

DETERMINACIÓN DE SODIO, POTASIO, HIERRO, ZINC Y CALCIO EN TRES LEGUMINOSAS: GARBANZO, SOYA Y MANÍ, POR ESPECTROFOTOMETRÍA DE ABSORCIÓN ATÓMICA DE LLAMA

DETERMINATION OF SODIUM, POTASSIUM, IRON, ZINC AND
CALCIUM IN THREE LEGUMES: CHICKPEAS, SOYBEANS AND
PEANUT BY FLAME ATOMIC ABSORPTION
SPECTROPHOTOMETRY.

Pedro Dávila F.¹ & Ramiro Gallegos G.²

Palabras clave: espectrofotometría de absorción atómica, leguminosas, minerales

Keywords: atomic absorption spectrophotometry, legumes, minerals.

RESUMEN

El objetivo de este estudio fue comparar el contenido sodio, potasio, hierro, zinc y calcio en tres leguminosas (soya, garbanzo y dos variedades de maní:

1 Centro de Servicios Ambientales y Químicos CESAQ-PUCE, Quito Ecuador
, (pdavila209@puce.edu.ec).

2 Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Facultad de Ciencias Exactas, Escuela de Ciencias Químicas, Quito Ecuador (rgallegos@puce.edu.ec).

Peruano y Virginia) entre la tabla de composición de alimentos ecuatorianos de 1965 y leguminosas de la presente época. Para determinar las diferencias se realizó un estudio estadístico y se aplicó la prueba *t-Student*. Se encontró que existen diferencias significativas entre los contenidos de minerales de las leguminosas estudiadas con los valores que se encuentran en la tabla de alimentos, por lo que se requiere una actualización de la misma.

ABSTRACT

The main objective of this study was to compare the content of sodium, potassium, iron, zinc and calcium content of three legumes (soybean, chickpea and two peanut varieties: peruvian and virginia). Comparison was made between Ecuadorian's 1965 Table of Food Composition and results obtained in this study. Statistical study and *Student t* test were applied to determine differences between data. Significant differences were determined between the mineral content of legumes studied with the values found in the food table and it is mandatory to update Ecuadorian's Table of food composition.

INTRODUCCIÓN

Las leguminosas son una importante fuente de minerales, en especial de calcio, la cantidad presente en las mismas llega hasta 227 mg/100 g en la semilla, supera ampliamente a los niveles encontrados en cereales y además son comparables a las cantidades encontradas en los productos lácteos, por esta razón, 50 g de leguminosas al día pueden suplir un porcentaje importante del requerimiento diario de este mineral (Boza, 1991). El hierro se encuentra en cantidades que oscilan alrededor de 6 mg/100 g de semilla, niveles superiores a cualquier otro alimento, excepto el hígado o la levadura desecada; Los minerales que se destacan por su contenido son: magnesio, 60-183 mg/100 g de semilla; fósforo, 301-586 mg/100 g de semilla y azufre 196-237 mg/100 g de semilla (Boza, 1991).

Las leguminosas son consumidas tanto por personas que se rigen por una dieta omnívora como por las que han optado por una dieta vegetariana. En el caso de estos últimos, el consumo de leguminosas es de suma importancia debido a que estas son

un alimento que contienen una gran cantidad de proteínas, minerales, grasas y vitaminas que podrían reemplazar la ingesta de carne o leche animal (Botanical online, 2014; Rodríguez, 2008)

El consumo de leguminosas debe ser variado, ya que no todas poseen los nutrientes que el cuerpo humano necesita, así por ejemplo, la soya y el maní poseen una gran cantidad de proteínas, mientras que el garbanzo contiene vitaminas y minerales (Botanical online, 2014).

Es importante conocer el contenido de minerales de los productos propuestos, debido a que la soya y el garbanzo son la base de los productos de consumo vegetariano, ya sea como carne o leche para el primero, o como grano para el segundo (Botanical online, 2014). El maní, por su parte, es la base de muchos productos de consumo alimenticio, mayoritariamente en la costa ecuatoriana.

Al existir previamente un estudio proximal sobre leguminosas en la Escuela de Ciencias Químicas (Polo,

2012), el presente estudio constituye un siguiente paso en esta línea de investigación de la Escuela de Ciencias Químicas, que entre sus objetivos tiene el actualizar la tabla de Composición de Alimentos Ecuatorianos que se encuentra vigente desde 1965 (Ministerio de Previsión Social y Salud, 1965).

Leguminosas Estudiadas

El garbanzo (*Cicer arietinum*) es una planta herbácea que se cultiva para la alimentación humana, después del fréjol, es la segunda en importancia debido a que se cultivan en promedio cerca de diez millones de hectáreas alrededor del mundo (Guerrero, 1999).

El maní (*Arachis hypogaea* L), planta originaria del sur, tiene una gran importancia económica, ya que existen una variedad de productos a base del mismo, y nutricional, ya que en el maní se encuentra una gran cantidad de grasas poliinsaturadas, vitaminas, proteínas y minerales. (Guerrero, 1999).

La soya (*Glycine max*) oleaginosa originaria del suroeste asiático, es una de las plantas más antiguas cultivadas por el hombre. (Figuerola, 2016). Es un alimento con alto valor proteico y dicha proteína es similar a la animal, es decir, una proteína de primera calidad.

MATERIALES Y MÉTODOS

Muestreo

Se realizó un muestreo aleatorio simple de las leguminosas en mercados y supermercados de la ciudad de Quito: El muestreo se realizó durante tres días de tres semanas seguidas, en cada lugar se obtuvo 1 kg de muestra: soya, garbanzo y maní: variedad Pe-

ruano y Virginia. En total, se colectaron 36 muestras.

Preparación de las muestras

El kilogramo de muestra obtenido fue triturado con un molino de microoperación continua MF 10 basic IKA® Werke, se realizó un cuarteo de las

mismas hasta obtener aproximadamente 100 g de muestra y finalmente se almacenaron en fundas de cierre hermético, tipo *ziplock* etiquetadas y codificadas.

Procedimiento

Para la determinación de humedad, se tomó como referencia el método AOAC 925.10, 2005; se utilizó una estufa Binder FD 115.

Para la digestión de las muestras se tomó como referencia el método AOAC 985.35, 2005; se realizó en una mufla SNOL 10740 a 525 °C, las cenizas se disolvieron y aforaron a 25 mL con HNO₃ 0,1 M (grado traza de metales) (AOAC, 2005).

Para el análisis de sodio y potasio se añadieron a estándares y muestras, 5 mL de cloruro de cesio (12,7 g de cloruro de cesio PA en 100 mL de agua), por cada 100 mL de solución a analizar. Para el análisis de calcio

se añadió, a estándares y muestras, 1 mL de cloruro de lantano (58,65 g de óxido de lantano PA + 250 mL de HCl, grado traza de metales, aforados a 1000 mL), por cada 100 mL de solución a analizar.

Para el análisis de minerales se utilizó un espectrofotómetro de absorción atómica Perkin Elmer AAnalyst 400, Software WinLab32AA y lámparas de cátodo hueco para cada elemento.

Finalmente, se realizó el análisis estadístico de los datos, se aplicó la prueba *t-Student*: para determinar la existencia de diferencias significativas entre los datos de la Tabla de composición de Alimentos Ecuatorianos de 1965 y los obtenidos en el presente estudio. Además, se aplicó la prueba de ANOVA que se utilizó para determinar si existían diferencias significativas entre los promedios de minerales entre leguminosas estudiadas, entre lugares de muestreo y entre semanas de muestreo.

RESULTADOS

En la Tabla 1, se presenta el valor promedio de los resultados obtenidos en el análisis de los minerales de las tres

leguminosas, los resultados provienen de muestras y repeticiones. Como se puede apreciar la soya es la

leguminosa que tiene mayor contenido de minerales por cada 100 gramos de alimento, en el caso de sodio: 26,04 mg, potasio: 2139,00 mg, calcio: 122,38 mg, hierro: 4,00 mg y zinc 3,80 mg, además, de las leguminosas analizadas la soya tiene el mayor contenido de humedad: 9,43%. Además, el maní variedad peruano es el que presenta un menor contenido promedio de minerales por cada 100 gramos de alimento con 9,08 mg de sodio, 8,99 mg de potasio y 1,84 mg de calcio, también es la especie con el menor contenido de humedad con 5,32%. Con 51,23 mg de calcio por cada 100 gramos de muestra la variedad de maní Virginia es la leguminosa con menor contenido promedio de este mineral, y el menor contenido promedio de zinc se presenta en las dos especies de maní estudiadas: 3,32 mg por cada 100 gramos de muestra.

Los rangos presentados en la Tabla 2 son un indicativo de variabilidad de los datos, es decir, al obtener un rango más amplio, se observa una dispersión de los datos más grande, y es debido a que las muestras fueron recolectadas en distintos lugares. En este caso, los rangos indican los valores máximo y mínimo del contenido de un mineral y humedad en una variedad de leguminosa.

Como se puede observar en la Tabla 3, al aplicar la Prueba *t de Student* con un *t* crítico de 1.7056, a excepción de uno (parámetro humedad en el caso del maní negro) todas las leguminosas estudiadas presentan diferencias significativas entre el valor obtenido y el valor que se encuentra en la Tabla de Composición de Alimentos Ecuatorianos de 1965; debido a esto, se determina que es imprescindible la actualización de la tabla.

**Tabla 1. Resumen de los promedios y desviaciones estándar
relativa de los parámetros estudiados en cada leguminosa**

Leguminosa	Estadístico	Humedad (%)	Sodio	Potasio (mg/ 100 g de muestra)	Calcio	Hierro	Zinc
Garbanzo	Promedio	9,00	20,85	1488,28	60,54	2,43	3,36
	%RSD	11,07	26,37	12,67	7,53	22,53	12,59
Maní Peruano	Promedio	5,32	9,08	8,99	51,58	1,84	3,32
	%RSD	5,14	31,17	4,76	14,84	33,74	16,28
Maní Virginia	Promedio	6,38	16,56	939,52	51,23	3,60	3,32
	%RSD	4,61	4,33	3,30	4,00	3,57	3,71
Soya	Promedio	9,43	26,04	2139,65	122,38	4,00	3,80
	%RSD	3,91	20,04	21,73	16,52	15,04	8,56

Tabla 2. Resumen de los rangos de los parámetros estudiados en cada leguminosa

Leguminosa	Rango (%)	Humedad	Sodio	Potasio (mg/ 100 g de muestra)	Calcio	Hierro	Zinc
Garbanzo	Mínimo	7,95	9,18	1145,44	52,02	1,56	2,89
	Máximo	10,74	29,85	1891,48	68,92	3,23	4,51
Maní Peruano	Mínimo	4,91	5,28	816,81	29,95	1,12	2,19
	Máximo	5,67	17,34	974,01	53,04	3,69	4,35
Maní Virginia	Mínimo	5,97	15,10	894,32	53,17	4,11	3,35
	Máximo	6,97	17,74	1004,40	61,60	4,86	3,89
Soya	Mínimo	8,85	19,90	1054,11	123,33	2,53	3,27
	Máximo	10,03	37,72	2879,82	218,82	4,34	4,53

Tabla 3. Prueba *t-Student*: T calculado y resultado de la prueba

Leguminosa	Parámetro	T calculado	Resultado
Garbanzo	Humedad	21,30	H ₀ Rechazada
	Calcio	74,60	H ₀ Rechazada
	Hierro	36,18	H ₀ Rechazada
Maní Peruano	Humedad	19,35	H ₀ Rechazada
	Calcio	14,82	H ₀ Rechazada
	Hierro	11,41	H ₀ Rechazada
Maní Virginia	Humedad	0,45	H ₀ Aceptada
	Calcio	42,22	H ₀ Rechazada
	Hierro	24,25	H ₀ Rechazada
Soya	Humedad	69,75	H ₀ Rechazada
	Calcio	14,89	H ₀ Rechazada
	Hierro	23,75	H ₀ Rechazada

En la Tabla de Composición de Alimentos Ecuatorianos de 1965, solo están tabulados los datos del contenido de humedad, calcio y hierro, por esta razón, dichos parámetros fueron comparados mediante la prueba *t-Student*. El resultado al aplicar la prueba se muestra en la Tabla 3, donde H₀ Rechazada, demuestra que existen diferencias significativas y H₀ Aceptada, que no existen diferencias significativas.

Al aplicar la prueba ANOVA se obtuvo que existen diferencias significativas entre los parámetros de las

variedades de leguminosas estudiadas. Para obtener un resultado más real entre lugares de muestreo, se aplicó ANOVA por parámetro entre las variedades, observando que existen diferencias significativas de los parámetros entre los lugares de muestreo a excepción de: sodio en maní negro, potasio en garbanzo y maní negro, calcio en maní negro, hierro y zinc en maní negro.

Por último, el resultado de aplicar ANOVA entre semanas de muestreo, es decir, el lugar es constante pero la variable es el tiempo, se obtuvo que

casi la totalidad de parámetros, a excepción de humedad en maní negro

y zinc en soya, no presentaban diferencias significativas entre sí.

DISCUSIÓN

Se determinó que de las leguminosas estudiadas, la soya tiene el contenido de minerales más alto, posee sodio con límites de 24,07 a 28,01 mg/100 g de alimento, potasio desde 1964,24 a 2315,06 mg/100 g de alimento, calcio desde 145,10 a 165,18 mg/100 g de alimento y zinc con límites de 3,91 a 4,17 mg/100 g de alimento. Respecto al contenido de humedad, posee de 9,30 a 9,55%.

El maní Virginia es la leguminosa con el mayor contenido de hierro con valores que van desde 4,48 a 4,60 mg/100 g de alimento.

Al comparar los datos de humedad obtenidos con la norma NTE, del maní y la soya, y del garbanzo obtenido con la norma CODEX, se determinó que no sobrepasan el contenido máximo permitido de humedad.

Las diferencias existentes entre los resultados obtenidos en este estudio, y los valores que se encuentran en la Tabla de Composición de alimentos

ecuatorianos, se deben a que han pasado 50 años desde la última publicación, por lo cual factores como la composición del suelo, técnicas agrícolas, etc. pueden influir en la composición de los alimentos. Asimismo, el desarrollo de los métodos de análisis, calidad de reactivos y equipos de análisis sujetos al adelanto tecnológico, son variables que pueden influir en los resultados de los parámetros analizados.

En la Tabla 1, en ciertos casos, el porcentaje de RSD (Desviación estándar relativa por sus siglas en inglés) es mayor al 10%, esto se debe a que las muestras fueron tomadas de distintos lugares y existen diversos factores tales como: condiciones de conservación, terreno de cosecha, técnicas agrícolas, entre otras, que cambian la composición entre una muestra y otra. Es por esto que al establecer rangos se toma en cuenta la desviación relativa, para poder obtener datos más reales y representativos.

Al analizar los resultados del ANOVA, se observa que al comparar las leguminosas estudiadas se presentan diferencias debido a que son distintos tipos de especies y por ende, cada una de ellas tiene diferentes características en su composición.

Al observar los resultados de ANOVA aplicado entre lugares de muestreo, se observa que las leguminosas estudiadas, a excepción del maní negro, vienen de diferentes proveedores.

Por último al aplicar ANOVA entre distintas semanas de muestreo, se puede observar que los parámetros estudiados no presentan diferencias significativas, por lo que se supone dos hipótesis: el tiempo de muestreo debe ser mayor o las muestras que fueron analizadas son del mismo proveedor.

CONCLUSIONES

Al realizar el análisis de humedad, se determinó que las condiciones de almacenamiento influyen directamente en la misma, debido a que las muestras que se venden al granel poseen mayor contenido de humedad que las muestras que se venden empacadas.

Se debe realizar una actualización de los datos en la Tabla de Composición de Alimentos Ecuatorianos de 1965, debido a que presenta diferencias significativas con los alimentos de la época actual.

BIBLIOGRAFÍA

- Association of Official Agricultural Chemists, (2005). *Official Methods of Analysis*, 18va edición, 4ta revisión (2011), Curnut Through, USA.
- Botanical online, *Propiedades de las legumbres: Propiedades alimentarias de las legumbres* (2014), <http://www.botanical-online.com/legumbrespropiedades.htm>, 14 de agosto 2014.
- Boza J., *Valor nutritivo de las leguminosas grano en la alimentación humana y animal*, *Academia de Ciencias Veterinarias de Andalucía Oriental* (1991), <http://www.insacan.org/racvao/anales/1991/articulos/03-1991-07.pdf>, 01 de mayo 2014.
- Figuerola L., 2006, *El libro de la soja*, 1ª edición, Buenos Aires Argentina, Pluma y Papel.
- Guerrero A., 1999, *Cultivos herbáceos Extensivos*, 6ª edición, Bilbao España, Mundi-Prensa.
- Ministerio de Previsión Social y Sanidad, (1965). *Tabla de Composición de los Alimentos Ecuatorianos*, <http://blog.espol.edu.ec/kcoello/tabla-de-composicion-de-alimentos-ecuatorianos>, 23 de mayo 2014.
- Polo I, (2012). *Determinación proximal de los principales componentes nutricionales de seis variedades de leguminosas: arveja, garbanzo, haba, lenteja, maní y soya*.(Tesis de Licenciatura inédita). Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Pontificia Universidad Católica del Ecuador.
- Rodríguez V., 2008, *Bases de la alimentación humana*, La Coruña España, Net-biblio.