



Artículo de investigación

DOI:10.5281/zenodo.10950566

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

Proximal bromatological analysis and culinary quality of creole black grain bean (*Phaseolus vulgaris* L.) cultivated in western El Salvador

Hernández-Melgar, MA¹; Martínez-Hernández, EG¹, Carranza-Estrada, FA¹, Bonilla-de-Torres, BL¹, Cuadra-Soto, JA², Vivar-de-Figueroa, ME²

RESUMEN

Esta investigación plantea una alternativa para paliar la problemática de la falta de acceso a alimentos de buena calidad en cuanto a seguridad alimentaria y nutricional. Proponiendo 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 estudiaron tres variedades de frijol común grano negro criollo (Cuarentin, Tamazulapa y El Porvenir) cultivadas en la zona occidental de El Salvador. Se determinó la calidad culinaria y el análisis bromatológico proximal, además el análisis de micronutrientes importantes como calcio, magnesio, hierro y zinc. Con la finalidad de comparar los resultados y concluir cuál de estas variedades es la que mejor calidad posee. Se tomó como parámetro comparativo los valores de las tablas de composición de alimentos del Instituto de Nutrición de Centroamérica y Panamá (INCAP), correspondientes al *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. Demostrando a través de una representación de datos multivariantes con un gráfico Biplot. Dos de las tres variedades (Cuarentin y Tamazulapa) de *Phaseolus vulgaris* L. presentan parámetros mayores de calidad en análisis bromatológico, análisis de micronutrientes y calidad culinaria. 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 recomienda 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: Seguridad alimentaria y nutricional, análisis bromatológico proximal, calidad culinaria, frijol común grano negro criollo, micronutrientes.

1 Departamento de Química Agrícola, Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de El Salvador.

2 Facultad de Química y Farmacia, Universidad de El Salvador.

ABSTRACT

This research proposes an alternative to overcome the problem of the lack of access to good quality food in terms of food and nutritional security. Proposing the use of *Phaseolus vulgaris* L. (common bean) Creole black grain as a resource that increases the quality and food safety of Salvadoran families. In order to have information on *Phaseolus vulgaris* L. (common bean) Creole black bean, three varieties of Creole black bean common (Cuarentin, Tamazulapa and El Porvenir) cultivated in the western zone of El Salvador were studied. Culinary quality and proximal bromatological analysis were determined, in addition to the analysis of important micronutrients such as calcium, magnesium, iron and zinc. In order to compare the results and conclude which of these varieties has the best quality. The values of the food composition tables of the Institute of Nutrition of Central America and Panama (INCAP by its Spanish acronym), corresponding to *Phaseolus vulgaris* L. were taken as a comparative parameter. With the development and completion of the analytical determinations carried out and through One-way analysis of variance and Tukey's honest significant difference analysis. Demonstrating through a representation of multivariate data with a Biplot graph. Two of the three varieties (Cuarentin and Tamazulapa) of *Phaseolus vulgaris* L. present higher quality parameters in bromatological analysis, micronutrient analysis and culinary quality. Regarding the values that are taken as a reference and therefore can be included as an alternative in development plans in terms of food and nutritional security in the country. Therefore, it is recommended that competent institutions and commissions include in their programs the production and promotion of the consumption of grains of Creole varieties of common black beans, and especially the varieties mentioned in this study.

Keywords: Food and 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 en El Salvador; 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 opción para 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 y Goñi 2004; Ulloa 2011), pero existe muy poca información nacional acerca de las variedades que se cultivan de granos negros. Ante

esta problemática, el estudio pretende investigar tres variedades criollas de frijol común grano negro, 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 2012), 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.

La parte experimental de la presente investigación comprendió 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 de El Salvador: Cuarentín, Tamazulapa y El Porvenir. La parte experimental fue llevada a cabo en el Laboratorio del Departamento de Química Agrícola de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de El Salvador.

METODOLOGÍA

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 2012), 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.

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, Coeficiente de Hidratación, Densidad del caldo y 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 con base seca. Así mismo 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 (2014), se conoce la importancia de los frijoles (*Phaseolus* spp.) en la nutrición de los diferentes grupos humanos; además, se conocen los factores que condicionan su consumo, aparte de la cantidad disponible que son fundamentales para el mejor o peor aprovechamiento de este alimento, los cuales son:

- Forma de grano.
- Coeficiente de Hidratación.
- Tiempo de cocción
- Densidad del caldo.

Estos factores o la mayoría de ellos, están relacionados para la evaluación de la calidad del frijol cocido, para 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 el grano entre los dedos (basándose en la textura del grano) o bien entre los dientes. Sin embargo, un frijol se evalúa de acuerdo a su textura suave.

Coeficiente de hidratación

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:

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

Dimensiones de grano

Fundamento

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:

$$\text{Peso promedio de grano} = \frac{\sum \text{pesos de granos (g)}}{\text{No. de granos pesados}}$$

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

El tiempo de cocción se determina a través de la evaluación sensorial del grano, conforme avanza la cocción, para lo cual el sentido del gusto nos permite establecer el tiempo que el grano de frijol requiere para alcanzar la condición de textura 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

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:

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

Análisis Bromatológico Proximal

Según la AOAC (1980), el análisis se aplica en primer lugar a los materiales que se usarán para formular una dieta como fuente de proteína o energía y a los alimentos terminados, como un control para verificar que cumplan con las especificaciones o requerimientos establecidos. 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 pasó 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

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:

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

Determinación de cenizas

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

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

Este método se divide en tres etapas:

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.

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

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

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.

Ecuación para determinar extracto etéreo:

$$\% \text{ extracto etéreo} = \frac{\text{Peso de E.E.}}{\text{Peso de muestra}} \times 100$$

Determinación de fibra cruda

Consiste en digerir la muestra desengrasada primero con ácido sulfúrico 1.25% y posteriormente 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:

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

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:

% Extracto libre de nitrógeno o carbohidratos = 100 – (%Cenizas + %Nitrógeno + %Extracto etéreo + %Fibra cruda).

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

Al suministrar una determinada cantidad de energía a un átomo en estado fundamental (E_0). Esta es absorbida por el átomo de tal forma que se incrementa el radio de giro de sus electrones de la

capa externa llevando al átomo a un nuevo estado energético (E_1) 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 (AOAC 1980).

ANÁLISIS DE DATOS

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 demostró la distribución de las tres variables en estudio, contra los valores de referencia para el análisis bromatológico proximal.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados del Cuadro 1, demuestran que para el análisis de la calidad culinaria, para 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 la variedad Tamazulapa que necesita mayor consumo de energía para poder tener una cocción 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), presentaron un tipo de caldo medio, de acuerdo a la densidad de las tres variedades que oscila entre 0.9 y 1.2 g/mL. Al final los tres tipos de granos 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 2012, 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.

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	1.0008	1.0016	<0.9 g/mL claro
	Medio	medio	Medio	0.9 – 1.2 g/mL medio
				>1.2 g/mL espeso
Dimensiones del grano	0.236 g	0.184 g	0.283 g	Peso del grano
	Grande	pequeño	Grande	< 0.193 pequeño
				0.193 g – 0.217 mediano
				>0.217 g grande
	1.5238 mm	1.6235 mm	1.6624 mm	Índice longitud-anchura
	Elíptico	elíptico	Oblongo o Arriñonado corto	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

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 2012, entre ellos están el porcentaje de humedad, fibra cruda, carbohidratos y los valores de referencia del INCAP 2012, además, están el porcentaje de humedad, fibra cruda, extracto libre de nitrógeno y los minerales.

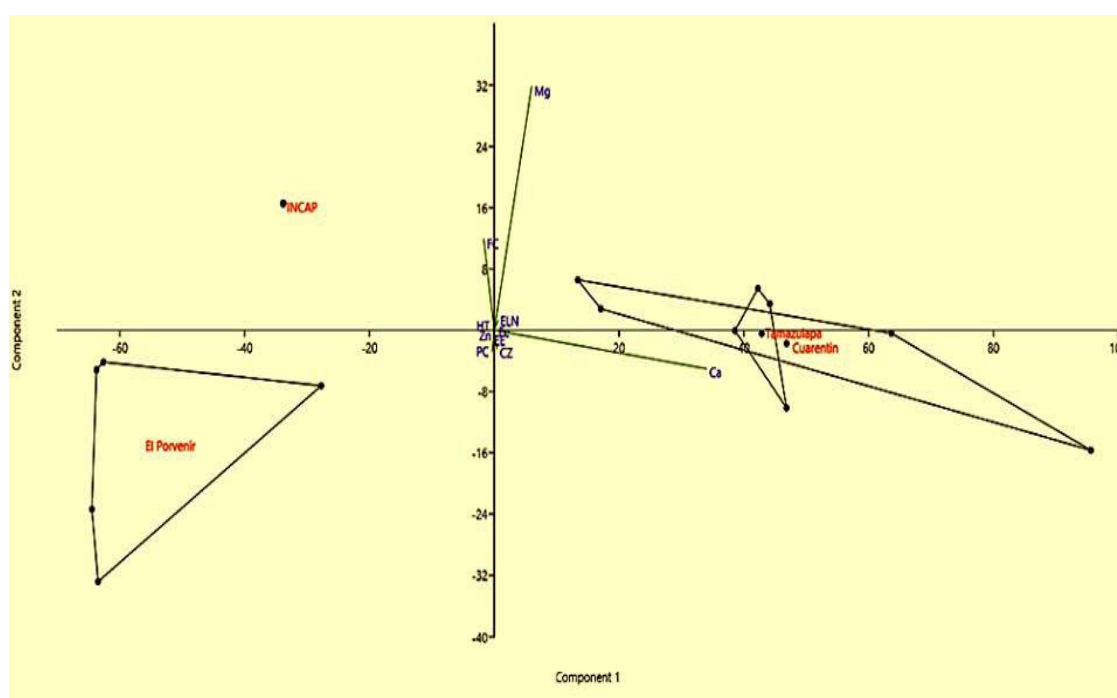
Para interpretar los resultados de una mejor forma se elaboró una gráfica biplot. Con la representación gráfica de la Figura 1, podemos ver la distribución de las medias de los valores del análisis bromatológico proximal y determinación de minerales de las variedades en estudio, donde se observa que la

variedad El Porvenir es la que más dispersa esta con respecto a los valores que presenta el INCAP 2012; así mismo con respecto a las otras variedades, rescatándose que las variedades Cuarentín y Tamazulapa, son las que presentan una mayor similitud entre ellas y también obtuvieron valores promedio mayores a los proporcionados por el INCAP 2012, indicando que de 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 2012 y por ende es la variedad que presenta mayor diferencia de las tres variedades estudiadas (Cuarentín, Tamazulapa y El Porvenir).

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.

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

Figura 1. Representación gráfica (Biplot) de los datos del análisis bromatológico proximal y determinación de minerales.



CONCLUSIONES

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).

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 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 evaluadas en esta investigación tienen resultados cercanos a los valores de referencia del INCAP, demostrando que pueden ser consumidas indistintamente, así mismo pueden ser consideradas dentro de la seguridad alimenticia y nutricional como un recurso importante dentro de la dieta de las familias salvadoreñas.

AGRADECIMIENTOS

Expresamos nuestros más sinceros agradecimientos a los docentes: M.Sc. Ena Edith Herrera Salazar y MSc. Eliseo Ernesto Ayala Mejía, por sus consejos, sugerencias, apoyo y enseñanzas determinantes para alcanzar los objetivos propuestos.

Expresamos nuestra gratitud al M. Sc. Miguel Rafael Paniagua Cienfuegos por el apoyo y asesoría en el diseño estadístico del trabajo de investigación, así mismo 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.

Agradecemos a los agricultores del cacerío 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.

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. 238p.
- 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. 148p.
- INCAP (Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá, GT). 2012. Tabla de Composición de Alimentos de Centroamérica. Guatemala. p.30, 35, 137.
- Serrano, J. Goñi, I. 2004. Papel del frijol negro *Phaseolus vulgaris* en el estado nutricional de la población guatemalteca. Archivos Latinoamericanos de Nutrición. ALAN v.54, No.1 Caracas. (en línea), consultado el 23 de noviembre de 2019. Disponible en: http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0004-06222004000100006
- Triolla, M. 2004. Estadística (9 ed). México: Pearson Educación. 874p.
- 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. 5p.