

Evaluación de propiedades físicoquímicas del frijol costarricense (*Phaseolus vulgaris*) como estrategia de diferenciación y valorización

Evaluation of physicochemical properties of the Costa Rican bean (*Phaseolus vulgaris*) as a differentiation and valorization strategy

DOI: <http://doi.org/10.45359/prne.18-35.2>

Alejandra Mencía Guevara

Universidad Nacional, Costa Rica
alejandra.mencia.guevara@una.ac.cr

Keylor Villalobos Moya

Universidad Nacional, Costa Rica
keylor.villalobos.moya@una.ac.cr

Julián Rubí Zeledón

Universidad Nacional, Costa Rica
julian.rubi.zeledon@una.ac.cr

Leonardo Granados Rojas

Universidad Nacional, Costa Rica
leonardo.granados.rojas@una.ac.cr

Carlos Hernández Aguirre

Universidad Nacional, Costa Rica
carlos.hernandez.aguirre@una.ac.cr

Hillary Brenes Monge

Universidad Nacional, Costa Rica
hilbrenes@hotmail.com

Recibido: 20/05/2020 ● Aceptado: 01/06/2020 ● Publicado: 30/06/2020

Resumen

Debido a los cambios en patrones de consumo orientados a reconocer atributos de productos locales y diferenciados, el presente estudio tuvo como objetivo evaluar variedades de frijol costarricense con la finalidad de identificar sus propiedades que permitan una mejor valoración y diferenciación dentro del mercado nacional. Se realizó un análisis proximal, fenólico, físico y de calidad e impurezas. Los análisis fueron realizados en el año 2018 en laboratorios de la Universidad Nacional, Costa Rica y el Laboratorio de Calidad e Inocuidad del Consejo Nacional de Producción (CNP). Entre los resultados obtenidos sobresalió la variedad Guaimí (proveniente de Upala) la cual presentó menor dureza, por tanto, podría necesitar menor tiempo de cocción para alcanzar la textura óptima, así como conservar mejor valor textural como sus propiedades funcionales. De forma general, se obtuvieron valores relevantes de proteína en rangos de 16 a 27 %, de fibra de 3 a 7 %, de extracto etéreo de 3 a 7 % y de cenizas de 4 a 6 %. Los resultados del estudio podrían ser un punto de partida para definir la funcionalidad de cada variedad de frijol de con sus propiedades físicas y químicas.

Palabras clave: Calidad, diferenciación, mercado, producto local, seguridad alimentaria.

Abstract

Due to changes in consumption trends aimed at recognizing attributes of local and differentiated products, the present study sought to evaluate Costa Rican bean varieties in order to identify their properties that allow a better appreciation and differentiation within the national market. Proximal, phenolic compounds, physical, quality, and impurities analysis were performed. The analyzes were carried out in 2018 in laboratories of the National University, Costa Rica and the Quality and Safety Laboratory of the National Production Council (CNP). Among the results obtained, the Guaimí variety (from Upala) stood out, since it presented lower hardness; therefore, it could need less cooking time to reach the optimal texture, as well as preserve better textural value and its functional properties. In general, relevant protein values were obtained in ranges from 16 to 27%, fiber from 3 to 7%, fat content from 3 to 7%, and ashes from 4 to 6%. The results of the study could be a starting point to define the functionality of each variety of beans according to their physical and chemical properties.

Keywords: differentiation, food security, local product, market, quality.

Introducción

El frijol es uno de los granos básicos de gran importancia en la dieta costarricense debido a sus cualidades nutritivas; se distingue de otros productos por su alto contenido de proteína (Kaur et al., 2009). Históricamente, es un cultivo asociado al desarrollo de las culturas prehispánicas y campesinas; y aún en la actualidad juega un papel primordial en la alimentación de gran parte de la población en el mundo; pero, de manera muy especial, de aquella que se encuentra en países poco industrializados (Secretaría de la

Evaluación de propiedades fisicoquímicas del frijol costarricense (*Phaseolus vulgaris*) ...
Alejandra Mencía, Keylor Villalobos, Julián Rubí, Leonardo Granados, Carlos Hernández y Hillary Brenes



Revista Perspectivas Rurales by Universidad Nacional is licensed under a Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional License.

Creado a partir de la obra en <http://revistas.una.ac.cr/index.php/perspectivasrurales>.

Económica, 2012), como es el caso de Costa Rica, e incluso su producción nacional se sitúa en territorios rurales con índices de desarrollo social muy bajos y con alta incidencia de pobreza y desarrollo social (MAG, 2007). Además, la producción de granos básicos en Costa Rica (maíz y frijol en particular) ha disminuido considerablemente en las últimas décadas. En el caso particular del frijol, en 1996 se producía en el país el 100 por ciento del producto que se consumía internamente; en la actualidad la producción abastece solamente entre el 20 y 25 por ciento del consumo interno. Otro indicador de este retroceso refiere al número de productores dedicados a la actividad: mientras que en 1994 existían cerca de 21 500 productores, diez años después este número bajó hasta 7 000, aproximadamente (MAG, 2007), lo que compromete el abastecimiento interno del país.

Los determinantes del declive productivo se explican en una diversidad de factores de orden distinto. Por un lado, ha ocurrido un cambio en las políticas agroalimentarias que han favorecido la apertura comercial y la agroexportación; ello ha aumentado la polarización del sector agroalimentario: se ha fortalecido el sector empresarial exportador e importador agropecuario, acompañado de un acelerado desplazamiento del sector tradicional agrícola compuesto, principalmente, por pequeñas unidades productoras orientadas al mercado doméstico. La importación de frijol la realizan empresas especializadas o bien las grandes cadenas de distribución. Este proviene, principalmente, de China, fenómeno que ha sido acompañado de una dramática disminución en la dotación de bienes públicos para la pequeña y mediana producción de frijol tradicional, con consecuencias en un lento crecimiento del conocimiento técnico, el mejoramiento genético, la innovación tecnológica, y en la infraestructura productiva y de almacenamiento.

Por otro lado, la distribución tiende a concentrarse cada vez más en grandes empresas nacionales y multinacionales que comercializan principalmente frijol importado a más bajo costo, en tanto no surgen, o lo hacen débilmente, nuevas alternativas de comercio mediante mercados de proximidad, solidarios y cadenas de agregación de valor integradas por los sujetos productores. A esto se suma la poca información que dispone el público consumidor para diferenciar y valorizar el producto nacional, la mayoría, en todo caso, tomará su decisión de consumo por la variable precio.

Esta estrategia nacional es, a nuestro criterio, una peligrosa decisión que atenta directamente contra la capacidad de seguridad alimentaria nacional,

Evaluación de propiedades fisicoquímicas del frijol costarricense (*Phaseolus vulgaris*) ...

Alejandra Mencía, Keylor Villalobos, Julián Rubí, Leonardo Granados, Carlos Hernández y Hillary Brenes



Revista Perspectivas Rurales by Universidad Nacional is licensed under a Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional License.

Creado a partir de la obra en <http://revistas.una.ac.cr/index.php/perspectivasrurales>.

al estar centrada en importar barato, cuando el diferencial en los precios no se traduce en ventajas para el pueblo consumidor, pero sí para las industrias que importan el 80 % del frijol que se consume a nivel nacional, proveniente principalmente de China y Centroamérica.

Valoración y diferenciación de los alimentos: Caso frijol

En el sector agroalimentario, existen tendencias y surgimiento de nuevas generaciones consumidoras preocupadas por el impacto ambiental, mayor consciencia por la salud humana y la seguridad y riesgos alimentarios, las cuales han generado nuevos retos y acciones a desarrollar para el sector empresarial (Grunert, 2005).

Han surgido escenarios positivos donde el público consumidor es cada vez más proactivo, se informa y escoge sus alimentos según sus problemas y necesidades y, por el otro lado, el sector productivo busca satisfacer y desarrollar sus productos con determinados parámetros de diferenciación y de calidad.

Estudios han indicado que los productos pueden ser agrupados en componentes según sea su calidad, lo que permite su diferenciación en el mercado. Estos componentes son: calidad nutricional, caracterizados por contribuir a dietas balanceadas y en salud; calidad funcional se refiere a aspectos prácticos que actualmente busca el público consumidor en los productos como facilidad para comprar, manipular, transportar, preparar y de utilizar; calidad organoléptica, la cual está más relacionada con el placer sensorial principalmente en el momento de consumo; y otras categoría como calidad simbólica (antecedentes culturales); social (posicionamiento en relación con un grupo referencia); humanista (prácticas ambientales, comercio justo) (Prigent-Simonin y Hérault-Fournier, 2005).

Se agrega a estas características, y para el caso particular del frijol, que ha constituido históricamente una parte esencial de la alimentación básica del pueblo costarricense y un alimento central en la identidad gastronómica nacional, el componente sociocultural y simbólico en las estrategias de rescate y valorización. Este enfoque coincide con el planteamiento general de Barkin (2001) respecto a que estos productos, aunque representan un profundo valor cultural y un extraordinario valor económico potencial vinculado principalmente a territorios rurales, se encuentran con un contexto comercial que dificulta su desarrollo, debido principalmente al actual modelo económico de globalización que promueve el consumo de bienes masivos,

Evaluación de propiedades fisicoquímicas del frijol costarricense (*Phaseolus vulgaris*) ...
Alejandra Mencía, Keylor Villalobos, Julián Rubí, Leonardo Granados, Carlos Hernández y Hillary Brenes



no diferenciados. En consecuencia, las tendencias de rescate y valorización del patrimonio rural están determinando nuevos patrones y preferencias de consumo, asociados a una serie de factores relativos al origen geográfico, a formas de producción específicas y a cualidades intrínsecas de los productos.

Desde el punto de vista de la calidad implícita y objetivable, el frijol tiene muchas otras propiedades que pueden ser valoradas y que le permitirían diferenciarse dentro del mercado nacional, promoviendo la producción y desarrollo de los territorios donde actualmente es producido, de ahí la importancia de este estudio. Entre sus propiedades, que han sido parte de los resultados de muchas investigaciones, se encuentra el gran aporte y alto contenido de proteínas, un importante contenido de vitaminas como las vitaminas del grupo B y elementos minerales tales como potasio, fósforo, zinc y magnesio (Díaz-Batalla et al., 2006; Meiners et al., 1976), una buena fuente de carbohidratos y fibras alimenticias (Díaz-Batalla et al., 2006; Koehler et al., 1987; Tiwari y Singh, 2012). Además, presenta una potencial capacidad como antioxidante y efectos positivos contra enfermedades como diabetes, enfermedades cardiovasculares, entre otras (Brick y Thompson, 2016).

El frijol contiene otras sustancias bioactivas, incluye inhibidores enzimáticos, lectinas, oligosacáridos y compuestos fenólicos que tienen funciones en el metabolismo de los seres humanos; sin embargo, puede tener efectos positivos o negativos, incluso para muchas personas estas sustancias son consideradas como factores anti nutricionales, debido a su efecto sobre la calidad de la dieta (Díaz-Batalla et al., 2006). El frijol ha sido de interés para muchas investigaciones en temas como la composición química, análisis proximal, calidad física, nutricional y antinutricional (Besancon, 1978; Díaz-Batalla et al., 2006; Koehler et al., 1987; Parmar et al., 2014; Sotelo y Hernández, 1980). No obstante, el contenido de estos se puede ver influenciado por genotipos, condiciones ambientales, prácticas agronómicas, manejo postcosecha y métodos de preparación para consumo (Chidananda et al., 2014; Ferreira et al., 2018). Por lo tanto, el objetivo de la investigación fue evaluar características nutricionales y de calidad de variedades de frijol costarricense con la finalidad de identificar sus propiedades que permitan una mejor valorización distintiva para quienes lo consumen y mejorar su posicionamiento en el mercado.

También se realizó una evaluación exploratoria de una muestra de frijol proveniente de China, para indagar sobre la existencia de diferencias entre las variedades de ambos países. La determinación incluyó las propiedades

Evaluación de propiedades fisicoquímicas del frijol costarricense (*Phaseolus vulgaris*) ...
 Alejandra Mencía, Keylor Villalobos, Julián Rubí, Leonardo Granados, Carlos Hernández y Hillary Brenes



Revista Perspectivas Rurales by Universidad Nacional is licensed under a Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional License.

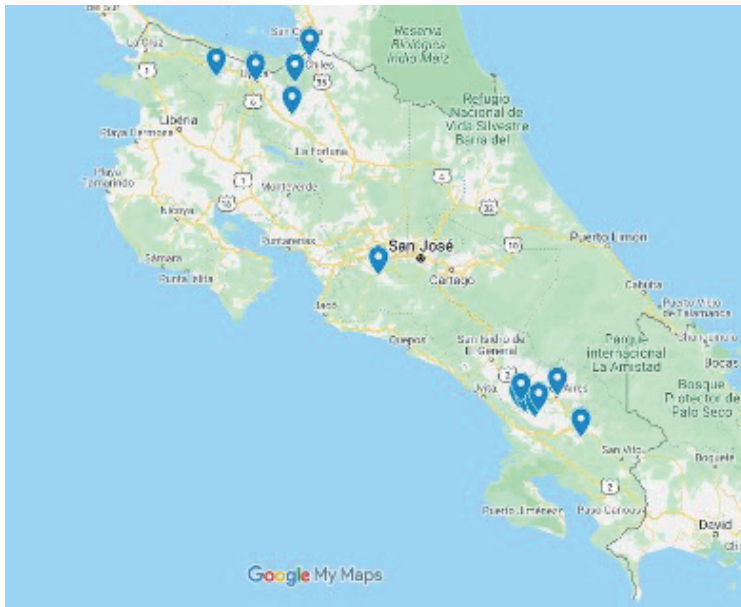
Creado a partir de la obra en <http://revistas.una.ac.cr/index.php/perspectivasrurales>.

físicas, químicas, nutricionales y otras calidades (sensorial, pureza física del grano) de las variedades de frijol costarricense y de la variedad China.

Metodología

Las muestras de grano de frijol utilizadas en el estudio se recolectaron entre los meses de enero y marzo del año 2018. En total se analizaron 31 muestras procedentes de diferentes sitios del país (Figura 1): 12 muestras de la región Brunca (Pejibaye de Pérez Zeledón y Pilas, Concepción y Colinas de Buenos Aires), 16 muestras de la región Huétar Norte (Los Chiles, Caño Negro y Upala) y región Central (Puriscal) además de las muestras locales, se incluyó una muestra proveniente de China (Tabla 1). Todas las muestras se almacenaron a 4 °C hasta su respectivo análisis. El porcentaje de humedad de las muestras analizadas se mantuvo en el rango de 11 a 17 %.

Figura 1.
Zonas de procedencia de semillas de frijol evaluadas.



Nota: *Elaboración propia (2020).*

Evaluación de propiedades fisicoquímicas del frijol costarricense (*Phaseolus vulgaris*) ...
Alejandra Mencía, Keylor Villalobos, Julián Rubí, Leonardo Granados, Carlos Hernández y Hillary Brenes



Revista Perspectivas Rurales by Universidad Nacional is licensed under a Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional License.

Creado a partir de la obra en <http://revistas.una.ac.cr/index.php/perspectivasrurales>.

Tabla 1.

Características generales y procedencia geográfica de las muestras de frijol recolectadas.

Muestra	Varietad	Color	Zona	Origen
1	Cabécar	Rojo	Sur	Concepción de Pilas
2	Cabécar	Rojo	Sur	Buenos Aires
3	Cabécar	Rojo	Sur	Pilas
4	Cabécar	Rojo	Sur	Guagaral
5	Generalito	Rojo	Sur	Concepción de Pilas
6	Generalito	Rojo	Sur	Veracruz
7	Victoria	Rojo	Sur	Concepción de Pilas
8	Nambí	Negro	Sur	Pilas
9	Nambí	Negro	Sur	Guagaral
10	Sacapobre mejorado	Negro	Sur	Buenos Aires
11	Vaina blanca	Negro	Sur	Guagaral
12	Mantequilla	Café	Sur	Concepción
13	Cabécar	Rojo	Norte	Los Chiles
14	Cabécar	Rojo	Norte	4 Esquinas
15	Cabécar	Rojo	Norte	Upala
16	Nambí	Negro	Norte	4 Esquinas
17	Brunca	Negro	Norte	Caño negro
18	Brunca	Negro	Norte	Caño negro
19	Brunca	Negro	Norte	4 Esquinas
20	Bribri	Negro	Norte	Upala
21	Matambú	Negro	Norte	4 Esquinas
22	Guaimí	Negro	Norte	Caño negro
23	Guaimí	Negro	Norte	Upala
24	Tainí	Rojo	Norte	Upala
25	Talamanca	Negro	Norte	Upala
26	Igera	Blanco	Norte	Upala
27	Flutar gutar	Rojo	Norte	Upala
28	Mantequilla	Café	Norte	Upala
29	Tapado ¹	Negro	Central	Puriscal
30	Tapado	Rojo	Central	Puriscal
31	China ²	Negro	China	CNP

Notas: ¹ “Tapado” se refiere a un método familiar tradicional que consiste en la siembra al voleo (“riega”) de la semilla sobre un suelo con cobertura vegetal que luego es cortada para cubrir la superficie de siembra. Requiere labores mínimas de cultivo que se concentran en la siembra y la cosecha y maximiza el uso intensivo de los recursos del terreno sin uso de insumos externos.

²Importado de China, adquirido en CNP.

Fuente: *Elaboración propia (2020)*

Determinación de calidad física e impurezas

Las muestras recolectadas en el campo se llevaron al Laboratorio de la Dirección de Calidad e Inocuidad, Área de Inspección y Verificación de Calidad, del Consejo Nacional de Producción (CNP, acreditado bajo la norma INTE-ISO/IEC 17020:2012). Para la determinación de la calidad física e impurezas del

Evaluación de propiedades fisicoquímicas del frijol costarricense (*Phaseolus vulgaris*) ...

Alejandra Mencía, Keylor Villalobos, Julián Rubí, Leonardo Granados, Carlos Hernández y Hillary Brenes



Revista Perspectivas Rurales by Universidad Nacional is licensed under a Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional License.

Creado a partir de la obra en <http://revistas.una.ac.cr/index.php/perspectivasrurales>.

grano se utilizó 1,5 kg/muestra para los parámetros de humedad ($\leq 16\%$), impurezas ($\leq 0,5\%$), daño de grano total ($\leq 1\%$), daño por insectos ($\leq 1\%$), grano quebrado ($\leq 0,5\%$) o partidos ($\leq 0,5\%$), presencia de insectos (0%), y el tiempo de cocción (95 min), con el método establecido en el documento interno EN-PT04 del CNP llamado “Determinación del tiempo de cocción de frijol”. Para cada uno de los factores se usaron los rangos de tolerancia establecidos en el “Reglamento Técnico de Frijol en Grano (RTCR 384:2004)”.

Análisis proximal (proteína cruda, fibra cruda, extracto etéreo, cenizas)

En las muestras de grano de frijol crudo, a través de un análisis proximal, se determinó el contenido de proteína cruda (método Kjeldahl), extracto etéreo (método Soxhlet) y cenizas; por duplicado. Al igual que fibra cruda por hidrólisis ácida con $1,25\%$ de H_2SO_4 para la extracción de azúcares y almidón, seguido por la hidrólisis alcalina con 50%

de NaOH. Lo anterior se realizó en el Laboratorio de Análisis de Productos Animales y Vegetales (LAPAV) de la Escuela de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional.

Análisis compuestos fenólicos

Extracción e identificación de compuestos fenólicos solubles de frijol crudo

Se utilizó $0,5\text{ g}$ de muestra de frijol (previamente molida y liofilizada) a la que se le adicionó 10 mL de metanol y agua destilada ($1:1, 1\%$ ácido acético). Esta solución se incubó toda la noche (18 h) y al siguiente día se llevó al baño ultrasónico por 10 min , seguidamente se centrifugó (Eppendorf® Microcentrifuge, 5430R) por 10 min a 5000 rpm y 25°C . El sobrenadante obtenido se transfirió a un nuevo tubo, la extracción se repitió 2 veces más y todas las muestras se llevaron a un volumen final de 30 mL con la solución de metanol y agua destilada ($1:1, 1\%$ ácido acético). Posteriormente, se inyectó $20\ \mu\text{L}$ de cada muestra filtrada en HPLC con detector de arreglo de diodos (Agilent 1200), en una columna Zorbax Eclipse Plus C18 ($4,6\times 100\text{ mm}$), bajo un flujo de 1 mL/min con agua Milli Q (1% ácido acético) (solvente A) y acetonitrilo (solvente B) como fase móvil, con el gradiente de elución programado de la siguiente manera: 100% A por 1 min ; 95% A y 5% B por 4 min , 90% A y 10% B por 14 min ; 10% A y 90% B por 1 minuto y finalizando con un post-acondicionamiento de 1 min con 100% B (Hernández-Hernández et al., 2018).

Evaluación de propiedades fisicoquímicas del frijol costarricense (*Phaseolus vulgaris*) ...
Alejandra Mencía, Keylor Villalobos, Julián Rubí, Leonardo Granados, Carlos Hernández y Hillary Brenes



Revista Perspectivas Rurales by Universidad Nacional is licensed under a Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional License.

Creado a partir de la obra en <http://revistas.una.ac.cr/index.php/perspectivasrurales>.

Extracción e identificación de compuestos fenólicos solubles de frijol cocido

Se dejó en remojo 1 g de grano de frijol en 20 mL de agua por 18 h. Pasado este tiempo, se descartó el agua y se agregó nuevamente 20 mL de agua. Las muestras se cocinaron a 120°C por 15 min, luego se maceran con una espátula, se transfirió el contenido a un tubo, se agregó 10 mL de una solución de metanol y agua destilada (1:1, 1 % ácido acético) (realizando lavados en el recipiente original) y se aforó a 30 mL. Posteriormente, se colocaron en baño ultrasónico por 15 mL y se centrifugaron por 10 min a 7830 rpm y 25°C. Se inyectó 20 µL de cada muestra filtrada en HPLC y se utilizó el método descrito anteriormente para las muestras de frijol crudo. Ambas determinaciones anteriores se realizaron en el Laboratorio CIAGRO.

Determinación de textura sensorial y textura instrumental

Para la determinación de textura no instrumental (sensorial), se llevó a cabo un panel sensorial para determinar la textura preferida quienes lo consumen. Para esto, se utilizó un frijol comercial, que se dejó en remojo por 18 h (150 g en 600 mL de agua destilada) y se cocinó en autoclave por 10 min (Midmark M9 Ultraclave® Automatic Sterilizer) a 110, 115, 120 y 125°C. Posteriormente se realizó una prueba discriminativa de ordenamiento, en la cual un grupo de panelistas debían ordenar las muestras de manera creciente según su preferencia en cuanto a textura.

A través de una prueba sensorial de ordenamiento se identificó la textura preferida por el grupo de panelistas sin entrenamiento (n=30). Se solicitó a los sujetos participantes ordenar 4 muestras de frijol cocinados a 110 °C, 115 °C, 120 °C y 125 °C de acuerdo con su preferencia con respecto a textura, resultó 1 la de mayor preferencia y 4 la de menor preferencia. No fue permitido ningún empate o espacios en blanco.

Se obtuvieron valores de textura instrumental para cada una de las muestras evaluadas por las personas consumidoras con el método que se explica a continuación.

El parámetro físico más importante para determinar la calidad de la cocción de legumbres es su perfil textural. Existen métodos subjetivos donde se evalúa la textura del grano por medio de un panel entrenado, para este estudio se determinó un método objetivo por medio del uso de un equipo especial en el que se evita la subjetividad que conlleva el error humano (Wang et al., 2012).

Evaluación de propiedades fisicoquímicas del frijol costarricense (*Phaseolus vulgaris*) ...
Alejandra Mencía, Keylor Villalobos, Julián Rubí, Leonardo Granados, Carlos Hernández y Hillary Brenes



Para la determinación de textura instrumental, se colocaron 80 granos de frijol (aproximadamente 0,2 g/semilla) en frascos de vidrio con la adición de 150 mL de agua destilada y se dejó en remojo por 18 h. Pasado ese tiempo, se desechó el agua y de nuevo se agregó 150 mL de agua destilada. El frijol se cocinó en autoclave por 10 min a 115 °C y 13,5 psi. Después de la cocción, se determinó la textura mediante el analizador TA.XT2. Para esto, se colocó aproximadamente 7,5 g de frijol cocido en la celda Mini Kramer Shear y se comprimió a 1,5 mm/s. Se realizaron 5 repeticiones y la textura o firmeza se expresó como la fuerza de corte máxima requerida por gramo de muestra cocida (N/g de muestra cocida) (AACCI, 56-36.01). La determinación anterior se realizó en el Laboratorio CIAGRO.

Análisis estadístico

Se realizó principalmente estadística descriptiva para representar los datos obtenidos (tablas, gráficos) y se calculó la desviación estándar. Para conocer la variabilidad, determinar la importancia y facilitar una interpretación de las variables en estudio sobre las muestras de frijol se realizó un análisis de componentes principales (ACP) utilizando el procedimiento PRCOMP del programa R, en el cual las variables fueron estandarizadas debido a que las unidades de las variables eran distintas. Se realizó un ACP para compuestos fenólicos solubles de acuerdo con su longitud de onda y número de compuestos detectados en la misma longitud, para muestras agrupadas por variedad- zona. Además, se realizó un ACP para cada uno de los análisis químicos y físicos, para muestras agrupadas por variedad-color-zona.

Resultados y discusión

Determinación de calidad e impurezas

Los resultados de cocción obtenidos por el CNP muestran que la mayoría de muestras fueron de primera calidad, excepto las muestras 2, 3, 4, 6 y 7 que incumplieron con el factor de humedad (mayor a 16 %); además la 14, 17, 21 y 22 que presentaban mayor daño del grano del permitido (1 %) y solo la muestra 16 (Cabécar de 4 Esquinas, Los Chiles) incumplió con el tiempo de cocción, el cual fue de 110 min. Por su parte, el CNP determinó que la mayoría de las muestras obtuvieron un tiempo de cocción entre 80 y 95 minutos. No obstante, se encontró que variedades como Generalito, Mantequilla, Brunca, Guaimí, Talamanca e Igera (muestras 6, 12, 20, 24, 26, 27 y 29) requieren tan

Evaluación de propiedades fisicoquímicas del frijol costarricense (*Phaseolus vulgaris*) ...
Alejandra Mencía, Keylor Villalobos, Julián Rubí, Leonardo Granados, Carlos Hernández y Hillary Brenes



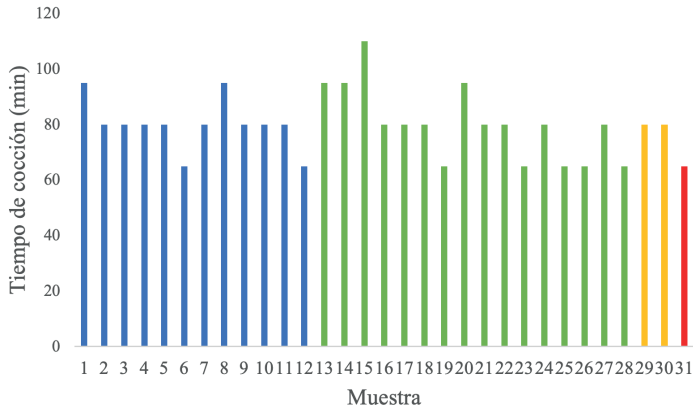
Revista Perspectivas Rurales by Universidad Nacional is licensed under a Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional License.

Creado a partir de la obra en <http://revistas.una.ac.cr/index.php/perspectivasrurales>.

solo 65 minutos para cocinarse (Figura 2), por lo que estos últimos deberían utilizarse cuando una cocción rápida sea requerida.

Figura 2.

Tiempo de cocción de las diferentes muestras de frijol estudiadas.



Notas: Barras azules= zona sur, verdes= zona norte, amarillas= Puriscal y roja= China. Elaboración propia (2020).

Cabe destacar que la muestra 24, variedad Tainí proveniente de Upala, tuvo menor tiempo de cocción que la muestra 23 de variedad Guaimí recolectada en Caño Negro, ambas provenientes del norte del país. Esto coincide con lo observado en los ensayos de textura instrumental y podría estar relacionado con aspectos genéticos, geográficos, procedencia o manejo agronómico (Pérez-Herrera et al., 2002). Por ejemplo, en la zona de Caño Negro lo siembran en grandes áreas (hasta 300 ha) y tanto la siembra como la cosecha son mecanizadas; mientras que en San José de Upala predominan las unidades pequeñas de producción que realizan sus actividades de manera manual. Además, se ha observado la estrecha relación entre el tiempo de almacenamiento con las características de dureza del grano de frijol; sin embargo, este aspecto no fue evaluado en esta investigación como para confirmar que las diferencias se debieron a esto.

Evaluación de propiedades fisicoquímicas del frijol costarricense (*Phaseolus vulgaris*) ...
Alejandra Mencía, Keylor Villalobos, Julián Rubí, Leonardo Granados, Carlos Hernández y Hillary Brenes



Revista Perspectivas Rurales by Universidad Nacional is licensed under a Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional License.

Creado a partir de la obra en <http://revistas.una.ac.cr/index.php/perspectivasrurales>.

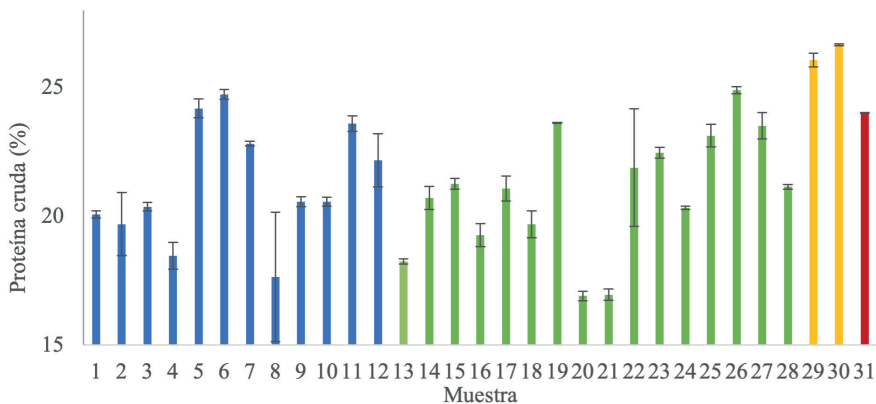
Análisis proximal (proteína cruda, extracto etéreo, cenizas, fibra cruda)

Proteína cruda

El contenido de proteína cruda promedio de las muestras se encontró en los rangos de 16 % a 27 % (Figura 3). La muestra tapado rojo proveniente de Puriscal destacó por tener un alto contenido de proteína cruda ($26,7 \pm 0,024$ %). Cabe destacar que la mayoría de las muestras en promedio presentan más de 20 % de contenido proteico, lo cual es mayor a lo que han reportado otros estudios (entre 15 % y 19,7 %) para el frijol común crudo (*Phaseolus vulgaris*) (Campos-Vega et al., 2009; Pujolà, Farreas y Casañas, 2007). Pérez-Herrera *et al.*, (2002) hacen referencia a valores de 19,3 % a 35,2 % como los más comunes en frijoles consumidos en Latinoamérica. Como se observa en la Figura 3, el color del grano no fue un factor determinante del contenido de proteína cruda de las muestras estudiadas.

Figura 3.

Porcentaje de proteína cruda de las diferentes muestras de frijol estudiadas.



Notas: Barras azules= zona sur, verdes= zona norte, amarillas= Puriscal y roja= China. Elaboración propia (2020).

Fibra cruda

El contenido de fibra cruda promedio de las muestras locales se encontró entre 3,52 % y 6,73 % (Figura 4). Simons et al., (2015) reportaron valores de

Evaluación de propiedades fisicoquímicas del frijol costarricense (*Phaseolus vulgaris*)...
Alejandra Mencía, Keylor Villalobos, Julián Rubí, Leonardo Granados, Carlos Hernández y Hillary Brenes

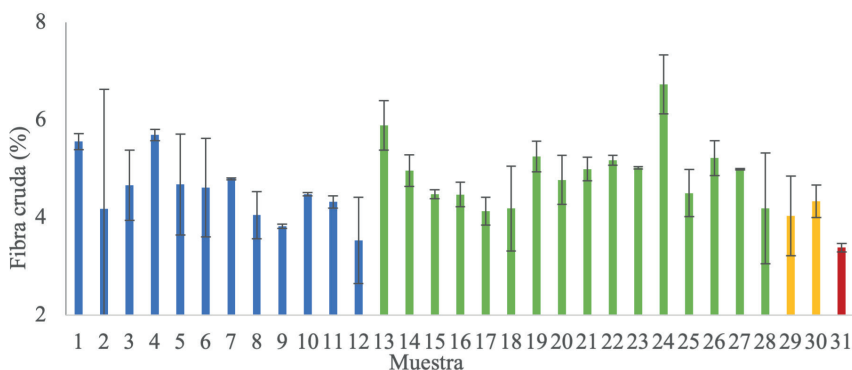


Revista Perspectivas Rurales by Universidad Nacional is licensed under a Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional License.
Creado a partir de la obra en <http://revistas.una.ac.cr/index.php/perspectivasrurales>.

3,9 ± 3,2 % para una muestra de frijol negro, y Jacinto y Campos (2016), en diferentes variedades mexicanas, 3,5 % y 4,7 %, lo que sitúa los rangos de las muestras de este estudio en rangos normalmente cuantificados. La variedad roja Tainí (muestra 24) destacó por poseer 6,73 ± 0,43 % de fibra cruda; por su parte, el frijol chino presentó uno de los menores porcentajes (3,38 ± 0,09 %). La fibra que el frijol aporta a la dieta brinda beneficios para la salud como disminución de los niveles de colesterol en sangre, disminuye el riesgo de cáncer de colon y enfermedades cardiovasculares, aumenta el volumen fecal y puede ser de gran ayuda para personas con diabetes (Luna-Vital, Ramírez-Jiménez, Gaytan-Martínez, Mojica y Loarca-Piña, 2017).

Figura 4.

Porcentaje de fibra cruda de diferentes muestras de frijol estudiadas.



Notas: Barras azules= zona sur, verdes= zona norte, amarillas= Puriscal y roja= China.

Elaboración propia (2020).

Extracto etéreo

El contenido de grasa promedio de las muestras locales se encontró entre 3,03 % y 6,7 % (Figura 5), la variedad Cabécar (muestra 4) fue la superior. Este dato resulta relevante, ya que para frijol común se ha reportado bajo contenido lipídico (2,49 ± 0,22 g/100 g y 1,7 ± 0,27 g/100 g) (de Almeida Costa, et al., 2006 y Simons et al., 2015, respectivamente). Cabe mencionar que es en variedades mexicanas mejoradas donde se han observado contenidos que van desde 2,58 % a 5,23 % y valores bajos en variedades locales de 0,89 % y 0,91 % (Ortega, Vinay y López, 1996).

Evaluación de propiedades fisicoquímicas del frijol costarricense (*Phaseolus vulgaris*) ...
Alejandra Mencía, Keylor Villalobos, Julián Rubí, Leonardo Granados, Carlos Hernández y Hillary Brenes

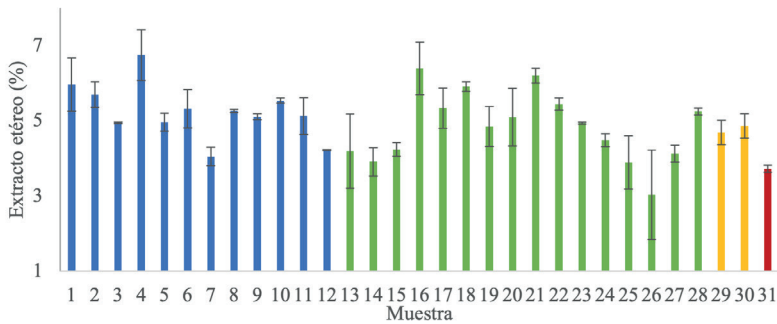


Revista Perspectivas Rurales by Universidad Nacional is licensed under a Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional License.

Creado a partir de la obra en <http://revistas.una.ac.cr/index.php/perspectivasrurales>.

Figura 5.

Porcentaje de extracto etéreo de diferentes muestras de frijol estudiadas.



Notas: Barras azules= zona sur, verdes= zona norte, amarillas= Puriscal y roja= China.

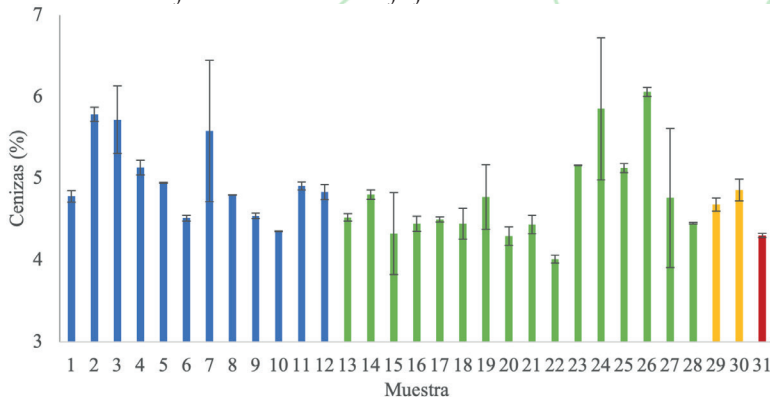
Elaboración propia (2020)

Cenizas

El contenido de ceniza, que representa los minerales, de las muestras locales se encontró entre 4,01 % y 6,05 % (Figura 6). Jacinto y Campos (1993) evidenciaron concentraciones de 3,8 a 4,6 % también muy similar a lo reportado para frijol común (3,7% a 4,7%) (Campos-Vega et al., 2009). En un estudio por Jacinto y Campos (1993), materiales con menor contenido de cenizas muestran mayor porcentaje de digestibilidad de la proteína una vez que el frijol es cocido, esto podría profundizarse en un futuro estudio para las muestras costarricenses.

Figura 6.

Porcentaje de cenizas de diferentes muestras de frijol estudiadas.



Notas: Barras azules= zona sur, verdes= zona norte, amarillas= Puriscal y roja= China.

Elaboración propia (2020).

Evaluación de propiedades fisicoquímicas del frijol costarricense (*Phaseolus vulgaris*) ...
Alejandra Mencía, Keylor Villalobos, Julián Rubí, Leonardo Granados, Carlos Hernández y Hillary Brenes



Revista Perspectivas Rurales by Universidad Nacional is licensed under a Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional License.

Creado a partir de la obra en <http://revistas.una.ac.cr/index.php/perspectivasrurales>.

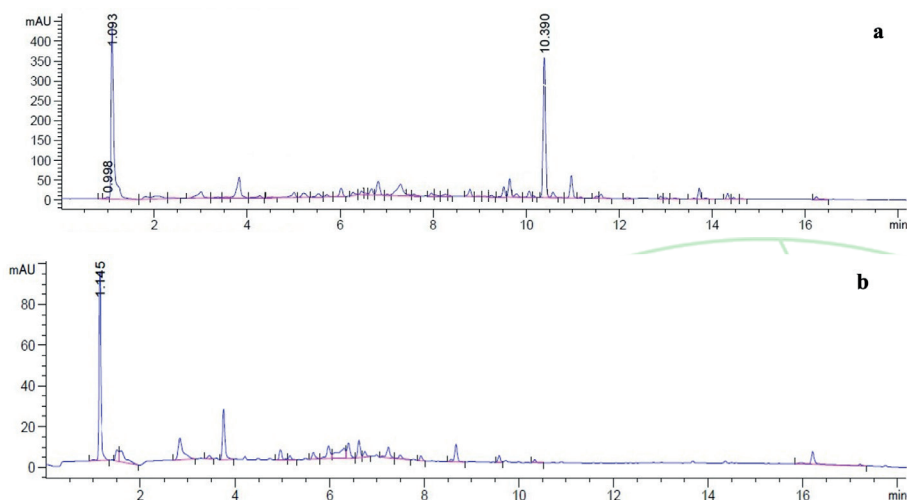
Identificación de compuestos fenólicos solubles de frijol crudo y cocido

Crudo

Los análisis del HPLC mostraron la aparición de un pico o compuesto fenólico más abundante (tiempo de retención= 10,3 minutos y longitud de onda= 254 nm) en la mayoría de muestras de frijol rojo. Por ejemplo, en un frijol rojo (muestra 1) el área de dicho compuesto fue de 21 % (1283,15 mAU), mientras que en uno negro (muestra 31) de 0,7 % (65,73 mAU) (Figura 7). Lo anterior indica que los frijoles rojos nacionales podrían ser más ricos en dicho compuesto con características antioxidantes.

Figura 7.

Cromatogramas de compuestos fenólicos solubles de un frijol rojo (a) y de un frijol negro (b).



Nota: *Elaboración propia (2020)*

El proceso de identificación del compuesto a 10,3 minutos no pudo ser completado para este estudio. Sin embargo, picos como el expresado en 1,1 min para la mayoría de cromatogramas sí se lograron identificar y resultaron ser, de acuerdo con una muestra pura analizada, ácido gálico o un derivado de este mismo. En estudios anteriores se ha reportado el ácido gálico como uno de los de mayor abundancia en frijol (Ferreira et al., 2018).

Evaluación de propiedades fisicoquímicas del frijol costarricense (*Phaseolus vulgaris*) ...
Alejandra Mencía, Keylor Villalobos, Julián Rubí, Leonardo Granados, Carlos Hernández y Hillary Brenes



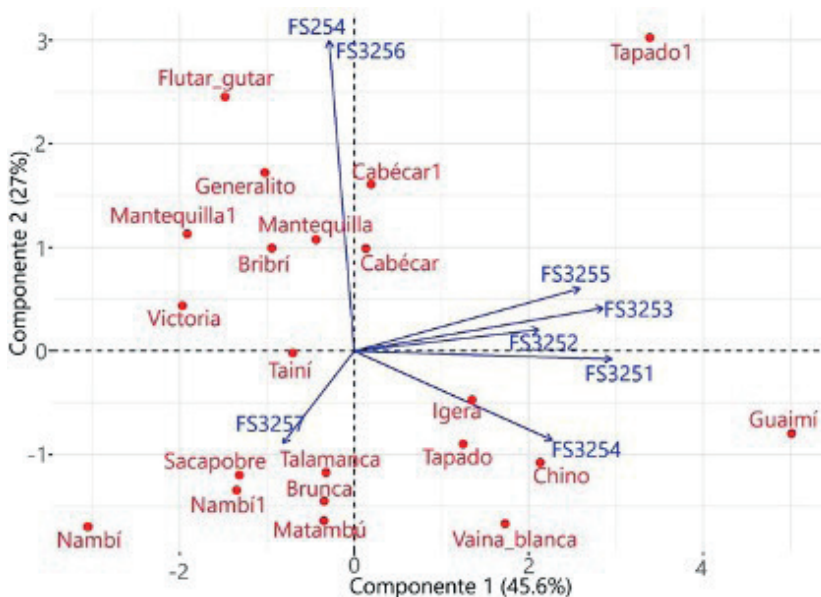
Revista Perspectivas Rurales by Universidad Nacional is licensed under a Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional License.

Creado a partir de la obra en <http://revistas.una.ac.cr/index.php/perspectivasrurales>.

Por otra parte, el análisis de componentes principales mostró que existen dos compuestos fenólicos asociados a variedades de frijol específicas (Figura 8).

Figura 8.

Análisis de componentes principales de compuestos fenólicos solubles de diferentes variedades de frijol. El número 1 al lado de cada variedad representa la zona Sur y ausencia de número la zona Norte



Nota: Elaboración propia (2020).

El compuesto FS3254 (tiempo de retención= 6,8 y longitud de onda= 325) está más relacionado con las variedades Igera, Tapado, Vaina Blanca y Chino. Por su parte, el compuesto FS3257 (tiempo de retención= 14,3 y longitud de onda= 325) se encuentra en mayor cantidad en las variedades Sacapobre, Nambí (Sur), Talamanca, Bruñca y Matambú. A pesar de esto, dichas variedades no presentan ningún factor común de color ni de zona de procedencia. Estos resultados arrojan una pauta para profundizar en el análisis de compuestos principales de las muestras mencionadas, pero no permite establecer correlaciones con las zonas geográficas como un factor diferenciador de los compuestos identificables mediante el análisis de HPLC.

Evaluación de propiedades fisicoquímicas del frijol costarricense (*Phaseolus vulgaris*)...
Alejandra Mencía, Keylor Villalobos, Julián Rubí, Leonardo Granados, Carlos Hernández y Hillary Brenes



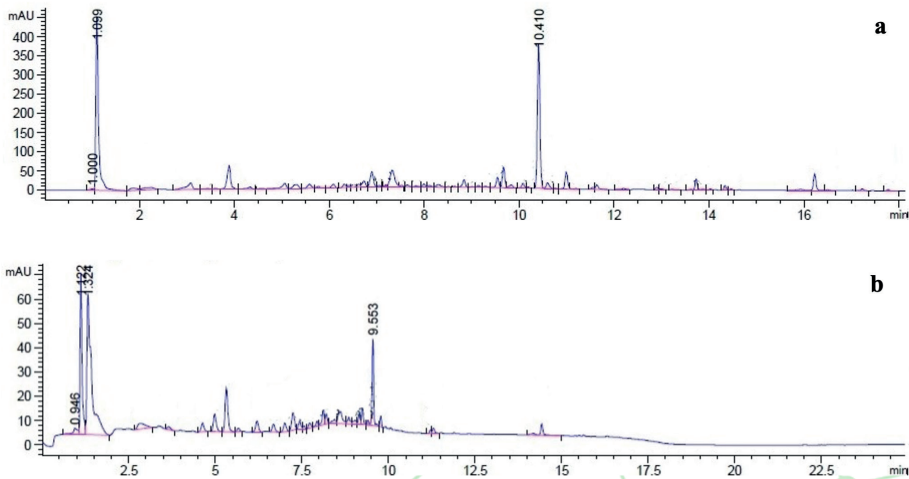
Revista Perspectivas Rurales by Universidad Nacional is licensed under a Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional License.
Creado a partir de la obra en <http://revistas.una.ac.cr/index.php/perspectivasrurales>.

Cocido

Se observó que después de la cocción disminuyó el porcentaje de aparición de los picos e incluso en algunos cromatogramas desaparecieron (Figura 9), este porcentaje de reducción se encontró en un rango entre 43 a 83. Esto podría ser explicado por el hecho de que la temperatura de cocción promueva la conversión de los compuestos en moléculas más pequeñas (Singh, Kaur y Singh, 2017).

Figura 9.

Cromatogramas de compuestos fenólicos solubles de un frijol (muestra 1, variedad Cabécar) crudo (a) y cocido (b).



Nota: *Elaboración propia (2020).*

Análisis textural sensorial e instrumental

Los resultados indicaron que la muestra con mayor preferencia fueron los frijoles cocinados a 110°C (73 % de panelistas) y la menos preferida los frijoles cocinados a 125°C (3 %) (Figura 10). A estas muestras se les determinó la textura para obtener un rango de preferencia (en N/g) utilizado posteriormente en el análisis de textura.

Evaluación de propiedades fisicoquímicas del frijol costarricense (*Phaseolus vulgaris*) ...
Alejandra Mencía, Keylor Villalobos, Julián Rubí, Leonardo Granados, Carlos Hernández y Hillary Brenes

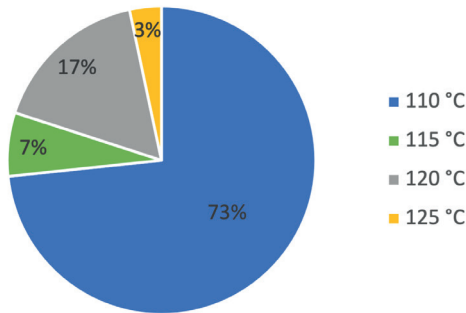


Revista Perspectivas Rurales by Universidad Nacional is licensed under a Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional License.

Creado a partir de la obra en <http://revistas.una.ac.cr/index.php/perspectivasrurales>.

Figura 10.

Porcentaje de panelistas que seleccionaron los diferentes tratamientos de cocción como su textura favorita.

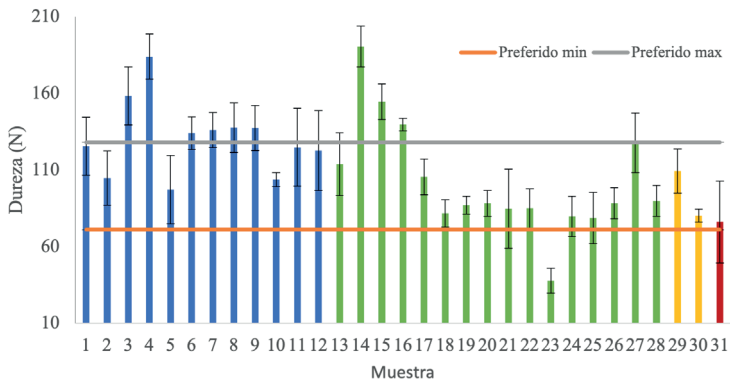


Nota: *Elaboración propia (2020).*

En cuanto a la textura instrumental, hubo valores en el rango de 37,72 N y 190,59 N, donde 10 muestras obtuvieron valores de textura dentro del rango preferido por los consumidores (2, 5, 10, 17, 18, 19, 20, 26, 28 y 30) (Figura 11). La variedad Guaimí (muestra 23, color negro y proveniente de Upala) tuvo la menor textura (37,72 ± 8,17 N), lo que significa que los granos de frijol de dicha muestra se suavizaron más rápido y, por ende, podrían requerir menor temperatura o tiempo de cocción, lo que coincide con su resultado en la prueba de tiempo de cocción.

Figura 11.

Textura de diferentes muestras de frijol cocinadas a 115°C por 10 min.



Notas: Barras azules= zona sur, verdes= zona norte, amarillas= Puriscal y roja= China. Las líneas horizontales entre columnas representan el nivel preferido mínimo (naranja, inferior) y nivel preferido máximo (gris, superior) definido por el panel sensorial.

Elaboración propia (2020).

Evaluación de propiedades fisicoquímicas del frijol costarricense (*Phaseolus vulgaris*) ...

Alejandra Mencía, Keylor Villalobos, Julián Rubí, Leonardo Granados, Carlos Hernández y Hillary Brenes



Revista Perspectivas Rurales by Universidad Nacional is licensed under a Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional License.

Creado a partir de la obra en <http://revistas.una.ac.cr/index.php/perspectivasrurales>.

Análisis de componentes principales

El análisis de componentes principales evidenció que con los tres primeros componentes se explica un 78 % de la variación total, lo cual permite explicar el comportamiento de las diferentes variables de las muestras de frijol. En el primer componente (CP1) se observa que las variables proteína cruda (PC) y fenólicos después de la cocción (FDC) reciben los pesos positivos más altos, y la variable extracto etéreo (EE) el peso negativo más alto. Por lo que para este hay muestras de frijol que tendrán mayor contenido de PC y FDC en relación a EE. Para el segundo componente las variables fibra cruda (FC) y fenólicos antes de cocción (FAC) tienen el peso positivo y negativo más alto, respectivamente (Tabla 2).

Tabla 2.

Correlaciones de las variables iniciales con los componentes principales

Variables	CP1	CP2	CP3	CP4
PC	0,52*	-0,19	0,32	-0,03
EE	-0,50	-0,15	-0,22	-0,52*
CE	0,42	0,44	-0,27	-0,03
FC	0,01	0,60*	-0,25	-0,46
FAC	0,18	-0,56	-0,14	-0,50
FDC	0,52*	-0,13	-0,26	-0,26
TEX	0	-0,23	-0,80*	0,45

Notas: Variables: PC=proteína cruda, EE= extracto etéreo, CE= cenizas, FC= fibra cruda, FAC= fenólicos antes de cocción, FDC= fenólicos después de cocción, TEX= textura.

*Valores en negrita para cada componente principal corresponden a las variables que mayor aporte tienen.

Elaboración propia (2020).

Con respecto al primer componente, las variables CE, FDC y PC tienen una correlación positiva; mientras que EE tiene una correlación negativa. Esto significa que, por ejemplo, la variedad Iguera proveniente de la zona Norte contiene altos valores de CE, FDC y PC; pero menor valor de EE. Lo mismo sucede con el frijol Victoria de color rojo proveniente del Sur, contrario con las muestras de Matambú y Nambí (de color negro provenientes de la zona norte) que mayor contenido de EE y menor de CE, FDC y PC (Figura 12). En cuanto a otras muestras existe un grupo que posee valores medios a bajos de FDC, PC y FAC y bajo contenido de EE.

Evaluación de propiedades fisicoquímicas del frijol costarricense (*Phaseolus vulgaris*)...

Alejandra Mencía, Keylor Villalobos, Julián Rubí, Leonardo Granados, Carlos Hernández y Hillary Brenes



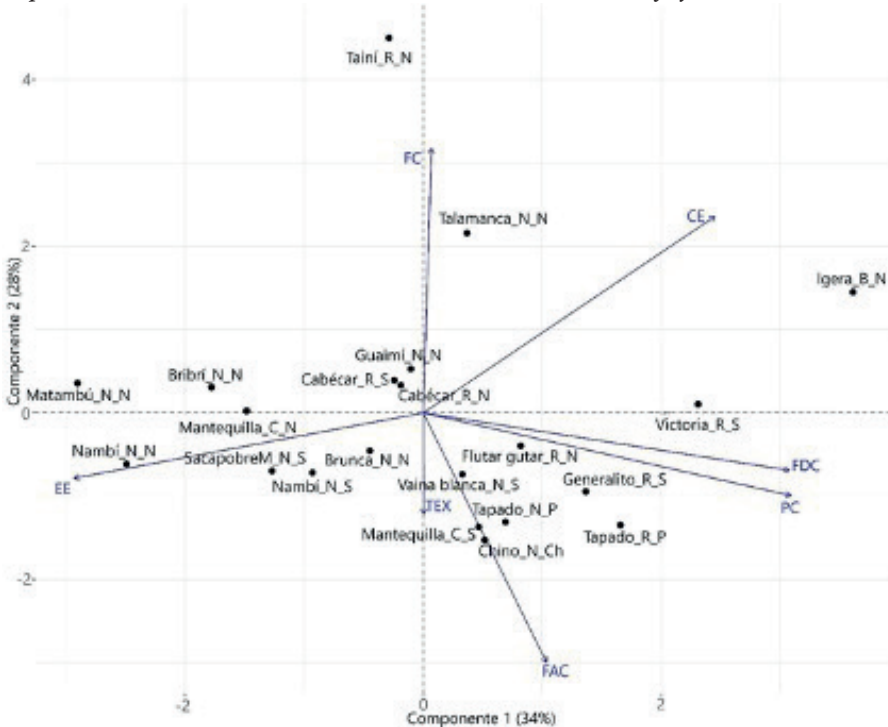
Revista Perspectivas Rurales by Universidad Nacional is licensed under a Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional License.

Creado a partir de la obra en <http://revistas.una.ac.cr/index.php/perspectivasrurales>.

Por otra parte, el CP2 muestra que las variedades Tainí y Talamanca, ambas de la zona norte, pero de distinto color, tienen alto y medio contenido de fibra cruda (FC), respectivamente, y valores bajos de textura (TEX) (Figura 12).

Figura 12.

Biplot para los datos de las variables analizadas en las muestras de frijol.



Notas: Variables: PC=proteína cruda, EE= extracto etéreo, CE= cenizas, FC= fibra cruda, FAC= fenólicos antes de cocción, FDC= fenólicos después de cocción, TEX= textura. Elaboración propia (2020).

Conclusiones

Se logró identificar la presencia del compuesto fenólico ácido gálico en todas las muestras analizadas, pero no mostraron un patrón que indique diferencias significativas entre variedades ni zona de procedencia. Sin embargo, para todas las muestras se pudo observar una reducción de compuestos fenólicos luego de la cocción.

Evaluación de propiedades fisicoquímicas del frijol costarricense (*Phaseolus vulgaris*) ...
Alejandra Mencía, Keylor Villalobos, Julián Rubí, Leonardo Granados, Carlos Hernández y Hillary Brenes



Revista Perspectivas Rurales by Universidad Nacional is licensed under a Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional License.

Creado a partir de la obra en <http://revistas.una.ac.cr/index.php/perspectivasrurales>.

Cuando las distintas variedades fueron cocinadas en las mismas condiciones, la mayoría alcanzaron la textura que, de acuerdo con el panel sensorial, resultó ser la óptima para los grupos consumidores.

Cabe rescatar que la variedad Guaimí (proveniente de Upala) tuvo la menor dureza, por tanto, podría necesitar menor tiempo de cocción para alcanzar la textura óptima. Esto coincidió con lo reportado por el CNP, ya que dicha muestra requirió solo 65 minutos para cocinarse. Tomando en cuenta que el contenido de fenólicos se ve afectado por la cocción, esta muestra podría conservar mejor, tanto su valor textural como sus propiedades funcionales. Las muestras de frijol Generalito y Mantequilla, provenientes de la zona sur, se ubicaron también dentro de los valores más bajos de tiempos de cocción lo cual podría tener alguna relación con la opinión de los sujetos productores, en cuanto a que son materiales con mejores condiciones sensoriales, considerados incluso gourmet en algunos puntos de ventas. Sin embargo, el estudio no permitió determinar otras propiedades que sustenten esta percepción.

La muestra de China se comportó en general dentro de los rangos promedio, sin embargo, presentó valores bajos para las pruebas de fibra, extracto etéreo, cenizas y textura. Aunque el análisis no reúne las condiciones para establecer un resultado representativo, podría ser un indicador preliminar que justifique estudios comparativos futuros.

Si bien, factores como variedad y origen geográfico no determinaron diferencias significativas en el análisis proximal de las muestras de frijol estudiadas, fueron observados valores relevantes de proteína cruda en rangos de 16 a 27 %, de fibra cruda de 3 a 7 %, de extracto etéreo de 3 a 7 % y de cenizas de 4 a 6 %.

El estudio se constituye en una base científica de importancia para orientar estudios posteriores dirigidos a la identificación de cualidades diferenciales en el frijol nacional que puedan ser utilizadas en promover una mayor valorización del producto nacional por el público consumidor.

Evaluación de propiedades fisicoquímicas del frijol costarricense (*Phaseolus vulgaris*) ...
Alejandra Mencía, Keylor Villalobos, Julián Rubí, Leonardo Granados, Carlos Hernández y Hillary Brenes



Revista Perspectivas Rurales by Universidad Nacional is licensed under a Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional License.

Creado a partir de la obra en <http://revistas.una.ac.cr/index.php/perspectivasrurales>.

Referencias

- Besancon, P. (1978). La valeur nutritionnelle des 16gumes et des protéines de 16gumineuses. *Rev. Fr. Diet.*, 84, 5-17.
- Brick, M. A. y Thompson, H. J. (2016). Toward closing the dietary fiber gap: candidate genes associated with dietary fiber content in common bean. *The FASEB Journal*, 30(1_supplement), 421-8.
- Barkin, D. (2001). Superando el paradigma neoliberal: Desarrollo popular sustentable. En *¿Una nueva realidad en América Latina?* (pp. 81-99). CLACSO. <http://biblioteca.clacso.edu.ar/clacso/gt/20100929012426/6barkin.pdf>
- Campos-Vega, R., Reynoso-Camacho, R., Pedraza-Aboytes, G., Acosta-Gallegos, J. A., Guzman-Maldonado, S. H., Paredes-Lopez, O. y Loarca-Piña, G. (2009). Chemical composition and in vitro polysaccharide fermentation of different beans (*Phaseolus vulgaris* L.). *Journal of Food science*, 74(7), T59-T65.
- Chidananda, K. P., Chelladurai, V., Jayas, D. S., Alagusundaram, K., White, N. D. G. y Fields, P. G. (2014). Respiration of pulses stored under different storage conditions. *Journal of Stored Products Research*. <https://doi.org/10.1016/j.jspr.2014.04.006>
- de Almeida Costa, G. E., da Silva Queiroz-Monici, K., Reis, S. M. P. M. y de Oliveira, A. C. (2006). Chemical composition, dietary fibre and resistant starch contents of raw and cooked pea, common bean, chickpea and lentil legumes. *Food chemistry*, 94(3), 327-330.
- Díaz-Batalla, L., Widholm, J. M., Fahey, G. C., Castaño-Tostado, E. y Paredes-López, O. (2006). Chemical components with health implications in wild and cultivated Mexican common bean seeds (*Phaseolus vulgaris* L.). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 54(6), 2045-2052. <https://doi.org/10.1021/jf051706l>
- Ferreira, C. D., Ziegler, V., Lindemann, I. da S., Hoffmann, J. F., Vanier, N. L. y Oliveira, M. de. (2018). Quality of black beans as a function of long-term storage and moldy development: Chemical and functional properties of flour and isolated protein. *Food Chemistry*, 246, 473-480. <https://doi.org/10.1016/J.FOODCHEM.2017.11.118>

Evaluación de propiedades fisicoquímicas del frijol costarricense (*Phaseolus vulgaris*) ...
Alejandra Mencía, Keylor Villalobos, Julián Rubí, Leonardo Granados, Carlos Hernández y Hillary Brenes



Revista Perspectivas Rurales by Universidad Nacional is licensed under a Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional License.

Creado a partir de la obra en <http://revistas.una.ac.cr/index.php/perspectivasrurales>.

- Grunert, K. G. (2005). Food quality and safety: Consumer perception and demand. *European Review of Agricultural Economics*, 32(3), 369–391. [10.1093/eurrag/jbi011](https://doi.org/10.1093/eurrag/jbi011)
- Hernández-Hernández, C., Viera-Alcaide, I., Morales-Sillero, A. M., Fernández-Bolaños, J., y Rodríguez-Gutiérrez, G. (2018). Bioactive compounds in Mexican genotypes of cocoa cotyledon and husk. *Food Chemistry*. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2017.08.018>
- Jacinto-Hernández, C. y Campos-Escuerdo, A. (2016). Efecto de la cocción sobre algunas características nutricionales del frijol. *Agronomía Mesoamericana*, 4(1), 42. <https://doi.org/10.15517/am.v4i0.25165>
- Kaur, S., Singh, N., Sodhi, N. S. y Rana, J. C. (2009). Diversity in properties of seed and flour of kidney bean germplasm. *Food Chemistry*, 117, 282–289.
- Koehler, H. H., Iung-Hsia Chang, C. H., Scheier, G. y Burke, D. W. (1987). Nutrition composition, protein quality and sensory properties of thirty-six cultivars of dry beans (*Phaseolus vulgaris*). *J. Food Sci.*, 52, 1335-40.
- Luna-Vital, D. A., Ramírez-Jiménez, A. K., Gaytan-Martinez, M., Mojica, L. y Loarca-Piña, G. (2017). Biological Effect of Antioxidant Fiber from Common Beans (*Phaseolus vulgaris* L.). En *Dietary Fiber Functionality in Food and Nutraceuticals: From Plant to Gut* (pp. 95-122).
- Meiners, C. R., Derise, N. L., Lau, H. C., Crews, M. G., Ritchey, S. J. y Murphy, E. W. (1976). Proximate composition and yield of raw and cooked mature dry legumes. *J. Agric. Food Chem.*, 24, 1122-6.
- Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG). (2007). Caracterización y plan de acción para el desarrollo de la agrocadena de frijol (*Phaseolus vulgaris*) en la región Huetar Norte. Autor.
- Ortega, D. A., Vinay, J. C. y López, E. (1996). Caracterización de la calidad tecnológica y nutricional, de variedades mejoradas y criollas de frijol negro tropical (*Phaseolus vulgaris* L.). *Agronomía Mesoamericana*, 7(1), 20.
- Parmar, N., Viridi, A. S., Singh, N., Kaur, A., Bajaj, R., Rana, J. C., Agrawal, L. y Nautiyal, C. S. (2014). Evaluation of physicochemical, textural, mineral and protein characteristics of kidney bean grown at Himalayan region. *Food Research International*, 66, 45–57.

Evaluación de propiedades fisicoquímicas del frijol costarricense (*Phaseolus vulgaris*) ...
Alejandra Mencía, Keylor Villalobos, Julián Rubí, Leonardo Granados, Carlos Hernández y Hillary Brenes



- Pérez-Herrera, P., Esquivel Esquivel, G., Rosales Serna, R. y 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.
- Prigent-Simonin, A. H y Héroult-Fournier, C. (2005). The role of trust in the perception of the quality of local food products: with particular reference to direct relationships between producer and consumer. *Anthropology of food*, 4. <http://aof.revues.org/document204.html>
- Pujolà, M., Farreras, A. y Casañas, F. (2007). Protein and starch content of raw, soaked and cooked beans (*Phaseolus vulgaris* L.). *Food Chemistry*, 102(4), 1034-1041.
- Secretaría de la Economía. (2012). Dirección General de Industrias Básicas: Análisis de la cadena de valor del frijol, México. Autor
- Simons, C. W., Hall, C., Tulbek, M., Mendis, M., Heck, T. y Ogunyemi, S. (2015). Acceptability and characterization of extruded pinto, navy and black beans. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 95(11), 2287-2291. <https://doi.org/10.1002/jsfa.6948>
- Singh, B., Singh, J. P., Kaur, A. y Singh, N. (2017). Phenolic composition and antioxidant potential of grain legume seeds: A review. *Food Research International*. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2017.09.026>
- Sotelo, A. y Hernández, M. (1980). Nutritional evaluation of three varieties of beans (*Phaseolus vulgaris*) using chemical and biological methods. *Nutr. Rep. Int.*, 22, 607-16
- Tiwari, B. K. y Singh, N. (2012). United Kingdom: The Royal Society of Chemistry. Pulse chemistry and technology. Royal Society of Chemistry.
- Wang, N., Panozzo, J. F., Wood, J., Malcolmson, L. J., Arganosa, G. C., Baik, B. K. y Han, J. (2012). AACCI approved methods technical committee report: Collaborative study on a method for determining firmness of cooked pulses (AACCI Method 56-36.01). *Cereal Foods World*. <https://doi.org/10.1094/CFW-57-5-0230>

Evaluación de propiedades fisicoquímicas del frijol costarricense (*Phaseolus vulgaris*) ...
Alejandra Mencía, Keylor Villalobos, Julián Rubí, Leonardo Granados, Carlos Hernández y Hillary Brenes



Revista Perspectivas Rurales by Universidad Nacional is licensed under a Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional License.

Creado a partir de la obra en <http://revistas.una.ac.cr/index.php/perspectivasrurales>.