Campus Puebla del Colegio de Postgraduados.

Se estudiaron semillas de ayocote de una variedad de color negro identificada como Población 89 y que fueron cosechadas en los siguientes años y localidades: 2017 en San Buenaventura Tecalzingo, Municipio de San Martín Texmelucan, 2018 en Calpan, Municipio de San Andrés Calpan, 2019 en Moyotzingo, Municipio de San Martín Texmelucan y en 2020 en Santa María Zacatepec, Municipio de Juan C. Bonilla. Se incluyeron como testigos la semilla de la Población 84, que es un ayocote con color de grano blanco, producida en 2020 en el municipio de Huejotzingo, Puebla y la variedad registrada de frijol negro común CPV-F52, obtenida en el mismo año en San Andrés Calpan.

Se utilizó un diseño experimental completamente al azar, con tres repeticiones de cada variable evaluada. Los datos obtenidos se sometieron a un análisis de varianza y prueba de medias (Tukey $p < 0.05$). Los análisis estadísticos se realizaron utilizando el procedimiento GLM del paquete estadístico Statistical Analysis System (SAS) (SAS, 2020).

Se tomaron 50 semillas de cada una de las variedades utilizadas en el estudio, se colocaron en el molino industrial (Micro-Mill Grinder) y se molieron por 4 min hasta obtener una harina fina. La harina que se obtuvo de la molienda se utilizó para los diferentes análisis bromatológicos, donde se determinó el contenido nutricional (proteína, grasa, carbohidratos, fibra, ceniza) mediante análisis proximales. Para obtener la cantidad de proteína cruda se utilizó el método Kjeldahl del manual de técnicas químicas oficiales AOAC (1990).

Para cuantificar el contenido de fibra cruda se utilizó el aparato de digestión (Ankom 200/220 analizador de fibra) y bolsas filtro Ankom F57. Para calcular el contenido de grasas se siguió el método de Soxhlet mediante un extracto etéreo; se utilizó el equipo Soxhlet y el hexano como solvente. El contenido de carbohidratos totales (CT) se determinó al calcular la diferencia que existe entre el peso original de la muestra y la suma del peso de agua, grasa, proteína, fibra cruda y cenizas. Para calcular el porcentaje de carbohidratos totales se utilizó la siguiente fórmula: $\% \text{CT} = 100 - (\% \text{ humedad} + \% \text{ ceniza} + \% \text{ proteína} + \% \text{ grasa} + \% \text{ fibra cruda})$. Para conocer el contenido de cenizas se utilizó el método basado en la incineración de la muestra (Nollet, 1996).

Para precisar los tiempos de cocción de las semillas se utilizó la mecánica de remojo, que consiste en que las semillas a analizar se depositaron en un recipiente al cual se le agregó un volumen de 100 ml de agua potable a temperatura ambiente por un periodo de 11 h. Posterior al remojo, las 25 semillas de frijol por repetición de cada variedad se cocieron en cacerolas de aluminio con teflón CINSA con tapa de vidrio y válvula de escape de presión de 16 cm de diámetro y una capacidad de 1.4 L, para lo cual se utilizó una estufa de gas marca Mabe con cuatro parrillas. El tiempo de cocción de las 75 semillas se determinó mediante una prueba sensorial entre el dedo pulgar y el dedo índice para percibir la suavidad de la semilla (NMXF-090-S-1978).

En el Cuadro 1 se presentan los cuadrados medios de las variables químicas de las poblaciones de frijol ayocote y frijol común. Se presentaron diferencias estadísticas a $p \leq 0.001$ y $p \leq 0.05$. El contenido de proteína presentó una diferencia estadística significativa, lo que indica que uno de los tratamientos en porcentaje de proteína es diferente a los demás, lo que hace que el tipo de semilla que presente el contenido de proteína más elevado tendrá una mayor calidad nutricional. Lo mismo ocurrió para las variables de humedad, grasa y carbohidratos, en el caso de los contenidos de ceniza y fibra, no se observaron diferencias estadísticas significativas.

Cuadro 1. Cuadrados medios de variables químicas en muestras de frijol ayocote y frijol común (CPV-F52).

Fuente de Variación	gl	Hum (%)	Prot (%)	Ceniza (%)	Grasa (%)	Carb (%)	Fibra (%)	TDC (min)
Origen	5	42.39 ^{***}	32.99 ^{**}	5.99 ns	1.78 [*]	197.29 ^{***}	2.67 ns	10777.7 ^{***}
Error	12	3.94	5.44	6.6	0.57	9.16	1.2	219.5
CV		19.62	10.14	44.91	23.16	6.33	15.75	9.57
Media		10.11	22.99	5.72	3.25	47.81	6.97	154.83

Gl= grados de libertad; Hum= humedad; Prot= proteína; Carb= carbohidratos; TDC= tiempos de cocción; CV= coeficiente de variación; ns: diferencia no significativa, ^{*}, ^{**} y ^{***} = significancia estadística a $p \leq 0.05$, $p \leq 0.01$ y $p \leq 0.001$, respectivamente.

En cuanto a los resultados de tiempos de cocción, hubo diferencia estadística significativa ($p \leq 0.001$) para las variedades con diferente tiempo de almacenamiento, debido a que el periodo en que las semillas permanecen en almacén les afecta de manera negativa, provocando un deterioro del grano lo cual genera un tiempo de cocción más largo a comparación de las semillas nuevas.

En el Cuadro 2 se presenta el análisis químico proximal para contenido de proteína y fibra en harina de las diferentes variedades de frijol ayocote y la variedad de frijol común. Se observa que la concentración de proteína varía de acuerdo con su tiempo de almacenamiento, siendo el frijol negro común (CPV-F52) (27.61%) el que mostró mayor concentración en comparación con el frijol de la POB-89 color negro de origen 2017 (22.49%).

Cuadro 2. Composición química de harina de frijol ayocote y frijol común.

Variedad	Año de cosecha	Proteína (%)	Carb (%)	Grasa (%)	Fibra (%)
CPV-F52	2020	27.61 a	44.09 c	3.03 ab	5.67 a
POB-89	2020	25.43 a	49.77 abc	4.64 a	6.41 a
POB-89	2018	22.77 ab	53.52 ab	3.11 ab	7.06 a
POB-89	2017	22.49 ab	48.09 bc	2.87 ab	7.34 a
POB-89	2019	21.72 ab	57.19 a	3.47 ab	6.86 a
POB-84	2020	17.91 b	34.08 d	2.37 b	8.48 a
DMS		6.39	8.29	2.06	3.01

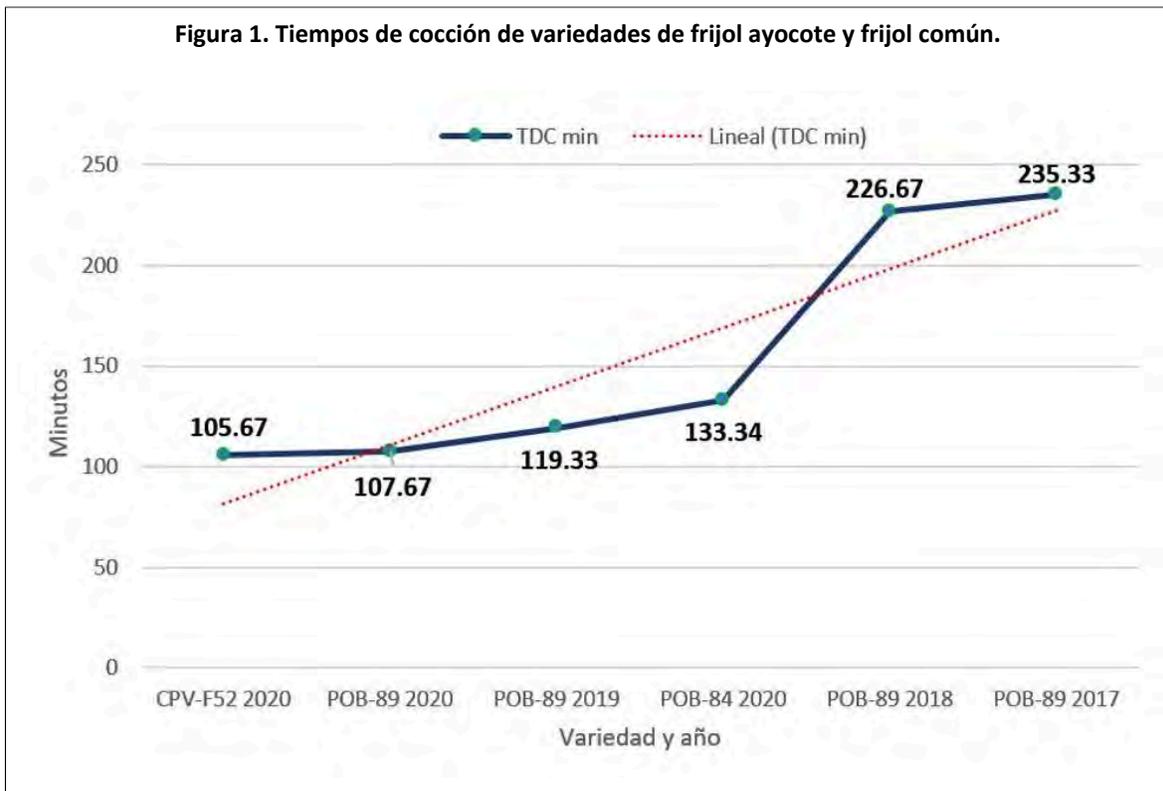
Carb= carbohidratos. Valores en la misma columna con la misma letra no son estadísticamente diferentes (Tukey, $p \leq 0.05$).

Los resultados que se obtuvieron mediante el análisis para frijol negro común fueron similares a los reportados por Bolaños-Silvestre (2011) para frijol pinto saltillo, mientras que los resultados obtenidos para frijol ayocote fueron menores en comparación al ayocote negro (23.8%) reportado por Teniente-Martínez *et al.* (2016), salvo para el caso de la POB-89 negro con origen en 2020. Lo anterior, demuestra que las semillas con un menor periodo de almacenamiento tendrán una mejor calidad nutricional y en consecuencia, las semillas con un periodo prolongado de almacenamiento serán de menor valor nutricional, principalmente en el contenido de proteína.

En cuanto a contenido de fibra, los resultados muestran que las variedades de la POB-89 color negro son similares entre sí, en comparación a las semillas del testigo de la POB-84 color blanco, la cual mostró un valor numéricamente superior al de las demás semillas, mientras que el testigo CPV-F52 presentó un valor más bajo; aun así, su contenido de fibra es similar al de las semillas de ayocote. Estos resultados son similares a los obtenidos por Bolaños-Silvestre (2011) para frijol pinto saltillo.

En cuanto al contenido de carbohidratos, no se detectó un efecto del periodo de almacenamiento sobre esta variable en las semillas de frijol ayocote. De manera general, se observó que las semillas de ayocote de color negro, sin importar la edad de estas, presentaron contenidos más altos que las semillas de frijol común o de las de frijol ayocote blanco. En el cocimiento de semillas de haba se ha reportado algo similar, pues los contenidos de proteína disminuyeron en haba hervida, pero los contenidos de carbohidratos sufrieron un incremento (Maya-Ocaña, 2009).

La misma tendencia se observó para el contenido de grasa, pero en este caso las semillas de la Población 89 con un periodo de almacenamiento menor presentaron los valores más altos para esta variable. En la Figura 1 se muestran los tiempos de cocción de las semillas de frijol ayocote y frijol común. Se observó una gran variación, misma que tuvo una relación proporcional entre el tiempo de almacenamiento del grano y el tiempo requerido para el cocimiento de este; es decir, en general, a mayor tiempo de almacenamiento las semillas tardarán más en cocinarse y viceversa.



La duración del periodo de almacenamiento guarda una relación directa con el tiempo de cocción de las semillas. El almacenamiento prolongado, durante meses o años bajo condiciones inadecuadas, provoca el deterioro de la calidad del grano (Jacinto-Hernández, 2017). El almacenamiento en condiciones que dañan la semilla, como la temperatura y la humedad altas ocasionan el fenómeno de dureza para la cocción del frijol domesticado, pero no del silvestre (Peña-Valdivia *et al.*, 1999).

En trabajos similares se reporta que el tiempo para la cocción de los granos de frijol común se encuentra en el intervalo de 92 a 154 min, mientras que para el frijol ayocote este puede ser de hasta 317 minutos (Martínez-López, 2018); lo anterior quedó de manifiesto para la semilla de frijol común CPV-F52 y semilla de la población 89 origen 2020, ya que estas semillas tuvieron un menor tiempo de cocción. Las semillas de ayocote de origen 2017 y 2018 tuvieron un mayor tiempo de cocción con 235.33 y 226.67 min, respectivamente; estos tiempos de cocción fueron

mayores a los reportado por Muñoz-Velázquez *et al.* (2009) en frijoles nativos del estado de Hidalgo.

La cocción gelatiniza el almidón, altera la textura y mejora el sabor de las leguminosas. El calor moderado aumenta la disponibilidad de las proteínas en la mayoría de las leguminosas y debilita el material de la unión intercelular, de manera que la presión de un tenedor o de los dientes, hace que se separen las células intactas rellenas de almidón (Charley, 1999). Las semillas con un menor periodo de almacenamiento tienen una mejor facilidad de absorción de agua (Peña-Valdivia *et al.*, 1999); lo anterior queda de manifiesto en el caso de las semillas de la POB-89 de origen 2017 y 2018 que presentaron un tiempo más elevado de cocimiento, debido a que son semillas con un mayor periodo de almacenamiento, lo cual provoca el endurecimiento de la semilla y disminuye la calidad del grano.

Lo anterior implica un mayor tiempo para la preparación de los alimentos y que estos sean de menor valor nutricional, se tiene la desventaja de incurrir en un gasto adicional por el consumo de combustible necesario para el cocimiento de las semillas, como se ha demostrado con diferentes variedades de maíz (Roque-Maciél *et al.*, 2016). Se conocen dos factores que pueden causar una cocción lenta o deficiente: la 'testa dura', que describe un estado físico en el cual las semillas son incapaces de embeber suficiente agua, debido a la impermeabilidad parcial de la testa y la 'dureza a la cocción' que se refiere a la textura del cotiledón, la cual induce mayor tiempo de cocción (Liu, 1995; Reyes-Moreno y Paredes-López, 1993).

Otras características intrínsecas a la semilla, como el grosor, la composición y la microestructura de la testa, pueden afectar la dureza de la semilla; además, los cambios durante la postcosecha, como la oxidación de lípidos, la formación de pectatos insolubles y las modificaciones de los componentes de la pared celular, también pueden alterar irreversiblemente a las semillas (Morales-Santos *et al.*, 2017). La suavidad para la cocción y el contenido de proteína son características importantes para el mejoramiento de frijol. El usuario desea un frijol de hidratación rápida, de bajo tiempo de cocción, que produzca un caldo con buena apariencia, sabor y textura (Jacinto-Hernández, 2002).

Conclusiones

El almacenamiento prolongado de las semillas disminuye la calidad alimenticia de las mismas, particularmente el contenido de proteína, que es el compuesto de mayor valor nutricional. También afecta de manera proporcional los tiempos de cocción, ya que las semillas almacenadas durante tres o cuatro años tardaron más en cocinarse debido a que las semillas se endurecen y tienen una menor facilidad de absorción de agua. Se recomienda no almacenar las semillas de frijol ayocote por un periodo de más de 2 años, ya que esto provoca su envejecimiento, lo cual no solo repercute en los tiempos de cocción generando un costo adicional y un mayor consumo de energía, sino que también disminuye su calidad nutricional.

Bibliografía

- 1 Antunes, P. L. and Sgarbieri, V. C. 1980. Effect of heat treatment on the toxicity and nutritive value of dry bean (*Phaseolus vulgaris* var. Rosinha G2) proteins. J. Agric. Food Chem. 28(5):935-8. Doi: 10.1021/jf60231a004.PMID:7462520.
- 2 AOAC. 1990. Official methods of analysis. 15th Ed. Association of Official Analytical Chemist, Washington, DC.
- 3 Bolaños-Silvestre, E. 2011. Evaluación de las características fisicoquímicas en frijol (*Phaseolus vulgaris*) variedad; Tesis de Ingeniería en Ciencia y Tecnología de Alimentos. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN). 54 p.
- 4 Cid, R. J. A.; Reveles, H. M. y Velásquez, V. R. 2014. Selección y almacenamiento de semilla de frijol. Campo Experimental Zacatecas. CIRNOC-INIFAP. Calera, Zacatecas, México, DF. Folleto técnico núm. 64. 17 p.

- 5 Charley, H. 1999. Tecnología de alimentos. Procesos químicos y físicos en la preparación de alimentos. Ed. Limusa. México. 623-633 pp.
- 6 FAO. 2012. Semillas en emergencias manual técnico. <https://www.fao.org/3/i1816s/i1816s00.pdf.33> p.
- 7 Jacinto-Hernández, C.; Bernal-Lugo, I.; Garza-García, R. y Garza García, D. 2017. Cambios poscosecha en frijol durante el almacenamiento prolongado en contraste con el envejecimiento acelerado. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*. 8(8):1827-1837. <https://doi.org/10.29312/remexca.v8i8.705>.
- 8 Jacinto-Hernández, C.; Hernández-Sánchez, H.; Azpíroz-Rivero, H. S.; Acosta-Gallegos, J. A. y Bernal-Lugo, I. 2002. Caracterización de una población de líneas endogámicas de frijol común por su calidad de cocción y algunos componentes nutrimentales. *Agrociencia*. 36(4):451-459. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=30236406>
- 9 Liu, K. 1995. Cellular, biological, and physicochemical basis for the hard-to-cook defect in legume seeds. *Crit. Rev. In Food Sci. & Nutr.* 35(4):263-298.
- 10 Martín, C. M. A.; Esteban, R. M.; Perez, P.; Maina, G. and Waldron, K. W. 1997. Changes in physicochemical properties of dry beans (*Phaseolus vulgaris* L.) during long-term storage. *J. Agric. Food Chem.* 45(8):3223-3227.
- 11 Martínez-López, L.; Zapata-Martelo, E.; Ayala-Carrillo, M.; Martínez-Corona, B.; Vázquez-Carrillo, G.; Jacinto-Hernández, C. y Espinosa-Calderón, A. 2018. Conocimiento práctico y teórico de maíz y frijol en la región triqui Alta, Oaxaca. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* 9(1):111-121. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=263158448009> Doi: 10.29312/remexca.v9i1.852.
- 12 Muruaga, M. J. S.; Cárdenas, R. F. y Acosta, G. J. A. 1992. Hibridación natural y métodos de polinización manual en *Phaseolus coccineus* L. *In: memoria de la 38 reunión anual programa cooperativo centroamericano para el mejoramiento de cultivos alimenticios y animales*. Managua, Nicaragua. 307-311 pp.
- 13 Maya-Ocaña, K. 2009. Caracterización física, nutricional y no nutricional de haba sometida a tratamiento térmico. Tesis de maestría en ciencias. Facultad de ciencias químico-biológicas. Instituto Politécnico Nacional (IPN). 10 p.
- 14 Morales-Santos, M. E.; Peña-Valdivia, C. B.; García-Esteva, A.; Aguilar-Benítez, G. y Kohashi-Shibata, J. 2017. Características físicas y de germinación en semillas y plántulas de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) silvestre, domesticado y su progenie. *Agrociencia* . 51(1):43-62.
- 15 Muñoz-Velázquez, E. E.; Rubio-Hernández, D.; Bernal-Lugo, I.; Garza-García, R. y Jacinto-Hernández, C. 2009. Caracterización de genotipos nativos de frijol del estado de Hidalgo, con base a calidad del grano. *Agricultura Técnica en México*. 35(4):429-438. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S056825172009000400008&lng=es&tling=es.
- 16 NMXF-090-S. 1978. Determinación de fibra cruda en alimentos. Food stuff determination of crude fiber. Normas Mexicanas Dirección General de Normas.
- 17 Nollet, L. M. L. 1996. Handbook of food analysis. Ed. Dekker. ISBN0824796845978082 4796846. 1088 p.
- 18 Peña-Valdivia, C. B.; García, E. R.; Bernal-Lugo, H. I. and Aguirre J. R. 1999. Seed quality of wild and domesticated common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) after storage. *Interciencia*. 24(1):8-13.
- 19 Roque-Maciel, L.; Arámbula-Villa, G.; López-Espíndola, M.; Ortiz-Laurel, H.; Carballo-Carballo, A. y Herrera-Corredor, J. A. 2016. Nixtamalización de cinco variedades de maíz con diferente dureza de grano: impacto en consumo de combustible y cambios fisicoquímicos. *Agrociencia* . 50(6):727-745.

- 20 Reyes-Moreno, C. and Paredes-López, O. 1993. Hard-to-cook phenomenon in common beans a review. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.* 33(3):227-286.
- 21 SAS. 2020. SAS University Ed. Ver. 9.4. Statistical Analysis System Institute. Cary, USA. <https://www.sas.com/es-mx/software/university-edition.html>.
- 22 Teniente-Martínez, G.; González-Cruz, L.; Cariño-Cortés, R. y Bernardino-Nicanor, A. 2016. Caracterización de las proteínas del frijol ayocote (*Phaseolus coccineus* L.). *Inv. y Des. en Cien. y Tec. De Aliment.* 1:1-6.

El almacenamiento prolongado afecta la calidad nutricional y el tiempo de cocción del frijol ayocote

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 April 2023
Date accepted: 01 June 2023
Publication date: 29 September 2023
Publication date: August 2023
Volume: 14
Issue: 29 Suppl Especial
Electronic Location Identifier: e3542
DOI: 10.29312/remexca.v14i29.3542

Categories

Subject: Nota de investigación

Palabras clave:

Palabras clave:

Phaseolus coccineus
cocción de la semilla
contenido de proteína

Counts

Figures: 1
Tables: 2
Equations: 0
References: 22
Pages: 0