



Publicación Cuatrimestral. Vol. X, No , Noviembre, 2022, Ecuador (p. X-XX). Edición continua

<https://revistas.utm.edu.ec/index.php/Basedelaciencia/index>  
[revista.bdlaciencia@utm.edu.ec](mailto:revista.bdlaciencia@utm.edu.ec)

Universidad Técnica de Manabí

DOI:

## CARACTERIZACIÓN FÍSICO-QUÍMICA DE GRANOS Y FUNCIONAL DE HARINAS OBTENIDAS DE FRÉJOL CANARIO (*Vigna unguiculata*) Y CHOCHO (*Lupinus mutabilis sweet*)

Damaris Dalia Sánchez Aguilera<sup>1\*</sup>, Stalin Gustavo Santacruz Terán<sup>2</sup>

<sup>1\*</sup>Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí. Ecuador. E-mail:  
[damaris.sanchez@pg.ulead.edu.ec](mailto:damaris.sanchez@pg.ulead.edu.ec)

<sup>2</sup> Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí. Ecuador. E-mail:  
[satalin.santacruz@uleam.edu.ec](mailto:satalin.santacruz@uleam.edu.ec)

\*Autor para correspondencia: [damaris.sanchez@pg.ulead.edu.ec](mailto:damaris.sanchez@pg.ulead.edu.ec)

### RESUMEN

Las leguminosas son uno de los cultivos más importantes en Latinoamérica, tanto por su valor económico, como por sus propiedades funcionales. Entre las más importante para la alimentación, destacan el fréjol canario (*V. unguiculata*) y el chocho (*L. mutabilis*). Debido a su bajo costo, es accesible para las personas, sin embargo, los consumidores desconocen de su valor nutricional, omitiendo la importancia de estas leguminosas que, gracias a su gran contenido de proteína, vitaminas y minerales, se podrían considerar como una excelente alternativa de alimentación saludable. Por tal razón, la presente investigación tuvo como finalidad la caracterización físico-química de las semillas del chocho y fréjol canario y de las propiedades funcionales de la harina de ambas oleaginosas. El chocho mostro mayor contenido proteico 40,69 % y de lípidos 11,04 %, mientras que el fréjol canario tuvo mayor contenido de carbohidratos totales 75,12 %, capacidad de absorción de agua se situó en 157,82 mL/100g chocho, capacidad de retención de aceite 142,62 mL/100g fréjol, estabilidad emulsionante 29,48 %, capacidad de espuma 16,00 %, se situaron en el fréjol. Además de una alta capacidad de absorción de agua 1,43 mL/100g, capacidad de retención de aceite 1,51 mL/100g, estabilidad emulsionante 5,50 % fréjol canario, capacidad de espuma 10,49 %.

**Palabras claves:** Retención, agua, aceite, proteína, absorción.

**PHYSICOCHEMICAL CHARACTERIZATION OF GRAINS AND  
FUNCTIONAL CHARACTERIZATION OF FLOURS OBTAINED  
FROM CANARY BEAN (*Vigna unguiculata*) AND CHOCHO (*Lupinus  
mutabilis sweet*).**

## ABSTRACT

Legumes are one of the most important crops in Latin America, both for their economic value and their functional properties. Among the most important for food, canary beans (*V. unguiculata*) and chocho (*L. mutabilis*) stand out. Due to their low cost, they are accessible to people; however, consumers are unaware of their nutritional value, omitting the importance of these legumes, which, thanks to their high protein, vitamin and mineral content, could be considered an excellent alternative for healthy eating. For this reason, the purpose of this research was the physicochemical characterization of chocho and canary bean seeds and the functional properties of the flour of both oilseeds. The chocho showed higher protein content 40.69 % and lipid content 11.04 %, while the bean had higher total carbohydrate content 75.12 %, in addition to a high water absorption 157.82 mL/100g chocho, oil retention capacity 142.62 mL/100g bean, emulsifying stability 29.48 %, foaming capacity 16.00 % were located in the canary bean.

**Key words:** Retention, water, oil, protein, absorption.

## CARACTERIZAÇÃO FÍSICOQUÍMICA DE GRÃOS E FUNCIONAL DE FARINHAS OBTIDAS DE FEIJÕES canário (*Vigna unguiculata*) E TREMOÇO (*Lupinus mutabilis sweet*)

### RESUMO

As leguminosas são uma das colheitas mais importantes da América Latina, tanto por seu valor econômico, quanto às suas propriedades funcionais. Entre as mais importantes para a alimentação, destacam-se feijões canário (*V. unguiculata*) e o tremoço (*L. mutabilis*). Devido ao seu baixo custo, é acessível à população, porém, os consumidores desconhecem seu valor nutricional. Omitindo a importância destas sementes oleaginosas que, graças ao seu alto teor de proteínas, vitaminas e minerais, poderia ser considerada uma excelente alternativa alimentar saudável. por esta razão, o objetivo desta pesquisa é a caracterização físico-química das sementes do feijão canário e o tremoço e as propriedades funcionais da refeição de ambas as leguminosas. O tremoço mostrou um conteúdo proteico mais elevado 40,69 % y lipídica 11,04 %, enquanto o feijão canário tinha um teor total mais elevado de hidratos de carbono de 75,12 %, a capacidade de absorção de água era de 157,82 mL/100g de feijão, capacidade de retenção de óleo 142,62 mL/100g de feijão, estabilidade emulsificante 29,48 %, capacidade de espuma 16,00 %, foram encontrados no feijão.

**Palavras chave:** Retenção, água, óleo, proteínas, absorção.

Ing. Damaris Sanchez: <https://orcid.org/0000-0002-7813-3618>

PhD. Stalin Santacruz: <https://orcid.org/0000-0003-0801-9876>





## 1. INTRODUCCIÓN

En el Ecuador, el chocho o tarwi (*L. mutabilis*) es una leguminosa cultivada hace miles de años, en la época colonial y republicana su consumo se redujo drásticamente y en los pocos lugares que este se consumía se lo consideraba una “comida para indios” (Horton, 2014). Dentro de los productos alimenticios de origen andino con características nutricionales se encuentra el chocho, que contiene un alto contenido de proteínas, rico en aminoácidos, lípidos y carbohidratos (Soto et al., 2010).

Morales et al., 2017, indican que el fréjol canario (*V. unguiculata*) es la leguminosa más importante en el mundo. Este cultivo se produce en regiones y ambientes diversos de América latina, África, Medio Oriente, China, Europa, EE. UU y Canadá. A nivel mundial se producen 18.991,954t siendo los mayores productores mundiales: Brasil 3 millones de t, India 2.9 millones de t, México 1,5 millones de t, Myanmar 1,9 millones de t, China 1.9 millones t, entre otros países. De acuerdo con el SICA-MAG el Ecuador produce 39,725 t, nuestro país aporta el 0,2% de la producción mundial, (Torres et al, 2013).

El fréjol canario es una fuente importante de proteína (14 a 33%), minerales (Ca, Cu, K, Mg, P, Zn) y fibra alimentaria (entre 15,5 a 21,0%), contiene cantidades suficientes de lisina 1,3 a 1,5 g por cada 100 g, Su riqueza de lisina hace que pueda ser complementado con cereales (que son deficiente en lisina), pero deficiente en aminoácidos azufrados y triptófano, (Morales et al., 2017). Las leguminosas son cultivadas en toda América latina, el cultivo que predomina es la soja por tanto se plantea como alternativa de cultivos tales como: El fréjol y el lupino, cuyas leguminosas aportan proteínas y aminoácidos en la ingesta diría. El ganado vacuno es el mayor emisor de GEI (Gases de efecto invernadero) con alrededor de 5 gigatoneladas de CO<sub>2</sub>, esto representas el 62% de las todas las emisiones. Siendo el mayor emisor de (FAO, 2021).

Los aportes proteicos de las leguminosas tales como el frijol y el lupino ayudan al aportar de la cantidad necesaria de ingesta en una dieta balanceada siendo esto una alternativa. Por la tanto se propone la opción del consumo de fuentes alternativas de proteínas vegetales. Por no hablar de que justifica la creciente preocupación por las condiciones de vida de los animales, los múltiples recursos utilizados (se necesitan 15.000 litros de agua para un kilo de carne) o la contaminación por metano producido durante la digestión (vacas y otros rumiantes).

El objetivo de esta investigación fue evaluar las características físico-químicas de las semillas del chocho y fréjol como: pH, humedad, proteína, ceniza, densidad real, carbohidratos totales, peso y volumen de la semilla, capacidad de hidratación e hinchamiento, conjuntamente evaluar las siguientes propiedades funcionales de la harina de dichas oleaginosas: capacidad de absorción y retención de aceite, índice de absorción y retención de agua, capacidad y estabilidad de formación de espuma, actividad emulsionante y estabilidad.

## **2. MATERIALES Y MÉTODOS.**

Los granos del chocho y fréjol, fueron adquiridos en un mercado local, del Cantón Guaranda provincia de Bolívar, y el Cantón La Maná provincia de Cotopaxi, respectivamente. La obtención de la harina fue realizada en un molino industrial (MAGISTER, Colombia), posteriormente las harinas fueron tamizadas utilizando tamices número 80 y 100, recogiendo la fracción retenida en el tamiz 100 para sus respectivos análisis.

### **Parámetros fisicoquímicos de las semillas chocho y Fréjol**

Las propiedades físicas de las semillas se midieron de acuerdo a los métodos descritos por Nwabueze y Nwokenna (2006), con algunas modificaciones. Las muestras utilizadas para los análisis de propiedades físicas consistieron en lotes que contenían 100 semillas.

El peso de 100 semillas (SW) se determinó usando una balanza mientras que el volumen midiendo el desplazamiento de las semillas en una probeta graduada de 250 ml utilizando harina de trigo como medio de desplazamiento.

La densidad real se calculó dividiendo SW por el volumen de semillas a granel. La capacidad de hidratación (HC) y capacidad de hinchamiento (SC), se determinaron remojando semillas en un matraz de 250 ml que contenía 10 ml de agua destilada durante 24h a temperatura ambiente (22°C). Seguidamente, las semillas se escurrieron y se eliminó el exceso de agua, volviendo a pesar. HC se calculó como la ganancia de peso después del remojo de 100 semillas, por lo consiguiente SC se determinó como la ganancia de volumen después del remojo de 100 semillas.



El contenido de humedad se determinó mediante la norma NTE INEN 1 235, en una estufa (VWR Symphony, Colombia), durante 2 horas a 130 °C. El contenido de ceniza con la norma NTE INEN 217, en una mufla (VWR Symphony, Colombia), durante 3 horas a 600 °C. Los contenidos de proteína y grasa, con los métodos Kjeldahl (SEF-PDU AOAC990.03), y (SEF-G AOAC 920.39), respectivamente. Finalmente, los carbohidratos totales se obtuvieron por diferencia.

### **Parámetros funcionales de las harinas chocho y Fréjol**

#### **Índice de absorción y retención de agua.**

Las capacidades de absorción y retención de agua (WAC y WHC) del fréjol y chocho se determinaron de acuerdo a los métodos de Chau y Huang (2003), y Jitngarmkusol et al., (2008), con algunas modificaciones. Una muestra de 1 g se disuelve en tubos de centrifuga previamente pesados, posteriormente se adicionó 30 mL de agua destilada. Para WAC, las suspensiones se agitaron durante 1h y luego se centrifugaron a 3900 gravedades durante 40 min. Para WHC la suspensión se agitó durante 24h antes de centrifugar a 3900 gravedades durante 40 min. Luego de la centrifugación se decantó el sobrante y se volvió a pesar la muestra. WAC y WHC se expresan como gramos de agua ligada o retenida por 100g de muestra seca.

#### **Capacidad de absorción y retención de aceite.**

La capacidad de absorción de aceite (OAC) y la capacidad de retención de (OHC) se determinó siguiendo el mismo procedimiento de WAC y WHC, reemplazando el agua con aceite de soja. OAC y OHC se expresan como mL de aceite ligado o retenido en 100 gramos de muestra seca.

#### **Actividad emulsionante y estabilidad.**

La actividad emulsificante (EA) y la estabilidad emulsionante (ES) de las harinas del fréjol y chocho se determinó mediante el método Jitngarmkusol et al., (2008), con algunas modificaciones. Para determinar la EA, se mezclaron muestras de 1 g de harina con 25 mL agua destilada, se mantuvieron en reposo a 20 °C durante 30 min. Posteriormente, se añadieron 25 mL de aceite de soja para emulsionar la mezcla durante 3min con ayuda de un agitador (Fisher Scientific, Canadá) a 600 rpm. La emulsión se centrifugó a 3900 gravedades durante 5 min, se midió el volumen de la emulsión, EA expresó como porcentaje de la capa emulsionada en el tubo de centrifuga.

ES se determinó siguiendo el procedimiento para EA, con la diferencia que las muestras emulsionadas se calentaron en un baño de agua 85 °C durante 15 min, posteriormente se enfrió a temperatura ambiente y finalmente se centrifugó a 3900 gravedades durante 5 min, ES se expresó como porcentaje emulsionado de la capa en el tubo de centrifuga después del calentamiento.

### Capacidad y estabilidad de formación de espuma

La capacidad espumante (FC) y estabilidad espumante (FS) de las harinas del fréjol y chocho se determinaron mediante el método de Jitngarmkusol et al., (2008), con algunas modificaciones. Se dispersó 1g de harina en 50mL de agua destilada, mediante el uso de un agitador de hélices a 2900 (Fisher Scientific, Canadá) revoluciones por minuto durante 5 min. Los volúmenes de muestra luego de la agitación se midieron usando un cilindro graduado de 50 mL antes y después del batido, los datos se expresaron como porcentaje de volumen ganado después de la agitación.

Para determinar FS, la muestra batida se almacenó durante 4h a temperatura ambiente antes de la medición del volumen, se expresa como el porcentaje de cambio de volumen final en relación al volumen inicial (tiempo 0 horas) expresado en porcentaje.

### Análisis estadístico.

Se usaron tres repeticiones para obtener valores promedio y desviaciones estándar para todas las pruebas. Todos los resultados fueron analizados mediante el uso del software estadístico InfoStat.

## 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

### Caracterización fisicoquímica de las semillas del chocho y fréjol

**Tabla 1.** Parámetros fisicoquímicos de las semillas del chocho y fréjol

Parámetros medidos	Chocho	Fréjol
Humedad (%)	11,02 ± 1,00 <sup>a</sup>	14,84 ± 0,59 <sup>a</sup>
Proteína (%)	40,69 ± 1,47 <sup>b</sup>	20,50 ± 0,27 <sup>a</sup>
Ceniza (%)	3,45 ± 0,37 <sup>a</sup>	3,56 ± 0,22 <sup>a</sup>
Grasa (%)	11,04 ± 0,24 <sup>b</sup>	1,27 ± 0,12 <sup>a</sup>
Carbohidratos totales (%)	43,82 ± 1,00 <sup>a</sup>	75,12 ± 0,38 <sup>b</sup>
Peso de semilla (g/100 semilla)	26,71 ± 0,43 <sup>a</sup>	78,30 ± 1,41 <sup>b</sup>





Volumen de semilla (mL/100 semilla)	15,00 ± 1,41 <sup>a</sup>	58,50 ± 0,71 <sup>b</sup>
Densidad real (g/mL)	1,79 ± 0,20 <sup>a</sup>	1,34 ± 0,01 <sup>b</sup>
Capacidad de hidratación (g/semilla)	0,32 ± 0,07 <sup>a</sup>	0,57 ± 0,11 <sup>a</sup>
Capacidad de hinchamiento (mL/semilla)	0,19 ± 0,05 <sup>a</sup>	0,23 ± 0,01 <sup>a</sup>

**Fuente:** elaboración propia

En la **Tabla 1**. En cuanto al contenido de humedad se determinó que no existió diferencia significativa entre las semillas estudiadas, sin embargo, el mayor valor se situó en el fréjol con 14,84 %, mientras que el menor contenido presentó el chocho 11,02 % cuyo valor resultó similar a Yáñez, 2017, quien obtuvo valores de (7,7 - 9 %), cabe mencionar que el estudio se realizó en chocho desamargo. En cuanto al fréjol estuvo dentro del rango del fréjol blanco (14,89 – 13,07 %), según en lo estudiado en varios tipos de fréjol por Guzmán, (2012). Por otra parte, el contenido proteico sí tuvo diferencias significativas entre ambas oleaginosas, se observó que el chocho obtuvo 40,69 % de proteína, valor que se encuentra cercano a los reportado por Villacrés et al., (2006), quienes obtuvieron 47,80 % en chocho amargo, mientras que el fréjol presentó 20,50 %, fue inferior al estudio de Fernández y Sánchez, (2017), obteniendo un resultado de 39,76 % de proteína en la variedad fréjol negro.

En referente a cenizas no adquirieron diferencias significativas entre el chocho y fréjol, aun así, el fréjol obtuvo 3,56 % y chocho 3,45 %, valores que resultaron mayores a los estudiado en chocho desamargo y amargo obteniendo 3,3 % y 2,38 % respectivamente según Yáñez, (2017).

El contenido de lípidos en las semillas estudiadas presentó diferencias significativas, el mayor contenido se situó en chocho (11,04 %), valor que fue inferior a lo estudiado por Cárdenas et al., (2019), obteniendo 18,9 y 21,22 %, cabe destacar que su estudio se realizó en chocho amargo y desamargo. En la investigación de Torres et al., (2013), reportó un valor de 1,7 % en fréjol canario, en cuanto a nuestra investigación se obtuvo un contenido lipídico de 1,27 %.

Los carbohidratos totales lograron diferencias significativas: El chocho con 43,82 % mismo resultado que fue similar al fréjol Negro con 39,21 %, mientras que el fréjol canario obtuvo un 75,12 % el cual resultó mayor a varias especies estudiadas (Pinto 39.02 %, peruano 60,09 %, bayo 38,18 %, etc.) por Fernández y Sánchez, (2017).

Como se puede observar en la **tabla 1**, hubo diferencia en peso y volumen de las semillas de ambos productos ( $p < 0.05$ ), la densidad real del chocho 0,72 g/semilla y fréjol 1,30 g/semilla sí obtuvieron diferencias significativas, el resultado del chocho coincidió con Ordoñez et al., (2012), en comparación con su estudio de densidad en semillas de maíz. Capacidad de hidratación y capacidad hinchamiento no obtuvieron diferencias significativas al cabo de 24h transcurridas. HC determina cuanto mayor sea la capacidad de absorción de agua, menor será el tiempo de cocción del grano, en el caso del presente trabajo indica un corto tiempo. HS alto demuestra que se puede obtener un gran volumen de alimento terminado con poca materia prima. Por otra parte, en el estudio de semilla de la vitabrosa Chaparro et al., (2011), obtuvo porcentajes altos en HC 0,79 g/mL y SC 0,39 mL/semillas, La diferencia entre los resultados del estudio de referencia y en esta investigación es el factor de temperatura aplicada dado que este análisis se realizó a temperatura ambiente (20 °C) mientras que ellos aplicaron temperaturas de 50 °C.

### **Caracterización de las propiedades funcionales de las harinas chocho y Fréjol.**

**Tabla 2. Absorción de agua y aceite y capacidad de retención en las harinas de chocho y fréjol**

<b>Parámetros medidos (mL/100g)</b>	<b>Chocho</b>	<b>Fréjol</b>
Capacidad absorción en agua	157,82 ± 13,38 <sup>a</sup>	139,18 ± 3,69 <sup>a</sup>
Capacidad retención en agua	120,87 ± 2,04 <sup>a</sup>	142,62 ± 30,49 <sup>a</sup>
Capacidad absorción en aceite	106,82 ± 9,07 <sup>a</sup>	138,03 ± 50,89 <sup>a</sup>
Capacidad retención en aceite	151,05 ± 20,29 <sup>a</sup>	115,83 ± 9,32 <sup>a</sup>

**Fuente:** elaboración propia

Como podemos visualizar en la **tabla 2** no existió diferencia significativa entre los resultados. En lo estudiado por Miquelena et al.,(2016), en fréjol Ojo Negro resultó inferior en la capacidad de absorción de agua al fréjol canario 139,18 mL/100g. Así mismo, la capacidad de absorción de aceite del fréjol Ojo Negro 0,97 mL/100g fue inferior al 138,03 mL/100g del fréjol canario. De igual manera la capacidad de retención de agua del chocho (157,82 mL/100g), fue superior a lo estudiado por Cerezal et al.,(2011), quienes obtuvieron 3,05 mL/100g en chocho, 4,75 mL/100g maíz, 2,85 mL/100g arroz y 2,54 mL/100g quinoa. En cuanto a la capacidad de absorción de aceite, el fréjol canario (138,03 mL/100g) resultó mayor a la linaza (1,26 mL/100g), y a la





absorción del chocho (1,07 mL/100g) según Vegas y Lavado, (2021). Capacidad de retención de aceite en chocho (151,05 mL/100g) y fréjol canario (115,83 mL/100g) obtenidos fueron mayor a los reportados por Miquelena et al., (2016) en su estudio de varios tipos de fréjol (Fréjol Chino 0,85 mL/100g, Fréjol Blanco 1,09 mL/100g, Fréjol Ojo Negro 0,97 mL/100g, Quinchoncho 0,79 mL/100g).

**Tabla 3. Actividad de emulsificación y formación de espumas en las harinas de chocho y fréjol**

Parámetros medidos (%)	Chocho	Fréjol
Actividad emulsificante EA	25,64 ± 0,29 <sup>a</sup>	29,48 ± 0,29 <sup>a</sup>
Estabilidad emulsificante ES	40,38 ± 0,35 <sup>a</sup>	42,30 ± 0,50 <sup>a</sup>
Capacidad espumante FC	10,00 ± 2,83 <sup>a</sup>	16,00 ± 0,00 <sup>b</sup>
Estabilidad espumante FS	96,71 ± 0,58 <sup>a</sup>	90,52 ± 1,22 <sup>b</sup>

**Fuente:** elaboración propia

En los resultados obtenidos por Vegas et al., (2017) se puede apreciar que la actividad y estabilidad emulsificante del chocho tienen un 25,75 % y 36,00 % respectivamente. En cuanto a la actividad emulsificante (25,64 %) fue similar a la investigación en comparación, por otro lado, la estabilidad emulsionante (40,38) % se situó mayor al estudio en comparación. Cabe mencionar que en su estudio utilizaron varios porcentajes de pH.

En cuanto los resultados de EA y ES del fréjol canario, se realizó una comparación con la harina de trigo la cual, se obtuvieron valores de EA de 55,6 % y ES de 20,8 %, mientras que, en este estudio, el fréjol canario obtuvo 29,48 % EA siendo inferior según lo estudiado por Gallego, (2019). y 42,30 % ES valor que resultó mayor a la investigación en comparación.

Los análisis de capacidad y estabilidad espumante entre el chocho y el fréjol canario sí obtuvieron diferencias significativas entre sí. Por otro lado, en comparación con la harina de garbanzo 11,05 % FC valor que fue mayor a la harina del chocho (10,00 %), en relación a la estabilidad espumante 88,5 % en la harina de garbanzo, el chocho obtuvo 96,71 % resultado que se situó mayor según el estudiado por Xu, Bhardwaj, y Thomas, (2013). Dando entender que la harina de chocho tiene mejor estabilidad espumante comparada con la harina de garbanzo. De igual manera los resultados de FC y FS del fréjol canario

(16 % y 90,54 %, respectivamente), valores que se resultaron mayores en relacion a la harina de garbanzo.

#### 4. CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos en los análisis físico-química en relación a la proteína del chocho indican que puede emplearse como un sustituto de origen vegetal por el alto contenido de este nutriente. Por otra parte, el mayor contenido lipídico se situó en el chocho. Dentro de los análisis de las propiedades funcionales de las harinas estudiadas la capacidad de absorción de agua sobresalió el chocho, mientras que la capacidad de retención de agua y capacidad de absorción de aceite sobresalió el fréjol en comparación al chocho, consecutivamente el fréjol presentó una mayor actividad emulsionante y capacidad espumante, en cuanto el chocho su estabilidad emulsificante y espumante fueron mayores. Ante esto se recomienda ejercer diferentes temperaturas en los análisis de hidratación e hinchamientos dado que muestran el potencial de aumentar el valor en sus resultados.

#### Referencia bibliográfica.

Calvopiña, J. (2018). *Caracterización fisicoquímica de harinas y su utilización en pan libre de gluten*. Zamorano, Honduras. Obtenido de <https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/ae52fc43-adac-45bf-a330-e9a674e29b8c/content>

Cárdenas, N., Romero, E., Salazar, J., Cevallos, C., & Ruiz, G. (2019). Análisis comparativo de la composición nutricional del chocho, quinua y soya, y su aplicación en la elaboración de harinas. *La Ciencia al Servicio de la Salud y la Nutrición*, 10(Número Especial). Obtenido de <http://revistas.esPOCH.edu.ec/index.php/cssn/article/view/265/228>

Castañeda, B., Manrique, R., Gamarra, F., Muñoz, A., Ramos, F., Lizaraso, F., & Martínez, J. (2008). Probiótico elaborado en base a las semillas de *Lupinus mutabilis* sweet. *SciELO*, 25(4). Obtenido de <http://www.scielo.org.pe/pdf/amp/v25n4/a05v25n4.pdf>

Cerezal, P., Urtuvia, V., Ramírez, V., & Arcos, R. (2011). Desarrollo de producto sobre la base de harinas de cereales y leguminosa para niños celíacos entre 6 y 24 meses;



- II: Propiedades de las mezclas. *Nutrición hospitalaria*, 26(1). Obtenido de [https://scielo.isciii.es/pdf/nh/v26n1/originales\\_12.pdf](https://scielo.isciii.es/pdf/nh/v26n1/originales_12.pdf)
- Chaparro, S., Gil, J., & Aristizábal, I. (2011). Efecto de la hidratación y la cocción en las propiedades físicas y funcionales de la harina de vitabosa (*Mucuna deeringiana*). *Facultad de química farmacéutica*, 18(2), 133-143. Obtenido de <http://www.scielo.org.co/pdf/vitae/v18n2/v18n2a04.pdf>
- Chau, C.-F., & Huang, Y.-L. (2003). Comparación de la composición química y propiedades fisicoquímicas de diferentes fibras preparadas a partir de la cáscara de *Citrus sinensis* L. Cv. Liucheng. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, 51, 2618-2618. doi:10.1021/jf025919b
- FAO. (2021). *Evaluación de las emisiones de gases de efecto invernadero y el potencial de mitigación Foot and organize*. Obtenido de <https://www.fao.org/gleam/results/es/#c303615>
- Fernández, A., & Sánchez, E. (2017). Estudio de las propiedades fisicoquímicas y calidad nutricional en distintas variedades de frijol consumidas en México. *Nova Scientia*, 9(18), 133-148. doi:<https://doi.org/10.21640/ns.v9i18.763>
- Gallego, C. (2019). *Estudio de las propiedades funcionales de harinas de trigo sarreceno obtenidas a partir de granos tratados con altas presiones hidrostáticas*. Obtenido de <https://uvadoc.uva.es/bitstream/handle/10324/38353/TFM-L485.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Guzmán, V. (2012). *Determinación proximal de los principales componentes nutricionales de cinco variedades de fréjol: Canario, Bayo, Blanco, Rojo y Negro*. Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Quito. Obtenido de <http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/5078/T-PUCE-5302.pdf;sequence=1>
- Horton, D. (2014). *Investigación colaborativa de Granos Andinos en Ecuador*. Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias. Obtenido de <https://docplayer.es/24300018-Investigacion-colaborativa-de-granos-andinos-en-ecuador-autor-douglas-horton.html>
- Jitngarmkusol, S., Hongsuwankul, J., & Tananuwong, K. (2008). Composiciones químicas, propiedades funcionales y microestructura de harinas de macadamia

desgrasadas. *Departamento de Tecnología de Alimentos, Facultad de Ciencias, 110(1)*, 23-30. doi:<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2008.01.050>

Mex-álvarez, R., Garma, P., Yanez, D., Guillen, M., & Novelo, M. (2021). Caracterización morfométrica de *Phaseolus vulgaris* en Campeche, México. *Ciencias Biología*, 52(1), 32-38. Obtenido de [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2221-24502021000100032#B12](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2221-24502021000100032#B12)

Miquelena, E., Higuera, A., & Rodriguez, B. (2016). Evaluación de propiedades funcionales de cuatro harinas de semillas de leguminosas comestibles cultivadas en Venezuela. *Faculta de Agronomía*, 33, 58-75. Obtenido de <https://produccioncientificaluz.org/index.php/agronomia/article/view/27193/27815>

Morales, M., Peña, C., García, A., Aguilar, G., & Kohashi, J. (2017). Características físicas y de germinación en semillas y plántulas de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) silvestre, domesticado y su progenie. *Universidad Autónoma de San Luis Potosí*, 51(1). Obtenido de <https://www.scielo.org.mx/pdf/agro/v51n1/1405-3195-agro-51-01-00043-en.pdf>

Nwabueze, T., & Nwokenna, C. (2006). Interrelación de los parámetros físicos y fisicoquímicos con el tiempo de cocción de las semillas del fruto del pan africano (*Treculia africana*). *Revista de Alimentos, Agricultura y Medio Ambiente*, 4, 56-60.

Ordoñez, M., Gely, M., & Pagano, A. (2012). Estudio de las propiedades y de la cinética de secado de granos de maíz colorado duro. *Avances en Ciencias e Ingeniería*, 3(3), 153-171.

Ordoñez, M., Gely, M., & Pagano, A. (2012). Estudio de las propiedades físicas y de la cinética de secado de granos de maíz colorado duro. *Avances en ciencias e ingeniería*, 3(3), 153-171. Obtenido de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=323627687015>

Ordoñez, M., Gely, M., & Pagano, A. (2012). Estudio de las propiedades físicas y de la cinética de secado de granos de maíz colorado duro. *Avances en Ciencias e*



Ingeniería, 3(3). Obtenido de <https://www.Dialnet-EstudioDeLasPropiedadesFisicasYDeLaCineticaDeSecad-4052717.pdf>

Ortega, E., Rodríguez, A., David, A., & Zamora, Á. (2010). Caracterización de semillas de lupino (*Lupinus mutabilis*) sembrado en los Andes de Colombia. *Universidad de Nariño, Pasto-Colombia*, 1(59). Obtenido de <http://www.scielo.org.co/pdf/acag/v59n1/v59n1a14.pdf>

Soto, A., Melgarejo, M., Maque, M., Quispe, V., Bocangel, G., Huamán, G., . . . Ballarte, A. (2010). El chocho (*Lupinus mutabilis* Sweet). complemento nutricional en gestantes adolescentes, amarilis - huánuco. *Investigación Valdizana*, 4(1). Obtenido de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=586061881008>

Torres, E., Quisphe, D., Sánchez, A., Reyes, M., González, B., Torres, A., . . . Haro, A. (2013). Caracterización de la producción de frijol en la provincia de cotopaxi Ecuador: caso comuna Panyatug. 6(1), 23-31. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4737551>

Vegas, R., & Lavado, M. (2021). Efecto del pH y cloruro de sodio sobre las propiedades tecnofuncionales de harina de semillas residuales de linaza (*Linum usitatissimum* L.). *Universidad Nacional de Trujillo-Escuela de Ingeniería*, 9(1). Obtenido de <https://revistas.unfv.edu.pe/RCV/article/view/1071/1819>

Vegas, R., Zavaleta, A., & Vegas, C. (2017). Efecto del pH y cloruro de sodio sobre las propiedades funcionales de harina de semillas de *Lupinus mutabilis* "tarwi" variedad criolla. *Agroindustrial Science*, 7(1), 49-55. doi:<http://dx.doi.org/10.17268/agroind.sci.2017.01.05>

Villacrés, E., Rubio, A., Egas, L., & Segovia, G. (2006). *Chocho (Lupinus mutabilis sweet) alimento andino predescubierto Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias*. Obtenido de <https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/298/1/iniapscbd333.pdf>

xu, Y., Bhardwaj, H., & Thomas, M. (2013). Composición química, propiedades funcionales y características microestructurales de tres garbanzos kabuli (*Cicer arietinum* L.) afectados por diferentes métodos de cocción. *Revista Internacional de Ciencia y Tecnología de los Alimentos*, 1215–1223. doi:<https://doi.org/10.1111/ijfs.12419>

Yáñez, A. (2017). *Aprovechamiento del chocho como fuente de proteína alternativa a la soya en el diseño y desarrollo de una formulación de alimento balanceado para ratones blancos de experimentación (Mus musculus)*. Quito: Universidad Central del Ecuador. Obtenido de <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/13798/1/T-UCE-0008-QF022-2017.pdf>

### Contribuciones de autores

Autor	Contribución
Damaris Sánchez	Redacción, fase experimental
Stalin Santacruz	Revisor