

Determinación del análisis bromatológico proximal y calidad culinaria de *Phaseolus vulgaris* L. (frijol común) grano negro criollo cultivado en la zona occidental de El Salvador

Hernández-Melgar, MA
Facultad de Ciencias Agronómicas,
Universidad de El Salvador. El Salvador.
Correo electrónico: mario.hernandez@ues.edu.sv

Martínez-Hernández, EG
Facultad de Química y Farmacia,
Universidad de El Salvador. El Salvador.
Correo electrónico: emersonhdz_5@hotmail.com

Carranza-Estrada, FA
Facultad de Ciencias Agronómicas,
Universidad de El Salvador. El Salvador.
Correo electrónico: freddy.carranza@ues.edu.sv

Bonilla-deTorres, BL
Facultad de Ciencias Agronómicas,
Universidad de El Salvador. El Salvador.
Correo electrónico: blanca.bonilla@ues.edu.sv

Cuadra-Soto, JA
Facultad de Química y Farmacia,
Universidad de El Salvador. El Salvador.
Correo electrónico: Juan.cuadra@ues.edu.sv

Vivar-de Figueroa, ME
Facultad de Química y Farmacia,
Universidad de El Salvador. El Salvador.
Correo electrónico: maria.vivar2@ues.edu.sv



Resumen

Esta investigación plantea una alternativa para la producción de alimentos de buena calidad en cuanto a seguridad alimentaria y nutricional respecta. Apostando a la utilización del *Phaseolus vulgaris* L. (frijol común) grano negro criollo como un recurso que aumente la calidad y seguridad alimenticia de las familias salvadoreñas. Para poder tener información del *Phaseolus vulgaris* L. (frijol común) grano negro criollo, se decidió llevar a cabo en tres variedades de frijol común grano negro criollo (Cuarentín, Tamazulapa y El Porvenir) cultivadas en la zona occidental de El Salvador la determinación de la calidad culinaria y el análisis bromatológico proximal, además el análisis de micronutrientes importantes como calcio, magnesio, hierro y zinc con el objeto de poder comparar los resultados y concluir cuál de estas variedades es la que mejor calidad posee tomando como parámetro comparativo los valores de las tablas de composición de alimentos del Instituto de Nutrición de Centroamérica y Panamá acerca del *Phaseolus vulgaris* L., con el desarrollo y finalización de las determinaciones analíticas realizadas y por medio del análisis de varianza de un factor y el análisis de diferencia significativa honesta de Tukey y demostrando a través de una representación de datos multivariantes con un gráfico Biplot, que dos de las tres variedades (Cuarentín y Tamazulapa) en estudio de *Phaseolus vulgaris* L. presentan parámetros mayores en cuanto a calidad en análisis bromatológico, análisis de micronutrientes y calidad culinaria con respecto a los valores que se tienen como referencia y que por ende pueden incluirse como alternativa dentro de planes de desarrollo en cuanto a seguridad alimentaria y nutricional del país se refiere, recomendando de esta manera a instituciones y comisiones competentes que incluyan en sus programas la producción y el fomento en el consumo de granos de variedades criollas de frijol común grano negro, y en especial, las variedades mencionadas en este estudio.

Palabras clave: alimentaria, nutricional, análisis, bromatológico, proximal, calidad, culinaria, frijol común grano negro criollo, micronutrientes.

Abstract

This research presents an alternative to shovel the problem of not having access to good quality food in terms of food and nutrition security is concerned, betting on the use of *Phaseolus vulgaris* L. (common bean) black beans creole as a resource to increase the quality and food safety of salvadorian families. In order to provide the *Phaseolus vulgaris* L. (common bean) black beans creole alternatively, it decided to take place at three varieties of bean common creole black beans (Cuarentín, Tamazulapa and El Porvenir) grown in western El Salvador determining cooking quality and proximal compositional analysis also analysis of important micronutrients such as calcium, magnesium, iron and zinc in order to be able to compare the results and conclude which of these varieties is the best quality has

taken as a comparative parameter values tables of food composition of the Institute of Nutrition of Central America and Panama for *Phaseolus vulgaris* L., to the development and completion of the analyzes carried out and by analysis of variance and factor analysis Tukey honestly significant difference and demonstrating through a representation of multivariate data with graphic Biplot that two of the three varieties (Cuarentín and Tamazulapa) in *Phaseolus vulgaris* L. study have higher parameters in terms of quality compositional analysis, analysis of micronutrients and culinary quality with respect to securities held by reference and thus can be included as an alternative in development plans in terms of food and nutritional security of the country is concerned, thus recommending institutions and relevant committees to include in their programs promoting production and consumption of grains of native varieties of common bean black beans, and especially the varieties mentioned in this study.

Key words: Food, nutrition, security, proximal, chemical, composition, analysis, cooking quality, common, creole, bean black grain, micronutrients.

Introducción

El frijol es una leguminosa muy consumida en América Latina, forma parte básica de la dieta salvadoreña, siendo la variedad de frijol grano rojo la más consumida; esta variedad por diversos factores, ha disminuido su disponibilidad, dificultando su acceso y su consumo a una buena parte de la población, sin embargo, ante esta situación, el frijol común grano negro es una alternativa para cubrir la demanda de esta leguminosa, siendo también una alternativa a los programas de Estado que se enfocan en la seguridad alimentaria, en este caso a consumo y utilización biológica. Por lo tanto, es importante, establecer las características de calidad culinaria y sus nutrientes, por ser esta una fuente importante de proteína, carbohidratos, fibra y minerales.

Actualmente se desconoce las cualidades culinarias y bromatológicas del frijol común grano negro criollo cultivado en nuestro país, se cuenta con investigaciones internacionales que señalan que las variedades de frijol común presentan calidad aceptable (Serrano 2004) (Ulloa 2011), pero hay muy poca información nacional acerca de las variedades que se cultivan en especial los granos negros. Ante esta problemática, este estudio pretende investigar tres variedades criollas de frijol común grano negro de los cuales no se cuenta con la información de calidad culinaria y bromatológica de manera que los resultados sustenten la iniciativa de impulsar el consumo de estas variedades de frijol criollo, por medio de la difusión de este estudio como un insumo para la Seguridad Alimentaria y Nutricional, a través de los resultados obtenidos que han sido comparados con los valores nutricionales dados en tablas del Instituto de Nutrición para Centroamérica y Panamá (INCAP), y evaluar las diferencias significativas entre las tres variedades criollas de frijol común grano negro proporcionadas por el Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal Enrique Álvarez Córdoba (CENTA) en cuanto a nutrición y alimentación se refiere y de esta forma impulsar la utilización efectiva de dichas variedades promoviendo su consumo; y asimismo ser un recurso en el cual se puede apoyar el cumplimiento de la seguridad alimentaria y nutricional en El Salvador.

La parte experimental de la presente investigación comprende la determinación de la calidad culinaria del grano negro que consiste en: coeficiente de hidratación, tiempo de cocción, densidad del caldo y dimensiones del grano; así como el análisis bromatológico proximal que comprende la determinación de humedad, proteína cruda, fibra cruda, grasas, y extracto libre de nitrógeno; al igual que minerales de importancia como hierro, calcio, magnesio y zinc, en tres variedades criollas de frijol común grano negro cultivados en la zona occidental del país cuyos nombres son: Cuarentín, Tamazulapa y El Porvenir (Fig. 1). La parte experimental fue llevada a cabo durante el mes de agosto y septiembre del año 2015 en el Laboratorio del Departamento de Química Agrícola de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de El Salvador.

La extensión de toda la investigación ha sido desde el mes de enero del año 2015 hasta el mes de febrero del año 2016.

Los resultados que se han obtenido en la investigación de las tres variedades de frijol común grano negro criollos, se tabularon y compararon entre sí y con las tablas del Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá (INCAP), la comparación de los resultados ha sido a través del análisis de varianza de un factor (ANOVA) y el análisis de diferencia significativa honesta de Tukey empleando excel, de manera que esta investigación presenta conclusiones y recomendaciones que son un insumo en el marco de la temática de la Seguridad Alimentaria y Nutricional para la inclusión de estas variedades dentro de las instituciones competentes, para su producción y fomento de su consumo.



Figura 1. Granos de las variedades Tamazulapa, Cuarentín y El Porvenir respectivamente, antes de someterse al pretratamiento de la muestra.

Metodología

Se realizaron los análisis para cada variedad de *Phaseolus vulgaris* L. (Frijol común) grano negro criollo en el laboratorio del Departamento de Química Agrícola de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de El Salvador. Primero se realizó la Determinación de la Calidad culinaria, que comprende:

Tiempo de cocción (Fig. 2),

Coefficiente de Hidratación (Fig. 3),

Densidad del caldo

Dimensiones del grano y posteriormente se realizó el Método de Wendee o Análisis Bromatológico Proximal que consiste en la determinación de humedad, proteína cruda, fibra cruda, grasa, cenizas y carbohidratos en base seca (Fig. 4). Asimismo se determinó la concentración de calcio, magnesio, hierro y zinc que son micronutrientes importantes dentro de la dieta humana, estos microelementos se determinaron a partir de las cenizas del análisis bromatológico proximal.

Las dos determinaciones citadas anteriormente se realizaron por duplicado para el caso de la Calidad Culinaria y quintuplicado para el análisis bromatológico proximal en cada variedad, para obtener una mayor precisión y exactitud en los datos y lograr con ello una mayor fiabilidad en los resultados.

Calidad culinaria.

Según Guardado en 2014, se conoce la importancia de los frijoles (*Phaseolus* spp.) en la nutrición de los diferentes grupos humanos, de la misma forma se conocen los factores que condicionan su consumo, aparte de la cantidad disponible y que son fundamentales para el mejor o peor aprovechamiento de este alimento, y son:

Forma de grano.

Coefficiente de Hidratación.

Tiempo de cocción.

Densidad del caldo.

Estos factores o la mayoría de ellos, de alguna manera están relacionados para la evaluación de la calidad del frijol cocido, de lo cual no se ha podido establecer una metodología universal, debido a que se utilizan pruebas sensoriales que son muy subjetivas; como, por ejemplo, para determinar la cocción utilizan el método de oprimir un grano entre los dedos (basándose en la textura del grano) o bien entre los dientes, aunque esto no presenta uniformidad. Sin embargo, un frijol se evalúa de acuerdo a su textura suave.



Figura 2. Prueba de chochura en la determinación del tiempo de cocción.



Figura 3. Preparación de granos para la determinación del porcentaje de hidratación.

Coeficiente de Hidratación

Fundamento

El porcentaje del coeficiente de hidratación se determinó mediante la diferencia de peso de la muestra al inicio y el peso de la muestra luego de haber permanecido los granos en remojo en agua potable por un período específico de tiempo; dividido entre el peso de muestra inicial y se multiplica por 100.

Ecuación para determinar el coeficiente de hidratación.

$$\% \text{ Coeficiente de H} = \frac{[\text{Peso de muestra hidratada (g)} - (\text{Peso muestra inicial (g)})]}{\text{Peso de muestra inicial (g)}} \times 100$$

Se basa en la clasificación del grano de frijol por el peso y por la forma del grano, y midiendo la relación entre la longitud y anchura de grano de frijol, para determinar el índice entre dichas mediciones (Índice longitud-anchura).

Ecuación para determinar peso promedio de granos.

$$\text{Peso promedio de grano} = \frac{\Sigma \text{pesos de granos (g)}}{\text{N}^\circ \text{ de granos pesados}}$$

Ecuación para determinar índice longitud-anchura.

$$\text{Índice longitud-anchura de granos} = \frac{\text{Longitud de grano (mm)}}{\text{Anchura de grano (mm)}}$$

Tiempo de cocción

Fundamento

El tiempo de cocción se determina a través de la evaluación sensorial del grano conforme avanza la cocción, en donde el sentido del gusto nos permite establecer el tiempo que el grano de frijol requiere para alcanzar la condición de textura que se considera adecuada para poder ser incluido en la dieta como alimento. De acuerdo al parámetro de tiempo de cocción puede clasificar el grano de frijol como “duro” o “blando”.

Densidad del caldo

Fundamento

Se determina mediante la relación del peso y el volumen del caldo obtenido en la cocción de cada variedad. Se mide 10.0 mL de caldo en un balón volumétrico previamente tarado. La diferencia de peso del balón volumétrico de 10.0 mL aforado con caldo y el peso del balón volumétrico de 10.0 mL vacío permite conocer la

densidad del caldo por variedad.

Ecuación para determinar la densidad del caldo.

$$\text{Densidad de caldo} = \frac{(\text{Peso final (g)} - \text{Peso inicial (g)})}{10.0 \text{ mL}}$$

Análisis Bromatológico Proximal.

Según la AOAC en 1980, el análisis se aplica en primer lugar a los materiales que se usarán para formular una dieta como fuente de proteína o de energía y a los alimentos terminados, como un control para verificar que cumplan con las especificaciones o requerimientos establecidos durante la formulación. Estos análisis nos indicarán el contenido de humedad, proteína cruda, fibra cruda, grasas, ceniza y extracto libre de nitrógeno (Carbohidratos) en la muestra.

Preparación de la muestra

Las tres variedades de frijol común grano negro se limpiaron quitando basura o cualquier otra impureza que contenían, posteriormente se cuartearon individualmente a manera de tomar una cantidad de muestra representativa para el análisis, la cual se hizo pasar por un molino de cuchillas marca Wiley Mill modelo estándar número 3, usando un tamiz de 0.20 – 0.25 mm. Posteriormente se realizó el análisis bromatológico proximal.

Determinación de Humedad

Fundamento

La cantidad de agua se elimina por calentamiento de la muestra en una estufa de vacío a temperatura de 105 °C durante cinco horas y presión de 100 mm de Hg.

Ecuación para determinar la humedad.

$$\% \text{ de Humedad} = \frac{\text{Perdida de peso (g)}}{\text{Peso de muestra (g)}} \times 100$$

Determinación de cenizas

Fundamento

La destrucción de la materia orgánica por incineración de cada muestra se lleva a cabo en un horno de mufla a temperatura de 550°C por un período de 2 horas, quedando sólo el material inorgánico llamado ceniza que no se destruye a esta temperatura. (Fig. 5).

Ecuación para determinar cenizas.

$$\% \text{ de ceniza} = \frac{\text{Peso de ceniza (g)}}{\text{Peso de muestra (g)}} \times 100$$

Determinación de nitrógeno proteico

Método micro kjeldahl

Fundamento

Este método se divide en tres etapas:

a) Digestión: destrucción de la materia orgánica por acción del ácido sulfúrico concentrado y caliente. Este actúa sobre la materia orgánica deshidratándola y carbonizándola. El carbón es oxidado y el nitrógeno reducido a amoníaco en presencia de reactivos específicos que actúan como catalizadores. El amoníaco desprendido queda fijado en el ácido sulfúrico como sulfato de amonio, que es estable en las condiciones de trabajo.

b) Destilación: liberación del amoníaco formado, recogiendo en un volumen conocido de ácido bórico formándose borato de amonio.

c) El borato de amonio se titula con ácido clorhídrico empleando como indicador una mezcla de verde de bromocresol y rojo de metilo.

Ecuación para determinar proteína.

$$\% \text{ Nitrógeno} = \frac{(\text{mL HCl muestra}) \times N \text{ de HCl} \times 0.014 \times 100}{\text{Peso de muestra (g)}}$$

0.014"=" Miliequivalente del nitrógeno.

% de proteína cruda = % Nitrógeno x 6.25.

Determinación de extracto etéreo

Fundamento

El éter se evapora y se condensa continuamente, al pasar a la muestra extrae materiales solubles. El extracto se recoge en un balón de fondo plano y cuando el proceso se completa, el éter se destila y se recolecta en otro recipiente y la grasa cruda que queda en el balón se seca y se pesa. (Fig. 4).

Ecuación para determinar extracto etéreo.

$$\% \text{ Extracto Etéreo} = \frac{\text{Peso de E.E}}{\text{Peso de muestra}} \times 100$$



Figura 4. Imágenes de la terminación del extracto etéreo, determinación de humedad y determinación de proteína cruda respectivamente, realizadas dentro del análisis bromatológico y proximal.

Determinación de fibra cruda

Fundamento

Consiste en digerir la muestra desengrasada primero con ácido sulfúrico 1.25% y luego con hidróxido de sodio 1.25%, lavando el material después de cada digestión con suficiente agua destilada caliente hasta eliminación de ácido o álcali del material.

La muestra se lava después con etanol, se seca y calcina, calculándose el porcentaje de fibra obtenido después de la calcinación.

Ecuación para determinar fibra cruda.

$$\% \text{ Fibra cruda} = \frac{\text{Pérdida de peso después de calcinada a } 600 \text{ } ^\circ\text{C}}{\text{Peso de muestra (g)}} \times 100$$

Determinación de carbohidratos solubles o extracto libre de nitrógeno (E.L.N.)

Esta fracción es calculada con base en las otras determinaciones:

Ecuación para determinar carbohidratos.

$$\% \text{ Extracto libre de nitrógeno o carbohidratos} = 100 - (\% \text{ Cenizas} + \% \text{ Nitrógeno} + \% \text{ Extracto etéreo} + \% \text{ Fibra cruda}).$$

Análisis del contenido de micronutrientes por el Método Espectrofotometría de Absorción Atómica de llama, (Método AOAC 985.35)

Fundamento

Al suministrar una determinada cantidad de energía a un átomo cualquiera en estado fundamental (E0). Esta es absorbida por el átomo de tal forma que se incrementara el radio de giro de sus electrones de la capa externa llevando al átomo a un nuevo estado energético (E1) que llamamos excitado.

Cuando este vuelve a su estado fundamental cede una cantidad de energía cuantitativamente idéntica a su energía de excitación, emitiendo radiaciones a longitudes de onda determinada.

Cuando los átomos en estado fundamental se encuentran con las radiaciones que ellos mismos son capaces de emitir, se produce una absorción de las mismas, pasando los átomos del estado fundamental al excitado.

El fenómeno de absorción de radiaciones a determinadas longitudes de onda en el caso particular en que el medio absorbente sean los átomos en estado fundamental, se conoce como espectroscopia de absorción atómica.

Diseño estadístico

A cada uno de los resultados obtenidos para cada determinación del análisis de calidad culinaria y el análisis bromatológico proximal de las tres variedades de *Phaseolus vulgaris* L. (Frijol común) grano negro criollo, se les realizó el análisis de varianza de un factor (ANOVA), basándose en la comparación de tres estimados de varianza común en las muestras de las tres variedades en estudio. Se estableció como hipótesis nula la igualdad de las medias en los resultados obtenidos en las tres variedades en estudio, el criterio de rechazo es tener un valor de P pequeño (0.05 o menos), con un valor P grande (mayor a 0.05) no se rechazaría, donde los términos vagos “pequeño” y “grande” se vuelven objetivos por medio del valor de P correspondiente con un límite de confianza del 95%. (Triola 2004).

En el caso de rechazo de la hipótesis que indica la igualdad de las medias en los resultados obtenidos, se evaluó por medio de la prueba de Diferencia Significativa Honesta (DSH) de Tukey. El criterio para establecer diferencia significativa entre dos pares de medias en la prueba de diferencia significativa honesta de Tukey (DSH) se basa en el hecho que el resultado como valor absoluto de la diferencia de las medias comparadas sea mayor al valor de DSH, si la diferencia de las medias comparadas es inferior al valor de DSH se establece que no hay diferencia significativa en las medias comparadas. Para la prueba del análisis de varianza de un factor (ANOVA) como para la diferencia significativa honesta de Tukey se utilizó una plantilla de Excel. Al final se hizo una representación de datos multivariantes con un gráfico Biplot, que demostro la dispersión de la distribución de las tres variables en estudio, contra los valores de referencia para el análisis bromatológico proximal.

Análisis de resultados

Los resultados del cuadro 1 demuestran que para el análisis de la calidad culinaria, en la determinación del coeficiente de hidratación la variedad que más tiempo necesita para estar hidratada es la variedad El Porvenir (20 h), y aun así no está fuera de lo que dice la tabla de valores de referencia del INCAP (16-22 h), no así en el tiempo de cocción dado a que la variedad Tamazulapa, es la variedad que necesita mayor consumo de energía para poder tener una cochura adecuada, presentando un valor de 70 minutos que lo hace estar fuera de lo que las tablas del INCAP muestran (40min). Por otra parte las tres variedades (Cuarentin, Tamazulapa y El Porvenir) presentan un tipo de caldo medio, de acuerdo a la densidad las tres variedades que oscila entre 0.9 y 1.2 g/mL. Al final los tres tipos de grano pueden clasificarse como grano grande para las variedades Cuarentin y El Porvenir de acuerdo al peso de grano de estas variedades que es mayor a 0.217 g, en tanto la variedad tamazulapa posee un grano pequeño de acuerdo al peso del mismo que es menor a 0.193 g. De acuerdo al índice longitud anchura la variedad Cuarentin y Tamazulapa poseen un grano del tipo elíptico, ya que el valor del índice longitud-anchura de ambas está entre 1.43-1.65 según las tablas de referencia del INCAP, al final se puede caracterizar al grano de la variedad El Porvenir como grano Oblongo o arriñonado

corto ya que el valor de su índice longitud-anchura está entre 1.66-1.85.

Por otra parte el cuadro 2 muestra que de las tres variedades de frijol común grano negro criollo, la variedad El Porvenir es la que presenta la mayor cantidad de determinaciones con resultados menores a los valores de referencia del INCAP entre ellos están el porcentaje de humedad, fibra cruda, carbohidratos y los valores de referencia del INCAP entre ellos están el porcentaje de humedad, fibra cruda, extracto libre de nitrógeno y los minerales.

Para interpretar los resultados de una mejor forma se elaboró una gráfica biplot (Fig. 6).

Con esta representación gráfica podemos ver la distribución de las medias de los valores del análisis bromatológico proximal y determinación de minerales de las variedades estudio, donde se observa que la variedad El Porvenir es la que más dispersa esta con respecto a los valores que presenta el INCAP y asimismo con respecto a las otras variedades, rescatándose además de lo anterior, que las variedades Cuarentín y Tamazulapa son las que presentan una mayor similitud entre ellas y no solo ello sino que también obtuvieron valores promedio mayores a los proporcionados por el INCAP, indicando que las tres variedades el Porvenir es la que posee menor calidad ya que está bajo los parámetros de análisis bromatológico proximal y determinación de minerales que presenta el INCAP y por ende es la variedad que presenta mayor diferencia de las tres variedades estudiadas. (Cuarentin, Tamazulapa y El Porvenir).

Conclusiones

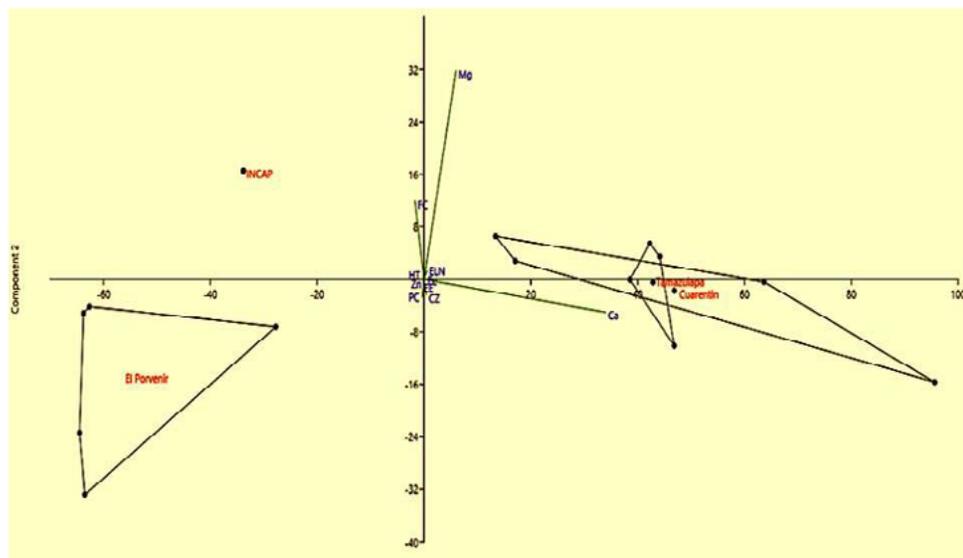


Figura 6. Representación gráfica (Biplot) de los datos del análisis bromatológico proximal y determinación de minerales.

Cuadro 1. Resumen de los resultados del análisis de Calidad Culinaria de las tres variedades en estudio frijol común grano negro criollo: Cuarentín, Tamazulapa y El Porvenir.

Determinación	Variedad Cuarentín	Variedad Tamazulapa	Variedad El Porvenir	INCAP
Coefficiente de Hidratación	18 h	18 h	20 h	16 – 22 h
Tiempo de cocción	40 min	70 min	50 min	40 min
Densidad del caldo (g/mL)	0.9997 Medio	1.0008 medio	1.0016 Medio	<0.9 g/mL claro 0.9 – 1.2 g/mL medio >1.2 g/mL espeso
Dimensiones del grano	0.236 g Grande	0.184 g pequeño	0.283 g Grande	Peso del grano < 0.193 pequeño 0.193 g – 0.217 mediano >0.217 g grande
	1.5238 mm Elíptico	1.6235 mm elíptico	1.6624 mm Oblongo o Arriñonado corto	Índice longitud-anchura 1.16 – 1.42 mm esférico 1.43 – 1.65 mm elíptico 1.66 – 1.85 mm oblongo o arriñonado corto 1.86 – 2.00 mm oblongo o arriñonado medio >2.00 mm oblongo o arriñonado largo

Cuadro 2. Resumen de los resultados del análisis bromatológico proximal y análisis de micronutrientes de las tres variedades en estudio: Cuarentín, Tamazulapa y El Porvenir

Variedad	Humedad (%)	Proteína Cruda (%)	Extracto Etéreo (%)	Fibra Cruda (%)	Ceniza (%)	Extracto Libre de Nitrógeno (%)	Fe (mg/100g)	Ca (mg/100g)	Mg (mg/100g)	Zn (mg/100g)
INCAP	10.40	22.70	1.60	18.37	3.70	61.60	7.10	134.00	182.00	2.55
Cuarentín	8.24	25.51	2.22	3.92	6.74	60.36	8.09	215.95	181.10	3.21
El Porvenir	9.75	26.08	1.86	3.60	6.94	60.01	7.56	115.68	151.55	3.77
Tamazulapa	11.19	21.70	1.20	3.99	7.49	64.65	7.90	211.37	181.32	3.38

Los resultados obtenidos del análisis de calidad culinaria (determinación de coeficiente de hidratación, dimensiones de grano, tiempo de cocción y densidad del caldo) de las variedades de *Phaseolus vulgaris* L. (frijol común) criollo grano negro, indica que hay diferencia significativas entre las tres variedades analizadas (Cuarentín, Tamazulapa y El Porvenir).

En cuanto a la determinación y evaluación de la calidad culinaria, la variedad Cuarentín presentó mejores resultados en la determinación de coeficiente de hidratación y tiempo de cocción con respecto a las variedades Tamazulapa y El Porvenir, mostrando valores similares a los dados por el Instituto de Nutrición de Centroamérica y Panamá (INCAP), siendo la variedad Cuarentín la que presenta mejor calidad culinaria.

Los resultados obtenidos del análisis bromatológico proximal (Determinación de humedad, cenizas, proteína cruda, extracto étereo, fibra cruda y extracto libre de nitrógeno) y de minerales (determinación de calcio, magnesio, hierro y zinc) de las tres variedades de *Phaseolus vulgaris* L. (frijol común) criollo grano negro, indican que si hay diferencia significativas entre las tres variedades, por lo que las tres variedades poseen distinta calidad bromatológica.

De las variedades Cuarentín, Tamazulapa y El Porvenir de frijol común criollo grano negro, la variedad El Porvenir fue la que presentó mayor diferencia significativa con valores inferiores a los de referencia del INCAP, y también con respecto a las otras dos variedades en estudio, resultando que es la variedad que posee menor calidad desde el punto de vista del análisis bromatológico proximal.

Las variedades Cuarentín y Tamazulapa presentaron resultados (en su mayoría) dentro de los valores de referencia del INCAP para el análisis bromatológico proximal y micronutrientes, por lo tanto, ambas variedades antes mencionadas poseen buena calidad, en especial la variedad Cuarentín que posee un 25.51 % de proteína, y en cuanto a micronutrientes los valores obtenidos de hierro (8.09 mg / cada 100 g), calcio (215.95 mg / cada 100 g) y zinc (3.21 mg / cada 100 g), son superiores a los valores de referencia del INCAP.

Las variedades criollas de frijol común grano negro criollo evaluadas en esta investigación tienen resultados cercanos a los valores de referencia del INCAP, demostrando así que pueden ser consumidas indistintamente, asimismo pueden ser consideradas dentro de la seguridad alimenticia y nutricional como un recurso importante dentro de la dieta de las familias salvadoreñas.

Recomendaciones

A futuros investigadores, realizar este tipo de trabajo a nivel nacional y no solamente por zonas para evaluar la calidad de las distintas variedades de frijol común criollo grano negro existente en nuestro país.

Proponer a la Comisión Nacional de Seguridad Alimentaria y Nutricional

(CONASAN) la difusión de información del aporte nutricional de las variedades criollas de frijol común grano negro como un aliciente para solventar las necesidades de acceso a alimentos de buena calidad para la población salvadoreña, dando a conocer que no existe diferencia en la utilización de variedades criollas de frijol común grano negro, con respecto a otro tipo de variedades frijol común.

Proponer a los estudiantes de la Universidad de El Salvador realizar investigaciones dentro del ámbito alimenticio y nutricional, en especial las que involucren las variedades criollas de frijol común grano negro para poder obtener mayor información de este tipo de granos.

A futuros investigadores, ampliar el enfoque de análisis de la variedad criolla de frijol común grano negro para no limitarse a tener información solo del aporte nutricional o alimenticio; sino también tener acceso a resultados de análisis microbiológicos, agronómicos y técnicos que ayuden a poder tomar una mejor decisión en la utilización de este tipo de variedades criollas.

Agradecimientos

Expresamos nuestros más sinceros agradecimientos a los docentes: MAE. María Elisa Vivar de Figueroa, MSc. Blanca Lorena Bonilla de Torres, Lic. Juan Agustín Cuadra Soto, MSc. Freddy Alexander Carranza Estrada; quienes han aportado tanto en investigación, por sus consejos, sugerencias, apoyo y enseñanzas determinantes para alcanzar los objetivos propuestos, Dios les bendiga.

Expresamos nuestra gratitud al M. Sc. Miguel Rafael Paniagua Cienfuegos por el apoyo y asesoría en el diseño estadístico del trabajo de investigación, asimismo al Ing. Carlos Reyes del Programa de Granos Básicos y al Ing. José Antonio López del Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal Enrique Álvarez Córdova (CENTA) por facilitarnos los contactos para la obtención de las muestras de granos de frijol común grano negro criollo cultivados en el occidente del país y su guía para la obtención de información valiosa en la investigación.

Agradecemos a los docentes y personal del Departamento de Química Agrícola de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de El Salvador por su profesionalismo y su disponibilidad en el momento de consultar al ejecutar la parte experimental en el laboratorio del Departamento, Dios les bendiga.

Agradecemos a los agricultores del caserío Cuenca Abajo del municipio de Chalchuapa y del municipio de El Porvenir por su amable atención y facilitación de las muestras de las variedades de frijol común grano negro criollo, deseando Dios les bendiga.

Bibliografía

- AOAC (Asociación Oficial de Químicos y Analistas, US). 1980. Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemist. Sampling of Dairy Products. 30ª edición. BOX 540, Benjamin Franklin Station. Washinton DC. p. 238.
- Guardado, FA. 2014. Comparación de la Calidad culinaria y del análisis bromatológico proximal de la especie *Phaseolus vulgaris* L. (frijol común) variedad Chaparrastique y la importada de China (Tesis). San Salvador: Universidad de El Salvador, Facultad de Química y Farmacia. P. 148.
- INCAP (Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá, GT). 2012. Tabla de Composición de Alimentos de Centroamérica. Guatemala. Pp. 30, 35. P. 137.
- Serrano, J. GT 2004. Papel del frijol negro *Phaseolus vulgaris* en el estado nutricional de la población guatemalteca. Archivos Latinoamericanos de Nutrición. (en línea), consultado el 23 de abril de 2015. Disponible en: http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0004-06222004000100006
- Triolla, M. 2004. Estadística (9 ed). México: Pearson Educación. p. 874.
- Ulloa, JA. 2011. El frijol (*Phaseolus vulgaris*): su importancia nutricional y como fuente de fitoquímicos. Centro de Tecnología de alimentos, Universidad Autónoma de Nayarit, México. p. 5.