

Antinutrientes: lectinas y fenoles totales en *Phaseolus vulgaris*, *Cicer arietinum* y *Prosopis laevigata*. Un estudio comparativo

Antinutrients: lectins and total phenols in *Phaseolus vulgaris*, *Cicer arietinum* and *Prosopis laevigata*. A comparative study

**Teresa Susana Herrera Flores^{1*}, María Guadalupe Moreno Contreras¹, Eva Marcela Licea de Anda¹,
Alda Alejandra Arratia Castro¹**

¹ Cuerpo Académico "Ciencia y Tecnología Sustentable". Ingeniería en Biotecnología. Universidad Politécnica de Pénjamo. Carretera Irapuato - La Piedad, Km 44. Predio el Derramadero. Pénjamo Gto. C.P. 36921.

*Autora de correspondencia: therrera@uppenjamo.edu.mx.

Resumen

Palabras clave:

legumbres, antinutrientes,
lectinas, fenoles.

El objetivo de este estudio fue evaluar el contenido de factores antinutricionales en especies de leguminosas: frijol (*Phaseolus vulgaris* L.), garbanzo (*Cicer arietinum* L.) y vainas de mezquite (*Prosopis laevigata*) para su impacto potencial en la calidad nutricional y proponer estrategias de procesamiento que minimicen sus efectos en aplicaciones alimentarias. Se evaluó el contenido de humedad, fenoles totales y lectinas con actividad hemaglutinante en harina desengrasada de las variantes de legumbres. Se presentaron diferencias estadísticas significativas en el contenido de humedad de 10.78% en frijol y garbanzo, y 6.30% en vainas de mezquite. Los fenoles totales fueron menores en vainas de mezquite con 2.9 a 3.8 EAG/100 g. Las lectinas fueron menores en vainas de mezquite y frijol. Un alimento saludable se caracteriza por los beneficios que aporta a la salud. Estas harinas y sus características las vuelven un alimento funcional; pueden ser aprovechadas por el público en general.

Abstract

Keywords:

legumes, antinutrients,
lectins, phenols.

The objective of this study was to evaluate the content of antinutritional factors in legume species: beans (*Phaseolus vulgaris* L.), chickpeas (*Cicer arietinum* L.) and mesquite pods (*Prosopis laevigata*), for their potential impact on nutritional quality and to propose processing strategies that minimize their effects in food applications. The moisture content, total phenols, and lectins with hemagglutinating activity were evaluated in defatted flour from the legume variants. Statistically significant differences were found in the moisture content of 10.78% in beans and chickpeas and 6.30% in mesquite pods; total phenols were lower in mesquite pods with 2.9 to 3.8 EAG/100 g; lectins were lower in mesquite pods and beans. A healthy food is characterized by the benefits it provides to health. These flours and their characteristics make them a functional food that can be enjoyed by the general public.

Recibido: 08 de octubre 2025
Revisado: 25 de noviembre 2025
Aceptado: 30 de diciembre 2025
Publicado: 23 de febrero 2026



Este artículo es un artículo de acceso abierto distribuido bajo los términos y condiciones de la licencia CC BY-NC-SA 4.0. Para ver una copia de esta licencia visite <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>



Introducción

Las legumbres, como el frijol y el garbanzo, son una fuente importante de nutrientes como: proteínas, carbohidratos, vitaminas hidrosolubles, minerales, para la nutrición humana. Sus beneficios se atribuyen a la presencia de almidón de las semillas con un índice glucémico bajo, fibra dietética, varias clases de compuestos fenólicos y oligosacáridos (Vaz et al., 2015). El género *Prosopis* pertenece a la familia *Fabaceae* distribuido en regiones áridas y semiáridas de Asia, África y América. Uno de los representantes importantes del género *Prosopis* es el árbol de mezquite (*Prosopis laevigata*), que es característico de la vegetación de las regiones áridas de México y otras partes del mundo. Tiene valor socioeconómico principalmente por sus semillas, en la producción de harina y para alimentar ganado en condiciones de traspatio, además, es apreciado por sus flores y madera, así como por ser un mejorador del suelo. La harina de la vaina de *Prosopis* es un ingrediente versátil con un alto potencial para la industria alimentaria, en la elaboración de alimentos balanceados y producción de dulces similares al piloncillo y pinole (Espinosa & Huerta, 2024). Es rica en proteínas, azúcares y fibra, y no contiene gluten (Felker et al., 2013; Moreno et al., 2021).

El incremento en la demanda de legumbres a nivel mundial se debe a una concientización de los consumidores sobre sus beneficios nutricionales y para la salud, provocando así que un mayor número de personas opte por dietas basadas en sustituir proteínas animales por proteínas vegetales (Shreyas et al., 2022; Maphosa y Jideani, 2017). La proteína de las legumbres es más económica que la proteína animal, por lo que el mayor consumo de legumbres es una alternativa más adecuada para disminuir o erradicar la malnutrición proteico-calórica que se observa en los países en desarrollo (Marathe et al., 2011). Las legumbres también poseen importantes compuestos protectores de la salud como compuestos fenólicos, fosfatos de inositol y antioxidantes (Bharathi y Arun, 2014), que ayudan a mejorar el nivel de azúcar en sangre y la función general de la insulina (Jacobs & Gallahar, 2004). Pueden mejorar las funciones digestivas, mejorando así la salud del colon y disminuyendo la incidencia de cáncer (Chibbar et al., 2010). Sin embargo, compuestos antinutricionales, como los taninos, el ácido fítico, los inhibidores de proteasas y los oligosacáridos, fenoles y lectinas (hemaglutinantes) dificultan el consumo de legumbres, debido a que son metabolitos secundarios que disminuyen la ingesta, la digestión, la absorción y el consumo de nutrientes, además de causar diversos efectos negativos si se consumen frescos, y pueden causar efectos fisiológicos adversos en los seres humanos (Aniket et al., 2021). Los antinutrientes se clasifican en termolábiles: antigénicos, oligosacáridos y aminoácidos no proteicos tóxicos, saponinas, fitatos, estrógenos y cianógenos; y termolábiles: como los inhibidores de proteasas



(tripsina y quimotripsina), lectinas, goitrogenos y antivitaminas (Abbas & Ahmad, 2018; Aniket et al., 2021). La concentración puede variar entre las legumbres y variedades de la misma legumbre, dependiendo de la etapa de desarrollo, ubicación geográfica de producción y etapa de madurez (Awoyinka et al., 2016). Por ejemplo, los inhibidores de hidrolasas y lectinas se encuentran en mayor proporción en chícharo, lenteja, frijol, soya y alubias (Mancera et al., 2023).

Las lectinas son hemagglutininas vegetales o fitohemagglutininas (PHA); se han identificado en más de 800 variantes de la familia de las leguminosas, conformando entre un 2 y un 10% del total del contenido de proteínas de leguminosas (Sauvion et al., 2004). El principal efecto antinutricional es que provoca cambios en la permeabilidad del intestino impidiendo la absorción de los productos finales de la digestión en el intestino delgado; en el sistema inmunológico local y puede inducir la coagulación de los glóbulos rojos al afectar a los eritrocitos, por la interacción con los grupos sanguíneos (Lozada et al., 2017). Un incremento en su consumo puede provocar deficiencias nutricionales y reacciones alérgicas, principalmente por molestias gastrointestinales al interactuar con las células del epitelio intestinal (Zhang et al., 2008, citado por Misgana & Wabi 2020). Las lectinas cuentan con propiedades químicas y biológicas importantes, ya que interactúan con grupos sanguíneos específicos; realizan diversas funciones en la división mitótica, destruyen las células cancerosas, tienen efectos tóxicos en algunos animales y se emplean en estudios clínicos e inmunológicos (Thakur et al., 2019).

Los compuestos fenólicos y polifenólicos representan los metabolitos secundarios vegetales más ampliamente distribuidos y tienen un efecto benéfico como eliminadores de radicales libres y quelantes de metales prooxidantes, previniendo así la oxidación de las lipoproteínas de baja densidad y la escisión de las cadenas de ADN o mejorando la función inmunitaria. Se tiene evidencia de que estos compuestos controlan ciertos tipos de cáncer, enfermedades cardiovasculares y el proceso de envejecimiento (Pineda et al., 2021). Los polifenoles son metabolitos secundarios que se encuentran en vegetales como verduras, cereales, legumbres, frutas, frutos secos y bebidas como el té, el vino y el cacao. Las cantidades varían entre cultivares de la misma especie, por factores ambientales como la luz, la germinación, el grado de madurez, la variedad, el procesamiento y el almacenamiento, así como factores genéticos (Ahn et al., 1989, citado por Bora, 2014). Los compuestos antinutricionales tienen la capacidad de formar complejos con carbohidratos, proteínas y polisacáridos, y con enzimas implicadas en la digestión de proteínas y carbohidratos, lo que tiene un impacto importante en la nutrición debido a que interfieren en la digestibilidad de las proteínas de la dieta. Las legumbres, al contener una cantidad



considerable de compuestos antinutricionales con efecto negativo en la nutrición humana y animal, muestran la necesidad de analizar y cuantificar el contenido de compuestos antinutricionales en legumbres de importancia en nuestro país, como el garbanzo, el frijol y las vainas de mezquite. Esto es fundamental para implementar tecnologías o tratamientos de procesamiento orientados a: 1) la inactivación de compuestos antinutricionales, 2) la mejora de la biodisponibilidad de nutrientes, y 3) la elevación de sus cualidades sensoriales, factores clave para su éxito como ingredientes en programas de asistencia alimentaria y nutricional.

Materiales y Métodos

Ubicación del experimento

La presente investigación se realizó entre septiembre de 2017 y marzo de 2018, en los laboratorios de microbiología, operaciones unitarias, alimentos y biotecnología de la Universidad Politécnica de Pénjamo, localizada en Pénjamo, Guanajuato.

Material vegetal

En este estudio se consideraron tres especies de leguminosas, conformadas por tres variedades de frijol, *Phaseolus vulgaris* L. (Pinto Saltillo, Flor de Junio, Peruano), tres variedades de garbanzo, *Cicer arietinum* L. (Costa 2004, Blanoro y Blanco Sinaloa) proporcionadas por el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) campo experimental Bajío, cosecha 2016 y vainas de mezquite, *Prosopis laevigata*, colectadas en la población de Sauz de Villaseñor, Pénjamo, y clasificadas por su estado de madurez, maduras-moradas y secas-amarillas.

Diseño experimental

El experimento utilizado fue un diseño experimental completamente al azar con tres repeticiones en cada uno de los materiales vegetales de frijol, garbanzo y vaina de mezquite. Las variables analizadas fueron: contenido de humedad en la harina y compuestos antinutricionales (fenoles totales y lectinas). Para cada variable se realizó un análisis de varianza y una comparación de medias de Tukey con una confiabilidad del 95%, para el análisis de los datos se empleó el software estadístico de MINITAB 17©.

Preparación de la harina

Para la preparación de la harina de frijol, garbanzo y vainas de mezquite, se realizó una desinfección para eliminar algún posible contaminante, empleando hipoclorito de sodio a 50 ppm/5 min/alcohol al 70%/30 s. Los materiales se secaron en horno



Felisa modelo FE-360 a 65 °C/4 h. Se realizó una molienda en un molino industrial marca Siemens, México, y se hizo un tamiz (No. 40 abertura 420 micrones Mont Inox, México) para obtener una harina con tamaño de partícula pequeña y homogénea (Herrera, 2014).

Cuantificación de humedad

Para la determinación de humedad se utilizaron entre 0.8 y 1.0 gramos de cada harina, en una termobalanza marca Ohaus, Mod MB35, a una temperatura de 110 °C. Se realizó por triplicado para cada material vegetal (AOAC, 2000). Los datos obtenidos por la termobalanza fueron: peso inicial (Pi), peso final (Pf), porcentaje de humedad (% de humedad) y tiempo en el cual se procesó la muestra, el porcentaje de humedad se calculó con la siguiente fórmula:

$$\% \text{ Humedad} = [(P_i - P_f) / P_i] * 100. \quad (1)$$

Harina desengrasada y extracto proteico

La harina de frijol, garbanzo y vainas de mezquite, se desengrasaron con hexano (J.T Baker, Cat.9309-03), a una temperatura de 67°C por 4h; posteriormente se le dio un tratamiento alcalino con 0.25% de Na₂SO₃, con pH constante de 10.5, para solubilizar las proteínas. Las suspensiones se agitaron por 1 h/ 30 °C en un baño de agua (Shell LAB, Mod. Ws17 & WS27). Se centrifugaron a 10240 g por 15 min, en una centrífuga (Hermle labortechnik, Mod. Z326K, USA). El sobrenadante se acidificó con 3N de HCl al punto isoelectrico pH 4. Se centrifugó nuevamente a 10240 g por 15 min. Se recuperó el extracto proteico (Vioqué et al., 2012).

Compuestos antinutricionales - Fenoles totales

Para la obtención de fenoles totales del extracto proteico se usaron 50 mg de harina desengrasada. Se colocaron en tubos eppendorf con capacidad de 4 ml, se les agregó 1.5 ml de etanol al 95% y se mantuvieron a 20°C/48 h. Para determinar la cantidad de fenoles se realizó una curva de calibración con 25 mg de ácido gálico en 5 mL de etanol el cual se aforó a 50 mL con agua destilada, dicha solución corresponde a la solución stock de concentración 0.5 mg/mL, a una longitud de onda de 725 nm en un espectrofotómetro (Marca Thermo Scientific Modelo: G10SS UV-Vis) (Singleton et al., 1999).



Lectinas - Actividad de hemaglutinación

Para la determinación de lectinas se requiere del aislado proteico, para la hemaglutinación que se representa en unidades de hemaglutinación (HU)/g (García et al., 2009, Ma y Wang, 2010) se usaron muestras sanguíneas proporcionadas por donadores sanos; los tipos sanguíneos utilizados fueron A, B y O, con Rh positivo. Los glóbulos rojos recogidos en la solución de K2 EDTA 10.8 mg para 6.0 mL (BD Vacutainer®) se centrifugaron durante 5 min a 410 g. Para recuperar solo los eritrocitos, las muestras fueron lavadas con 1X de PBS. Las pruebas de hemaglutinación se realizaron de acuerdo a la metodología establecida por Yating y Tong (2010). Las unidades de hemaglutinación (HU) por gramo de muestra se determinaron usando la ecuación:

$$HU/g = \frac{D_B \times S}{V} \quad (2)$$

DB= Es el factor de dilución del pozo que contiene 1 HU (la última dilución que causa la aglutinación celular).

S= Son los mililitros de extracto por gramo de muestra (inversa a la concentración inicial).

V= Es el volumen de extracto agregado al primer pocillo (0.1 mL).

Resultados y Discusión

Contenido de humedad en leguminosas

Para regular la calidad de los granos, el contenido de humedad es uno de los parámetros de mayor importancia. Las harinas deben de cumplir con un cierto porcentaje de humedad, ya que podrían proliferar hongos o alguna plaga y se generaría una pérdida económica. El contenido de humedad en las harinas de frijol y vainas de mezquite debe ser de 15-19 % m/m y para garbanzo debe ser entre 14-16 % (Codex Alimentarius, 1989). En la tabla 1 se muestra que no existe significancia estadística en el contenido de humedad (%) en las harinas de las variedades de frijol; el contenido de humedad se relaciona con la edad de la semilla y el manejo postcosecha, así como con los métodos y condiciones de procesamiento. En la harina de las vainas de mezquite moradas y amarillas fue de 6.10% y 6.50%, respectivamente, lo cual muestra que, estadísticamente, son iguales, de acuerdo a los resultados obtenidos (Monroy et al., 2014). El contenido de humedad fue estadísticamente diferente a los otros grupos de variedades de leguminosas. Con respecto a las variedades de garbanzo, sí se identificaron diferencias estadísticas en el contenido de humedad con valores de 10.20% en Blanco Sinaloa en comparación con las otras dos variedades que son estadísticamente iguales con valores de 10.79% respectivamente (Tabla



1). Este comportamiento se puede deber al tipo de almacenamiento y tiempo de cosecha de cada una de las variedades de garbanzo; las propiedades biológicas de las harinas no se afectan por estar debajo de la norma, solamente se requiere una mayor absorción de agua al momento del mezclado (Jossi et al., 2011). Dentro de la cadena productiva de la agroindustria, la determinación del contenido de humedad inicia con la cosecha y continúa con las operaciones de recepción, secado, almacenamiento, transporte, transformación, empaque y disposición final al consumidor (Bianco et al., 2014).

Tabla 1. Contenido de humedad en porcentaje (%) en variedades de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.), frijol peruano, flor de junio y pinto Saltillo; variedades de garbanzo Costa 2004, blanoro y blanco Sinaloa; vainas de mezquite amarillas y moradas

	Variedades de frijol			Variedades de garbanzo			Vainas de mezquite	
	Peruano	Flor de junio	Pinto Saltillo	Costa 2004	Blanoro	Blanco Sinaloa	Amarilla	Morada
Contenido de humedad (%)	10.78±0.140 ^a	10.76±0.663 ^a	10.71±0.041 ^a	10.79±0.122 ^a	10.79±0.090 ^a	10.20 ±0.258 ^b	6.50±0.00 ^b	6.10±0.00 ^b

Valores promedio (n=3) ± desviación estándar. Las letras minúsculas denotan diferencias significativas según la prueba de Tukey (p<0.05) dentro de cada variedad de legumbres estudiadas. **Fuente:** Elaboración propia.

Lectinas - actividad de hemaglutinación

Las lectinas o fitohemaglutininas son proteínas (o glicoproteínas) de origen no inmunitario que se unen a los carbohidratos y que pueden reconocer y unirse a carbohidratos simples o complejos de forma reversible y altamente específica. La cantidad de lectina en las leguminosas de grano es mayor que la de otras plantas y varía dependiendo del tipo de especie (David et al., 2024). En el aislado proteico de las variedades de frijol no se mostraron diferencias estadísticas significativas. Se usaron los tres tipos sanguíneos (A+, B+ y O+). Se cuantificaron las unidades hemaglutinantes que se encuentran presentes en las tres variedades. En el caso de Pinto Saltillo, las HU/g disminuyeron en el aislado proteico con los tres tipos sanguíneos. En flor de junio también se mostró una tendencia similar a Pinto Saltillo, y en frijol peruano se tuvo un caso contrario, las HU/g se incrementaron los tipos sanguíneos A+ y B+, mientras que con el tipo sanguíneo O+ se mantuvo en las mismas cantidades 9600 HU/g (Tabla 2).



Tabla 2. Comparación de unidades de hemaglutinación por gramo (HU/g) en extracto de las harinas y aislado proteico en los grupos sanguíneo A+, B+ y O+; conformadas en las tres variedades de harina de frijol: peruano, pinto saltillo y flor de junio

Variedad	Grupo Sanguíneo	Unidad de hemaglutinación (HU/g)	
		Extracto de Harina	Aislado Proteico
Pinto Saltillo	A+	7200±7929 ^a	6400±0.0000 ^a
	B+	8000±6788 ^a	4800±2263 ^a
	O+	38400±18102 ^a	1600±0.000 ^a
Flor de Junio	A+	14400±15839 ^a	13600±16971 ^a
	B+	38400±18102 ^a	28800±31678 ^a
	O+	54400±67882 ^a	26400±35072 ^a
Peruano	A+	9600±4525 ^a	12800±0.0000 ^a
	B+	8000±6788 ^a	57600±63357 ^a
	O+	9600±4525 ^a	9600±4525 ^a

Valores promedio (n=3) ± desviación estándar. Las letras minúsculas denotan diferencias significativas según la prueba de Tukey (p<0.05) dentro de cada variedad de legumbres estudiadas.

Fuente: Elaboración propia

En las variedades de garbanzo, se identificaron diferencias significativas de Unidades de Hemaglutinación (HU/g) totales, en las variedades Blanco Sinaloa y Blanoro con valores promedio de 199467 HU/g y 136800 HU/g respectivamente, siendo mayores a Costa 2004 con 65600 HU/g. Sin embargo, en la interacción de variedades, grupos sanguíneos y tipos de harinas no se detectaron diferencias significativas en el contenido de lectinas (Tabla 3). Sin embargo, el valor más alto de HU/g fue en la variedad de Blanco Sinaloa en el extracto de la harina y en los grupos sanguíneos A+, B+ y O+ con 204800 HU/g, en el aislado proteico los valores disminuyeron solo en el tipo sanguíneo A+; y en el tipo sanguíneo B+ y O+ se mantuvieron igual. En la variedad Blanoro y Blanco Sinaloa se tuvo una tendencia similar en el extracto de harina y aislado proteico, mientras que en la variedad Costa 2004 los valores fueron inferiores en los tres tipos sanguíneos; esta tendencia se puede atribuir a los grupos sanguíneos, a la edad de los eritrocitos, que puede afectar las HU/g de cada una de las variedades.



Tabla 3. Comparación de unidades de hemaglutinación por gramo (HU/g) en extracto de las harinas y aislado proteico en los grupos sanguíneo A, B y O formados en las tres variedades de harina de garbanzo Costa 2004, Blanoro y Blanco Sinaloa

Unidad de hemaglutinación (HU/g)			
Variedad	Grupo Sanguíneo	Extracto de Harina	Aislado Proteico
Pinto Saltillo	A+	204800±0.0000 ^a	57600±63357 ^a
	B+	204800±0.0000 ^a	204800±271529 ^a
	O+	204800±144815 ^a	204800±0.0000 ^a
Flor de Junio	A+	204800±0.0000 ^a	76800±36204 ^a
	B+	204800±0.0000 ^a	204800±0.0000 ^a
	O+	115200±126714 ^a	102400±15839 ^a
Peruano	A+	128000±108612 ^a	38400±18102 ^a
	B+	7200±7920 ^a	115200±12674 ^a
	O+	2400±1131 ^a	102400±0.0000 ^a

Valores promedio (n=3) ± desviación estándar. Las letras minúsculas denotan diferencias significativas según la prueba de Tukey (p<0.05) dentro de cada variedad de legumbres estudiadas. **Fuente:** Elaboración propia

El contenido de HU/g, en las vainas de mezquite, mostró diferencias significativas entre grupos de vainas, grupos sanguíneos y tipo de harinas. En las vainas de mezquite (Tabla 4) se observa que, de los dos tipos de vaina, los grupos sanguíneos contra los cuales hubo mayor actividad hemaglutinante fueron O+ y A+. viéndose la diferencia estadística significativa entre los extractos conforme a los grupos sanguíneos. La cantidad de HU/g fue mayor en el aislado proteico de las vainas moradas y amarillas, mientras que, en el extracto de harina, es marcada la diferencia estadística, ya que disminuyeron notablemente.

Tabla 4. Comparación de unidades de hemaglutinación por gramo (HU/g) en extracto de las harinas y aislado proteico en los grupos sanguíneo A+, B+ y O+ formados en los dos tipos de vainas de mezquite, vaina morada y amarilla

Unidad de hemaglutinación (HU/g)			
Tipo de Vaina	Grupo Sanguíneo	Extracto de Harina	Aislado Proteico
Vaina Morada	O+	400±0.0000 ^j	102400±0.0000 ^c
	A+	600±0.0000 ^h	128000±0.0000 ^a
	B+	400±0.0000 ⁱ	12800±0.0000 ^f



Vaina Amarilla	O+	400±0.0000 ^k	102400±0.0000 ^b
	A+	1000±0.0000 ^g	25600±0.0000 ^e
	B+	400±0.0000 ^k	51200±0.0000 ^d

Valores promedio (n=3) ± desviación estándar. Las letras minúsculas denotan diferencias significativas según la prueba de Tukey (p<0.05) dentro de cada variedad de legumbres estudiadas. **Fuente:** Elaboración propia

El contenido de lectinas en el aislado proteico y en el extracto de harina fue muy similar a los valores reportados con anterioridad (Gallegos et al., 2013), teniendo una diferencia significativa en las combinaciones de vainas, tipos de extracto y grupos sanguíneos, donde las vainas moradas y el aislado proteico tienen valores medios entre 128000 y 12800 unidades de hemaglutinación mayores a los de la vaina amarilla (Tabla 4). Lo que representa una oportunidad para investigar y caracterizar nuevas materias primas que cumplan con estos requerimientos, dentro de esta búsqueda se encuentra la harina de vaina de mezquite (*Prosopis laevigata*), que estuvo por debajo de los contabilizados en frijol y garbanzo y que, además, se pueden implementar tratamientos de secado y tostado para evaluar su efecto en la cantidad de lectinas (Gallegos et al., 2013). Al corroborar que los factores antinutricionales mostraron diferencia significativa en los tipos de grupos sanguíneos, se puede decir que estas harinas y sus características que las vuelven un alimento funcional, pueden ser aprovechadas por el público en general, donde se les debe dar un tratamiento previo de remojo, cocción o tostado de la semilla (Amador et al., 2025).

Contenido de equivalentes de ácido gálico: fenoles totales en leguminosas

En la determinación de equivalentes de ácido gálico (EAG) sí se identificaron diferencias estadísticas significativas entre y dentro de las leguminosas en estudio, frijol, garbanzo y vainas de mezquite (Tabla 5). En las variedades de frijol, la cantidad de fenoles totales se observa que entre mayor sea el nivel de fenoles en frijol, se ve reflejado en su capacidad antioxidante, lo cual mejora de manera sustancial la calidad nutracéutica de una harina comercial de alto consumo en México.

Tabla 5. Contenido de g de EAG/100 g de harina en harina de variedades de frijol: peruano, flor de junio y pinto saltillo; variedades de garbanzo: costa 2004, blanoro y blanco sinaloa; y vainas de mezquite: moradas y amarillas

Variedades de frijol	g de EAG/100g de harina	Variedades de garbanzo	g de EAG/100g de harina	Vaina de mezquite	g de EAG/100g de harina
Peruano	12.21±0.595 a	Costa 2004	5.65±0.0200 c	Amarillas	2.9±0.000 e
Flor de junio	11.45±1.501 ab	Blanoro	5.57±0.0200 cd	Moradas	3.8±0.000 de
Pinto Saltillo	10.22±0.326 b	Blanco Sinaloa	5.34±0.0200 c		

Valores promedio (n=3) ± desviación estándar. Las letras minúsculas denotan diferencias significativas según la prueba de Tukey (p<0.05) dentro de cada variedad de legumbres estudiadas; g de equivalentes de ácido gálico en 100 g de harina: (g de EAG/100 g). **Fuente:** Elaboración propia



La cantidad de g equivalentes de ácido gálico en 100 g de harina (g de EAG/100 g) en las variedades de frijol Peruano y Flor de Junio, 10.21 y 11.41 g de EAG/100 g de harina respectivamente, mostraron diferencias estadísticas significativas con valores superiores a Pinto Saltillo con un total de 10.22 g de EAG/100 g de harina; los cuáles varían con lo reportado por Rochin et al. (2021), donde determinaron valores entre 64.13 a 93.08 g de EAG/100 g, indicando que el contenido depende de la variedad de frijol y del tipo de leguminosa. Entre las variedades de garbanzo, no hubo diferencia significativa con datos de 5.65g de EAG en Costa 2004, 5.57 g de EAG en Blanoro, 5.34 g de EAG en Blanco Sinaloa; demostrando que el garbanzo posee bajos contenidos de fenoles totales por lo cual la formación de complejos de los fenoles totales con las proteínas y los carbohidratos serán bajos por lo tanto la interferencia con la digestibilidad será baja, siendo estadísticamente diferentes a las variantes de frijol. En las vainas de mezquite amarillas y moradas, las diferencias estadísticas fueron con las variedades de frijol y garbanzo, pero entre las vainas el contenido de g de EAG/100 g de harina fue de: 2.9 y 3.8 respectivamente, siendo estadísticamente iguales; los fenoles pueden ser funcionales o antinutricionales dependiendo del tipo, la cantidad y la referencia. Por lo tanto, las tres variedades de harina de leguminosas, podrán ser consumidas, con tratamientos de cocción, sin que cause problemas en su digestión, y además da la pauta para continuar con futuras investigaciones que nos permitan identificar si están presentes taninos, que son un grupo de polifenoles solubles en agua, forman complejos con polisacáridos y proteínas y se clasifican en taninos hidrolizables y taninos condensados (Han y Baik 2008).

La disminución del contenido de fenoles se puede atribuir a tratamientos de cocción o la a la unión establecida entre los polifenoles con otros compuestos como proteínas, por lo que se pueden utilizar en la realización de productos de valor agregado (Aguilera, 2009, Peñarrieta et al., 2014). Las diferencias en el contenido de compuestos fenólicos entre las variedades de leguminosas, se pueden atribuir a las características genéticas, propiedades físicas de los granos y particularmente a la relación de la distribución anatómica de los diferentes componentes del frijol; ya que la testa es la estructura del grano donde son sintetizados la mayoría de los compuestos fenólicos (Rochin et al., 2021). Lo más destacable de los compuestos fenólicos son sus propiedades antioxidantes. Por un lado, son muy susceptibles a ser oxidados y por otro, impiden que los metales catalicen las reacciones de oxidación (Gimeno, 2004). Al corroborar que los factores antinutricionales no obtuvieron diferencia significativa en los tipos de grupos sanguíneos, podemos concluir que estas harinas y sus características que las vuelven un alimento funcional, pueden ser aprovechadas por el público en general.



Conclusiones

De los resultados presentados, su análisis y discusión se pueden obtener las siguientes conclusiones sobre el análisis de antinutrientes en leguminosas: 1) el contenido de humedad (%), mostró diferencias estadísticas significativas en las variedades de frijol, garbanzo con valores de 10.78% y las vainas de mezquite con 6.3%; 2) las harinas de garbanzo tuvieron 33956 HU/g, las variedades de frijol 19422 HU/g, y las vainas de mezquite mostraron diferencias estadísticas significativas en el contenido de lectinas, con medias de 30166 HU/g en vainas moradas a 40766 HU/g en vainas amarillas; con respecto a los fenoles totales, las variedades de frijol fueron estadísticamente diferentes con valores de 10.22 a 12.21 EAG/100g de harina; en garbanzo las medias van de 5.34 a 5.65 EAG/100 g de harina y las vainas de mezquite con medias de 2.9 a 3.8 EAG/100 g de harina; por lo tanto, estas legumbres se pueden consumir sin ningún riesgo en el proceso digestivo, cuando sus contenidos de lectinas y fenoles son bajos, o dando un proceso previo de remojo, cocción o tostado; 3) las harinas de las legumbres analizadas proporcionan pautas para la producción de alimentos con altos contenidos de nutrientes para el consumo humano, los cuales pueden aportar gran valor nutritivo; 4) en la actualidad, para que un alimento sea saludable, se deben tener en cuenta los nutrientes que contiene y los beneficios que aporta a la salud, lo que representa una oportunidad para investigar y caracterizar nuevas materias primas que cumplan con estos requerimientos. La caracterización sienta el punto de partida para comenzar a evaluar técnicas de procesamiento de los alimentos que permitan disminuir los factores antinutricionales y fomentar alimentos no solo nutritivos, sino también seguros.

Conflicto de intereses

Los autores declaran que la investigación se realizó en ausencia de cualquier relación comercial o financiera que pudiera interpretarse como un potencial conflicto de interés.

Financiamiento

Investigación financiada por el Programa para el Desarrollo Profesional Docente (PRODEP) para el Tipo Superior, en el Fortalecimiento de Cuerpos Académicos Convocatoria 2017. Cuerpo Académico “Ciencia y Tecnología Sustentable” UPPE-CA-3, de la Universidad Politécnica de Pénjamo. Con el proyecto titulado: Análisis funcional y nutricional de frijol y otras leguminosas de bajo consumo de agua como materia prima para nuevos productos de valor agregado. Vigencia del apoyo: 14 de agosto de 2017 – 13 de agosto de 2018.



Referencias

- Amador-Rodríguez, K. Y., Montoya-Uvario, A., Silos-Espino, H., Ramos-Parra, M., & Martínez-Bustos, F. (2025). Effect of the addition of mesquite (*Prosopis juliflora*) to yellow creole corn tortillas on nutritional, physicochemical and functional properties. *International Journal Of Gastronomy And Food Science*, 42, 101307. <https://doi.org/10.1016/j.ijgfs.2025.101307>.
- Abbas, Y., & Ahmad, A. (2018). Impact of Processing on Nutritional and Antinutritional Factors of Legumes: A Review. *Annals: Food Science and Technology*, 19, 199-212. https://afst.valahia.ro/wp-content/uploads/2022/09/I.4_Abbas.pdf
- Aguilera, G. Y. (2009). *Harinas de leguminosas deshidratadas: Caracterización Nutricional y Valoración de sus Propiedades Tecno-Funcionales* [tesis de doctorado, Universidad Autónoma de Madrid] . Repositorio institucional UAM. <http://digital.csic.es/bitstream/10261/101592/1/Harinas%20de%20leguminosas%20deshidratadas.pdf>.
- Ahn-Jong, H., Robertson, B.M., Elliot, R., Gutteridge, R.C. and Ford, C.W. (1989). Quality assessment of tropical Browse Legumes, tannin content and protein degradation. *Animal Feed Science and Technology*, 27(1-2), 147-156. [https://doi.org/10.1016/0377-8401\(89\)90139-9](https://doi.org/10.1016/0377-8401(89)90139-9).
- Aniket-Idate, Roshan Shah, Vaibhav Gaikwad, Sandeep Kumathekar, & Sushant Temgire. (2021). A comprehensive review on antinutritional factors of chickpea (*Cicer arietinum* L.). *The Pharma Innovation Journal*, 10(5), 816-823. <https://doi.org/10.22271/tpi.2021.v10.i5k.6306>. <http://www.thepharmajournal.com>.
- AOAC. (2000). Métodos oficiales de análisis. 17.^a edición, Asociación de Químicos Analíticos Oficiales, Gaithersburg, MD, EE. UU. Métodos 925.10, 65.17, 974.24, 992.16.
- Awoyinka O. A., Ileola A. O., Imeoria C. N., Tijani T. D., Oladele F. C., & Asaolu M. F. (2016). Comparison of Phytochemicals and Anti-Nutritional Factors in Some Selected Wild and Edible Bean in Nigeria. *Food and Nutrition Sciences*, 7(2), 102-111. <http://dx.doi.org/10.4236/fns.2016.72012>.
- Bharathi, R. R., & Arun, S.K.S. (2014). Anti-dietetic factors in legumes - local methods to reduce them. *International Journal of Food and Nutritional Sciences*, 3(3), 84-89. [76705a38dd1fef75f1d437171608ff9b.pdf](https://doi.org/10.12673/2014.3.3.84)
- Bianco D. H. W., Capote L. T., & Garmendia G. C. (2014). Determinación de humedad en harina precocida de maíz blanco utilizando un horno de microondas doméstico. *Revista del Instituto Nacional de Higiene Rafael Ángel*, 45(2), 50-63. http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0798-04772014000200004&lng=es&tlng=es.



- Bora, P. (2014). Anti-nutritional factors in foods and their effects. *Journal of Academia and Industrial Research*, 3(6), 285-290. <https://www.jairjp.com/NOVEMBER%202014/09%20PARUL%20REVIEW.pdf>
- Chibbar-Ravindra N., P. Ambigaipalan & R. Hoover. (2010). Molecular diversity in pulse seed starch and complex carbohydrates and its role in human nutrition and health. *Cereal Chemistry*, 87(4), 342-352. <http://dx.doi.org/10.1094/CCHEM-87-4-0342>
- Codex Alimentarius. (1989). *Codex Standard 171-1989. NORMA DEL CODEX PARA DETERMINADAS LEGUMBRES*. Recuperado el 28 de septiembre de 2025. https://www.fao.org/input/download/standards/56/CXS_171s.pdf
- David-Laura S., Nalle, C.L., Abdollahi, M.R., & Ravindran, V. (2024). Feeding Value of Lupins, Field Peas, Faba Beans and Chickpeas for Poultry: An Overview. *Animals*, 14(4), 619. <https://doi.org/10.3390/ani14040619>.
- Espinosa-Plascencia, A., & Huerta-Ocampo, J. Á. (2024). Aprovechamiento agroecológico y alimentario del mezquite: una revisión. *Tecnologías Emergentes para la Industria Alimentaria*, 1(2-A), 36-40.
- Felker-Peter, Takeoka, G., & Dao, L. (2013). Pod mesocarp flour of north and south american species of leguminous tree *Prosopis* (Mesquite): Composition and food applications. *Food Reviews International*, 29(1), 49-66. <https://doi.org/10.1080/87559129.2012.692139>
- Gallegos-Infante, J. A., Rocha-Guzmán, N. E., González Laredo, R. F. & García-Casas M. A. (2013). Efecto del procesamiento térmico sobre la capacidad antioxidante de pinole a base de vainas de mezquite (*Prosopis laevigata*). *CyTA - Journal of Food*, 11(2), 162-170. <https://doi.org/10.1080/19476337.2012.712057>
- Gimeno, C. E. (2004). Compuestos fenólicos. Un análisis de sus beneficios para la salud. *Offarm: farmacia y sociedad*, 23(6), 80-84.
- García-Santoyo V., Mendiola-Olaya E., Blanco-Labra A., & García-Gasca T. (2009). *Afinidad de fracciones concentradas de lectinas de frijol tepari (Phaseolus acutifolius) por eritrocitos humanos*. 2018, de UAQ Sitio web: http://www.uaq.mx/investigacion/difusion/veranos/memorias-2009/11VCRC_46/10_Garcia_SantoyoV.pdf
- Han H., & Baik, B.K. (2008). Antioxidant activity and phenolic content of lentils (*Lens culinaris*), chickpeas (*Cicer arietinum* L.), peas (*Pisum sativum* L.) and soybeans (*Glycine max*), and their quantitative changes during processing. *International Journal Food Science Technology*, 43(11), 1971-1978. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2008.01800.x>
- Herrera-Flores T. S., Delgado-Herrera A., Ramírez-Patricia., Licea de Anda, E.M., Moreno-Contreras M.G., & Machuca, P.C. (2014). Estudio de la composición



- proximal de variedades de garbanzo (*Cicer arietinum* L.) Costa 2004 y Blanoro. *Ciencia y Tecnología Agropecuaria*. México, 2(2), 9-15. <https://www.researchgate.net/publication/277659210>
- Jacobs, D.R., & Gallaher, D.D. (2004). Whole grain Intake and cardiovascular disease: A review. *Current Atherosclerosis Reports*, 6, 415-23. <https://doi.org/10.1007/s11883-004-0081-y>
- Joshi, M., Adhikari, B., Aldred, P., Panozzo, J., & Kasapis, S. (2011). Physicochemical and functional properties of lentil protein isolates prepared by different drying methods. *Food Chemistry*, 129(4), 1513-1522. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2011.05.131>
- Lozada-Salcedo, Euclides Efraín, Núñez-Torres, Oscar Patricio, Rosero-Peñaherrera, Marco Antonio, & Aragadvay-Yungan, Ramon Gonzalo. (2017). Efectos fisiopatológicos de los compuestos secundarios en la alimentación de monogástricos. *Journal of the Selva Andina Animal Science*, 4(1), 82-92. Recuperado en 17 de enero de 2026, de http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2311-25812017000100007&lng=es&tlng=es.
- Ma, Y., & Wang, T. (2010). Deactivation of soybean agglutinin by enzymatic and other physical treatments. *Journal of agricultural and food chemistry*, 58(21), 11413–11419. <https://doi.org/10.1021/jf1017466>
- Mancera-Castro, P., González-Cruz, L., & Bernardino-Nicanor, A. (2023). Actividad biológica de las proteínas de leguminosas del género Vigna: Una breve revisión. *TIP Revista Especializada En Ciencias Químico-Biológicas*, 26. <https://doi.org/10.22201/fesz.23958723e.2023.598>
- Maphosa, Y., & Jideani, V. A. (2017). The Role of Legumes in Human Nutrition. En M. Chavarria (ed.), *Functional Food - Improve Health through Adequate Food* (pp.). IntechOpen. <https://doi.org/10.5772/INTECHOPEN.69127>
- Marathe, S. A., Rajalakshmi, V., Jamdar, S. N., & Sharma, A. (2011). Comparative study on antioxidant activity of different varieties of commonly consumed legumes in India. *Food and chemical toxicology : an international journal published for the British Industrial Biological Research Association*, 49(9), 2005–2012. <https://doi.org/10.1016/j.fct.2011.04.039>
- Misgana B., & Wabi B. (2020). Review on Nutritional Importance and Anti-nutritional Factors of Legumes. *International Journal of Nutrition and Food Sciences*, 9(6), 138-149. <https://doi.org/10.11648/j.ijnfs.20200906.11>
- Monroy-Godínez L. A., Monreal-Martínez D., Valdez-Paz R., & Oviedo-Ramírez T.G. (2014). El mezquite (*Prosopis laevigata*) alternativa económica para el valle del mezquital. 2do. *Congreso Estudiantil de Investigación del Sistema In-*



- corporado UNAM. Sitio web: <http://vinculacion.dgire.unam.mx/Congreso-Trabajos-pagina/PDF/Congreso%20Estudiantil%202014/Proyectos%202014-%20%C3%81rea/3.%20Ciencias%20Sociales/geografia/5.2%20CIN2014A30021-%20Geograf%C3%ADa%20Humana.pdf>
- Moreno-Contreras, M. G., Herrera-Flores, T. S., Licea De Anda, E. M., Arratia-Castro, A. A., & Medina-Haro, A. (2021). Diversidad morfológica del mezquite (*Prosopis* spp.) en la región de Pénjamo, Guanajuato, México. *Entreciencias: Diálogos En La Sociedad Del Conocimiento*, 9(23). <https://doi.org/10.22201/enesl.20078064e.2021.23.77863>
- Peñarrieta, J. M., Tejeda, L., Mollinedo, P., Vila, J. L., & Bravo, J. A. (2014). Compuestos fenólicos y su presencia en alimentos. *Revista Boliviana de Química*, 31(2), 68-81. http://www.scielo.org.bo/pdf/rbq/v31n2/v31n2_a06.pdf
- Pineda-Lozano, J. E., López-Espinoza, A., Virgen-Carrillo, C. A., Martínez-Moreno, A. G., & Valdés-Miramontes, E. H. (2021). Compuestos fenólicos y su efecto en las dislipidemias en seres humanos: Una revisión sistemática. *Revista chilena de nutrición*, 48(2), 276-285. <https://dx.doi.org/10.4067/S0717-75182021000200276>
- Rochín-Medina, J. J., Mora-Rochín, S., Navarro-Cortez, R.O., Tovar-Jiménez, X., Quiñones-Reyes, G., Ayala-Luján, J. L., & Aguayo-Rojas, J. (2021). Contenido de compuestos fenólicos y capacidad antioxidante de variedades de frijol sembradas en el estado de Zacatecas. *Acta Universitaria*, 31, e3059. DOI: <http://doi.org/10.15174.au.2021.3059>
- Sauvion, N., Nardon, C., Febvay, G., Gatehouse, A. M., & Rahbé, Y. (2004). Binding of the insecticidal lectin Concanavalin A in pea aphid, *Acyrtosiphon pisum* (Harris) and induced effects on the structure of midgut epithelial cells. *Journal of insect physiology*, 50(12), 1137–1150. <https://doi.org/10.1016/j.jinsphys.2004.10.006>
- Shreyas, E. M. & Devindra, S.(2022). A review of the nutritional and antinutritional constituents of chickpea (*Cicer arietinum*) and its health benefits. *Crop & Pasture Science*, 73(4), 401-414 <https://doi.org/10.1071/CP21030>
- Singleton-Vernon L., Orthofer, R., & Lamuela-Raventos, R.M. (1999). Analysis of total phenols and other oxidation substrates antioxidants by means of Folin-Ciocalteu reagent. *Methods in Enzymology*, 299, 152-178. https://www.researchgate.net/profile/Abdelkader-Bouaziz/post/I_would_be_highly_thankful_if_anyone_can_share_the_original_protocol_of_Total_Phenol_Determination_based_on_the_method_of_Singleton_et_al_1999/attachment/5f5173fb6a5a0300017c8e63/AS%3A931815883800577%401599173627106/download/singleton1999.pdf



- Thakur, A., Sharma, V., AayusheeT. (2019). An overview of anti-nutritional factors in food. *International Journal of Chemical Studies*, 7(1), 2472-9. <https://www.academia.edu/download/88224885/7--1-201-135.pdf>
- Vaz-Patto, M.C., Amarowicz, R., Aryee-A.N.A., Boye, J.I., Chung, H. J., Martín-Cabrejas, M.A., & Domoney, C. (2015). Achievements and challenges in improving the nutritional quality of food legumes. *Critical Reviews in Plant Sciences*, 34, 105–143. DOI: 10.1080/07352689.2014.897907.
- Vioque, J., Alaiz, M., & Girón-Calle, J.. (2012). Nutritional and Functional properties of Vicia faba protein isolates and related fractions. *Food Chemistry*, 132(1), 67–72, <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2011.10.033>.
- Yating, M., & Tong, W. (2010). Deactivation of Soybean Agglutinin by Enzymatic and Other Physical Treatments. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 58(21), 11413–11419. DOI:10.1021/jf1017466
- Zhang, J., Shi, J., Ilic, S., Jun Xue, S. & Kakuda, Y. (2008). Biological properties and characterization of lectin from red kidney bean (*Phaseolus vulgaris*). *Food Reviews International*, 25(1),12-27. <https://doi.org/10.1080/87559120802458115>