

Efecto de la temperatura de deshidratación en la calidad nutricional de las harinas de Quinua (*Chenopodium quinua*), Soya (*Glycine max*) y Chocho (*Lupinus mutabilis*)

(Effect of dehydration temperature on the nutritional quality of Quinua (*Chenopodium quinua*), Soy (*Glycine max*) and Chocho (*Lupinus mutabilis*) flours

Paúl Roberto Pino Falconí^{(1)*}, Telmo Marcelo Zambrano Núñez⁽¹⁾, Andrea Estefanía Fierro Ricaurte⁽¹⁾, Carmen Alicia Zavala Toscano⁽²⁾

(1)Carrera de Gastronomía, Facultad de Salud Pública, ESPOCH, Riobamba, Chimborazo, Ecuador.

(2)Laboratorio de Bromatología y Nutrición Animal, Facultad de Ciencias Pecuarias ESPOCH, Riobamba, Chimborazo, Ecuador.

*Correspondencia: Ing. Paúl Roberto Pino Falconí. Facultad de Salud Pública, Carrera de Gastronomía, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Panamericana Sur km 1 1/2, Riobamba, Ecuador; código postal: EC060155; correo electrónico: paul.pino@esPOCH.edu.ec – paulrobertoam@hotmail.com

RESUMEN

Introducción: las leguminosas son fuentes alimentarias de un elevado contenido de proteína, aportan carbohidratos complejos, especialmente almidón, fibra, vitaminas del grupo B, potasio, fósforo, magnesio, zinc y hierro y calcio. **Objetivo:** identificar el efecto de diversas temperaturas de deshidratación en Quinua (*Chenopodium quinua*), Soya (*Glycine max*) y Chocho (*Lupinus mutabilis*) en la composición nutricional de sus harinas. **Métodos:** se diseñaron cuatro tratamientos, (T0 = 0°C, T1= 35°C, T2= 45°C, T3= 55°C) correspondientes a temperaturas de deshidratación para las tres leguminosas (Quinua, Soya y Chocho), y se analizó la diferencia en porcentajes de humedad, ceniza, fibra, grasa y proteínas. **Resultados:** en chocho la cantidad de humedad disminuyó mientras aumentó el tratamiento térmico, la cantidad de cenizas aumentó mientras aumentó el tratamiento térmico, en fibra se halló DES (diferencias estadísticas significativas) entre T0 y el T3 siendo menor el contenido de fibra a mayor temperatura. En grasa hubo DES para T2 y T3 a mayor temperatura menor su porcentaje, proteína disminuye a mayor es la temperatura. En quinua la humedad disminuyó mientras aumenta la temperatura, para ceniza hubo DES para el T2, en fibra se halló DES para T2 y T3 disminuyendo en estas el porcentaje, el contenido de grasa no presentó DES y en proteína la cantidad disminuye a mayor temperatura siendo menor en el tratamiento T3. Para soya, la humedad disminuye mientras aumenta el tratamiento térmico, la cantidad de ceniza es mayor mientras aumenta la temperatura de deshidratación, en contenido de fibra no existe DES, el contenido de grasa disminuye a mayor temperatura de deshidratación y la proteína disminuye a medida que se incrementa la temperatura. **Conclusión:** la temperatura de deshidratación inicial a la que se expongan las leguminosas afecta su contenido nutricional, obteniendo adecuados porcentajes de nutrientes a una temperatura de deshidratación inicial de la materia prima de 45 °C.

Palabras clave: Soya, Quinua, Chocho, Harina, Temperatura, Proteína, Grasa.

ABSTRACT

Introduction: legumes are food sources of a high protein content, provide complex carbohydrates, especially starch, fiber, B vitamins, potassium, phosphorus, magnesium, zinc and iron and calcium. **Objective:** to identify the effect of different dehydration temperatures in Quinua (*Chenopodium quinua*), Soya (*Glycine max*) And Chocho (*Lupinus mutabilis*) in the nutritional composition of their flours. **Methods:** four treatments were designed (T0 = 0 °C, T1 = 35 °C, T2 = 45 °C, T3 = 55 °C) corresponding to dehydration temperatures for the three legumes (Quinua, Soya and Chocho), and the difference in percentages of humidity, ash, fiber, fat and proteins was analyzed. **Results:** the amount of moisture decreased while the thermal treatment increased, the amount of ash increased while thermal treatment increased, in fiber SSD (significant statistical differences) was found between T0 and T3, with lower fiber content at higher temperature. In fat there was SSD for T2 and T3 at a higher temperature, lower its percentage, protein decreases the higher the temperature. In quinua the humidity decreased while the temperature increased, for ash there was SSD for T2, in fiber it was found SSD for T2 and T3 decreasing in these the percentage, the fat content did not present SSD and in protein the quantity decreases at a higher temperature being minor in the T3 treatment. For soybeans, the humidity decreases while the heat treatment increases, the amount of ash is higher while the dehydration temperature increases, in the fiber content there is no SSD, the fat content decreases at a higher dehydration temperature and the protein decreases as the temperature increases. **Conclusion:** the initial dehydration temperature at which the legumes are exposed affects their nutritional content, obtaining adequate percentages of nutrients at an initial dehydration temperature of the 45 °C raw material.

Keywords: malnutrition, overweight, child, poverty, Ecuador, Chimborazo

1. Introducción

1.1.-Semillas de leguminosas

Entre las fuentes vegetales, las semillas de leguminosas son unas de las más ricas fuentes de proteína (20 – 40% de las semillas secas) y han sido consumidas por el hombre desde tiempos inmemoriales.

Las leguminosas por su relativo bajo costo son alimentos importantes, particularmente en países en vías de desarrollo o subdesarrollados, donde ellas representan una importante fuente proteica. En varios países de Sur América el consumo promedio de leguminosas es aproximadamente 25g/persona/día, lo que representa entre 10% y 15% de las proteínas de la dieta. (FAO, 2001).

Adicionalmente, las leguminosas aportan carbohidratos complejos, especialmente almidón, también fibra, vitaminas pertenecientes al grupo B, minerales como potasio, fósforo, magnesio, zinc y en especial hierro y calcio. El interés del estudio de las leguminosas ha aumentado debido a su contenido en fitoquímicos, los cuales son metabolitos secundarios biológicamente activos sintetizados por las plantas (1).

1.1.1.- Chocho (*Lupinus mutabilis*)

Según Gross (2), el lupino andino es una planta leguminosa reconocida como una de las más ricas en nutrientes. Se caracteriza por tener elevado contenido de proteína y ácidos grasos que la constituyen en una excelente alternativa para la nutrición humana y animal. Se destaca por ser resistente a condiciones adversas, como plagas, enfermedades, sequías y heladas. Sus semillas ofrecen una disposición de proteínas vegetales que son aprovechadas en diversos procesos, en su mayoría artesanales.

El chocho, importante por su contenido de proteína y aceite, se coloca en un plano muy competitivo con la soya (3). Las proteínas y el aceite de estas semillas constituyen más de la mitad de su peso; así, un estudio hecho en 300 diferentes genotipos de semillas muestra que la proteína contenida varía de 41 a 51%, el aceite (cuyo contenido es inversamente proporcional a sus proteínas) varía de 24 a 14%. Al eliminar la cá-

scara de la semilla y moliendo el grano se obtiene una harina constituida por 50% de proteínas. La proteína del chocho contiene cantidades adecuadas de lisina y cistina (3).

Ortega et al. (4) encontraron que las semillas de chocho contienen 7,35% de nitrógeno total, 55,95% de carbono y 9,83% de hidrógeno. Con base en el contenido de cenizas (5,52%) se estima que el contenido de oxígeno equivale a 21,35%. La fracción fibrosa de la semilla está contenida principalmente en el tegumento, representando el 11,03 % de la semilla y tiene un alto contenido de fibra y carbohidratos, es especialmente rico en celulosa y hemicelulosa, por lo que es una alternativa para la alimentación de bovinos. El grano de chocho (*Lupinus mutabilis*) crudo es amargo (alto contenido de esparteína, lupinina y otros), por lo tanto es inconsumible; por ello para consumir los granos de chocho el primer paso es el desamargado (deslupinación). La forma más común es el desamargado manual que consiste en limpiar el grano de impurezas, seleccionar el grano por tamaño, remojar el grano durante un día en agua, cocer el grano en agua durante una hora, colocar en un recipiente apropiado y poner en agua corriente durante 4-5 días hasta que se elimine el sabor amargo. El chocho llega a tener 68% de humedad aproximadamente durante este proceso (5).

Las proteínas del chocho presentan alto contenido de lisina y leucina; pero bajo en metionina (6). Además, contienen triptófano y tirosina en mayor cantidad que la soya y el fréjol (7,8). Con relación a los ácidos grasos insaturados presentan ácido linolénico (Omega 3; 2,9%), ácido linoleico (Omega 6; 37,1%) y oleico (Omega 9; 40,4%) (9). A la vez, el contenido de almidón y sacarosa es bajo (10,11).

A.- Composición química y nutricional

Cuando se compara el chocho con otras leguminosa, como la soya y el frijol, es clara la diferencia en contenido de proteína a favor del chocho; sin embargo se debe considerar que este elevado contenido de proteína, se puede incrementar de 47 a 64% cuando se extrae los lípidos y los alcaloides (12). La proteína del tarwi es rica en globulinas y albúminas, sin embargo es deficiente en triptófano, con mayor cantidad de aminoácidos azufrados que la mayoría de legu-

minosas (13).

B.- Composición proteica

El contenido de proteína en el grano fluctúa de 39 a 52 % (14). El grano tarwi es rico en proteínas y grasas, razón por la cual debería ser utilizada en la alimentación humana con mayor frecuencia. Las proteínas y aceites constituyen más de la mitad de su peso, estudios realizados en más de 300 diferentes genotipos muestra que el aceite representa 14- 24% (2). Existe una correlación positiva entre proteínas y alcaloides, mientras tenga mayor será la cantidad de alcaloides, esto no ocurre en la grasa. (15). Sin embargo algunos estudios determinaron que el contenido de proteínas es aún más elevado que los valores mencionados en anteriores citas, obteniéndose hasta 47.7% de proteínas en el análisis químico proximal, y también la digestibilidad se aproxima a la de la caseína siempre y cuando se haya aplicado un proceso de desamargado y un tratamiento tecnológico adecuado que no implique pérdida de nutrientes (2).

1.1.2.- Soya (*Glycine max*)

Desde hace miles años, los países orientales y más recientemente en los occidentales, la soya se ha considerado la principal fuente de proteína vegetal para consumo humano y animal, esto se debe a que en el grano integral la proteína representa alrededor del 40% de la materia seca. De igual manera que el resto de las proteínas, la de soya aporta energía, aminoácidos esenciales y nitrógeno (16). Cuando se le aplica un procesamiento adecuado, es de excelente calidad y tan nutritiva como las proteínas de la clara del huevo y la caseína, consideradas como las más recomendables para el consumo humano por su perfil de aminoácidos (17). Independientemente de su valor nutricional, se ha descrito que la proteína de soya reduce las concentraciones de colesterol sanguíneo, jugando un papel importante en la prevención de enfermedades del corazón (18).

El valor nutritivo de esta proteína en particular, está en función de varios factores, incluyendo el perfil de aminoácidos, su digestibilidad y el requerimiento de aminoácidos esenciales para el organismo (19).

Según Brito (20), a diferencia de otros vegetales, la soya proporciona proteínas de una calidad similar en valor alimenticio a la proteína animal (carne, leche, pescado y huevos). Esto quiere decir que la proteína de esta oleaginosa contiene en proporciones casi óptimas todos los minerales esenciales en la dieta del hombre y de los animales. El único aminoácido que en algunas ocasiones es agregado a la proteína de soya para elevar al máximo su proporción de eficacia proteica en la alimentación de animales, es la metionina.

1.1.3.- Quinoa (*Chenopodium quinoa*)

La quinoa forma parte de la dieta de distintas poblaciones andinas desde momentos prehispánicos hasta la actualidad, su cultivo se extiende desde el Norte de Colombia hasta el Sur de Chile siendo el rango altitudinal más óptimo entre los 2.500 a 3.800 msnm (21). Hunziker (22) considera que su centro de origen fueron las montañas de Ecuador, Perú y Bolivia siendo *Chenopodium hircinum* la especie silvestre más afín y *Chenopodium quinoa var. Melanospermum* (*Ashpa Quinoa*) un eslabón entre quínoa y *C. hircinum*. Actualmente existen cinco grupos principales de quínoa (23,24): 1-del nivel del mar (Chile), 2-de valles andinos que crecen en los altos valles de Perú, Ecuador, este de Bolivia y sur de Colombia, en altitudes que varían entre los 2.100 y 3.900 msnm, 3-de altiplanos, propias de las altas montañas del sur de Perú, oeste de Bolivia, Norte de Chile y Argentina en alturas que sobrepasan los 3.600 msnm., 4-de salares (Bolivia) asociadas a salares del SO de Bolivia que crecen entre los 3.000 y 3.600 msnm y 5-de cejas de selva o yungas (Bolivia) adaptadas a cotas bajas, 1.800 y 2.300 msnm.

La riqueza nutritiva de sus granos reside en los carbohidratos, principalmente almidón, grasas y proteínas que contienen. La palatabilidad de los mismos disminuye si la saponina (glucósido) ubicada en el perisperma de la semilla no se elimina. De acuerdo a la cantidad de saponina, la quínoa se clasifica en: quínoa libre (0% de saponina), quínoa dulce (menos de 0.06% de saponina) y quínoa amarga (más de 0.16% de saponina) (25). Para obtener granos aptos para la alimentación humana, la desaponificación se lleva a cabo siguiendo diferentes métodos: escarificado, lavado o combinación de escarificado/

lavado (26) presentado cada uno de ellos ventajas y desventajas (25).

1.2.- Tratamiento térmico:

Las investigaciones llevadas a cabo para el secado de diferentes productos, demuestran que la aplicación de largos tiempos de proceso y temperaturas elevadas conduce a una degradación sustancial de la calidad de los productos como: el sabor, el color, los nutrientes, arrugamiento, e interferir con la capacidad de re-hidratación.

El secado es una técnica de conservación de alimentos que permite la reducción de la actividad del agua y el aumento de la vida útil del producto facilitando su transporte y almacenamiento. Sin embargo, un incremento en la temperatura del proceso de secado causa cambios en las características del producto como consecuencia de las reacciones entre carbohidratos, grasas, proteínas, entre otros (27,28).

En los procesos de secado por aire caliente se observan normalmente dos etapas: la primera, a velocidad constante cuando el agua se evapora; y la segunda, a velocidad decreciente cuando la humedad se elimina por resistencias internas propias de la naturaleza del producto (29). En la primera etapa, el tiempo de secado depende del movimiento del agua libre presente en la estructura del alimento que se está secando. Otro de los factores que influye en la cinética de secado además de la temperatura y configuración morfológica del producto es la velocidad del aire. Singh y Heldman (30) establecen que el incremento de la velocidad del aire aumenta la pendiente de la curva de deshidratación por eliminación de humedad superficial del producto, dado al mayor recambio de aire y remoción de agua.

2. Métodos

A. LOCALIZACIÓN

El presente trabajo de investigación se realizó en los laboratorios de Cocina Experimental de la Carrera de Gastronomía de la Facultad de Salud Pública ubicada en la Superior Politécnica de Chimborazo, Panamericana Sur Kilómetro 1½, parroquia Lizarzaburu, Cantón Riobamba, Provincia de Chimborazo, a una altitud de 2740

msnm, 78° 4' de longitud de Oeste y a una latitud de 1° 38' Sur, los análisis químicos fueron realizados en el laboratorio de Bromatología Y Nutrición Animal de la Facultad de Ciencias Pecuarias de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

B. DISEÑO EXPERIMENTAL

Se diseñaron cuatro tratamientos, (T0 = 0°C, T1= 35°C, T2= 45°C, T3= 55°C) los tratamientos estuvieron constituidos por las distintas temperaturas de deshidratación para los tres tipos de leguminosas (Quinoa, Soya y Chocho), y se analizó la diferencia de los porcentajes de humedad, ceniza, fibra, grasa y proteínas entre los distintos tratamientos. El tiempo de deshidratación al cual fueron sometidas las leguminosas fue de 30 horas.

C. ORIGEN, VARIEDAD Y PREPARACIÓN DE LA MUESTRA

Las muestras fueron seleccionadas, procurando la eliminación de residuos físicos que puedan existir. Posterior se realizó un lavado con agua fría para eliminar la mayor cantidad de suciedad.

Los granos de quinua fueron remojados por 3 ocasiones en agua fría para eliminar los alcaloides propios del producto que le confieren la característica de amargor al grano.

El chocho fue remojado inicialmente por una hora, cocido luego de este tiempo durante 1 hora y finalmente por 6 días sumergido en agua fría con el fin de eliminar las sustancias químicas que le dan la característica de amargor desagradable.

Posterior a estos procesos iniciales se pasó a la deshidratación de las materias primas, para finalmente realizar el molido y almacenar las harinas previas a su traslado al laboratorio para los correspondientes análisis.

2.1.- Equipos, materiales y reactivos

2.1.1.- ELABORACIÓN DE HARINAS

-Deshidratador eléctrico

-Molino eléctrico

- Tamices (ver el tamaño en alguna investigación)
- Recipientes de acero inoxidable
- Utensilios varios de cocina
- Fundas con cierre hermético para almacenamiento

2.1.2.- ANÁLISIS DE HUMEDAD

A.- HUMEDAD INICIAL

- Balanza de precisión de capacidad 1500 g y precisión de 0.1 g.
- Estufa de gravedad a 65 OC
- Bandejas de acero inoxidable o fundas de papel de capacidad para 4 libras
- Machetillo
- Molino para molienda de muestras con tamiz de 1,5 mm de diámetro
- Frascos plásticos con tapa rosca ancha de capacidad de 500 ml.
- Marcador permanente para codificar los frascos plásticos

B.- HUMEDAD HIGROSCÓPICA

- Balanza analítica, sensibilidad 0.1 mg.
- Estufa de gravedad a 105 OC
- Cápsulas de aluminio de 5 cm de diámetro o cápsulas de porcelana
- Desecador
- Pinza universal
- Espátula

C.- ANALISIS DE CENIZA

- Plancha pre-calcinadora
- Mufla 560°C
- Balanza analítica, sensibilidad 0.1 mg.

D.- ANÁLISIS DE PROTEÍNA

- Aparato de digestión y destilación Macro Kjeldahl
- Balones Kjeldahl de 800ml.
- Buretas
- Probetas

- Frascos Erlenmeyer de 500ml.
- Soporte universal
- Agitador magnético
- Barra de agitación
- Papel bond

D.1.- REACTIVOS

- H2SO4 concentrado
- NaOH al 50%
- Catalizador
- H3BO3 al 4%
- Zinc en lentejas
- Indicador para Macro Kjeldahl
- HCl estandarizados 0.1N

E.- ANÁLISIS DE FIBRA

- Balanza analítica, sensibilidad 0.1 mg.
- Aparato de determinación de fibra cruda
- Beakers para la digestión de 600ml de capacidad
- Estufa
- Mufla
- Equipo de bomba de vacío
- Probetas graduadas
- Rubber Policemen
- Crisoles de Gooch
- Piscetas
- Papel aluminio
- Pipetas volumétricas de 2ml de capacidad

E.1.- REACTIVOS

- H2SO4 al 7 por mil (7 ml de ácido sulfúrico concentrado en 1 l. de agua)
- NaOH al 22% (14.31 g de NaOH en 1 l. de agua)
- Alcohol-n-amílico
- Acetona
- Lana de Vidrio
- Agua caliente

F.- ANÁLISIS DE GRASA

- Aparato para la extracción de grasa (Goldfish)
- Beakers para el solvente orgánico
- Dedales de extracción
- Porta-dedales
- Beakers para la recuperación del hexano
- Balanza analítica
- Desecador
- Estufa
- Espátula
- Pinzas
- Papel aluminio

F.1.- REACTIVOS

- Hexano
- Sodio sulfato de anhídrido
- Algodón desengrasado

2.2.- Análisis estadístico.

En este estudio se utilizó un diseño completamente aleatorizado, para el análisis estadístico se realizó un análisis de varianza (ANDEVA) con una separación de medias (TUKEY) con un nivel de significancia ($P < 0.05$), para las variables dependientes (humedad, ceniza, fibra, grasa y proteínas) de cada tipo de harina (Quinoa, Soya, Chocho)

El análisis de varianza se aplicó a un diseño completamente al azar cuyo modelo matemático es el siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + t_i + ij$$

Dónde: Y_{ij} = Efecto de la j-esima observación del i-esimo tratamiento. Variable de respuesta u observación dependiente. μ = Media poblacional, efecto medio verdadero t_i = efecto de la i-esima

tratamiento ij = efecto de la e-sima unidad experimental sujeta al i-esimo tratamiento.

Se utilizó la prueba de significancia de Tukey o comparación de medias al 0.05%.

2.2.1.- Procedimiento experimental del proceso

ELABORACIÓN DE HARINAS

Para la elaboración de las harinas de chocho, quinua y soya, se siguieron los pasos descriptos

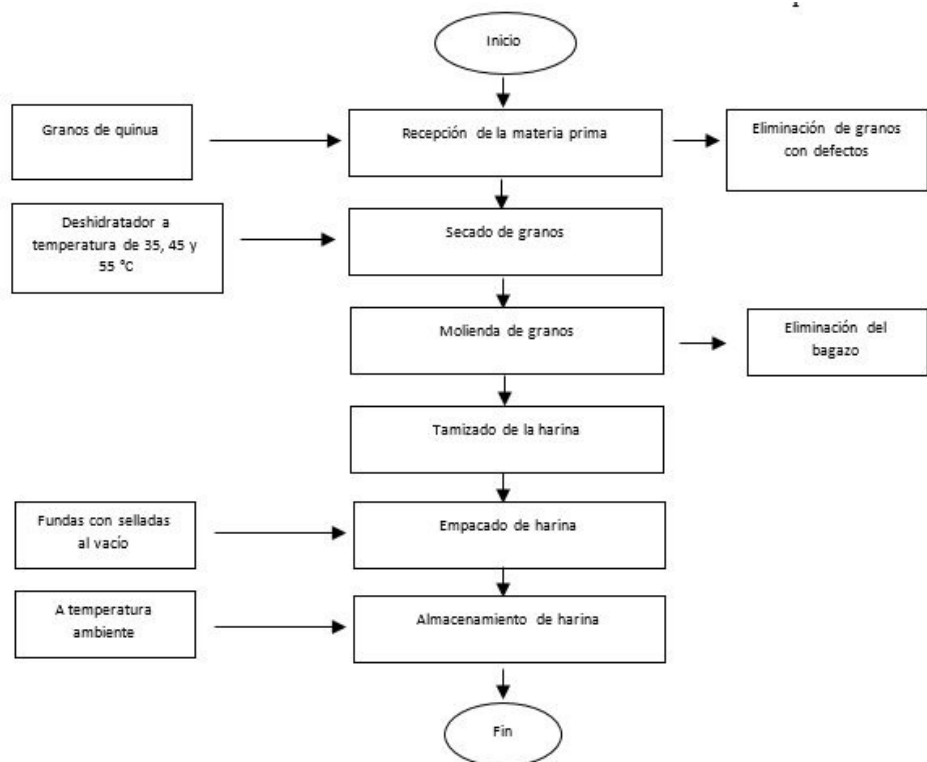


Figura 1. Diagrama de procesos.

en el diagrama de procesos descrito en la Figura 1.

2.2.2.- Análisis físicos

A.- Humedad

El equipo que nos permitirá realizar este análisis es la estufa, cabe recalcar que debemos eliminar la mayor cantidad de agua del alimento garantizando de esta manera la estabilidad del alimento útil para los siguientes análisis.

La estufa que nos permitirá realizar una humedad inicial es la estufa a 65º, debemos cerciorarnos que la estufa esté calibrada a esta temperatura.

Una vez que este eliminada la humedad total del alimento sometemos a una segunda humedad garantizando que esté completamente sin humedad, sometiéndole a una porción del alimento a una estufa de 105º para luego realizar por medio de un cálculo la pérdida de humedad total.

B.- Ceniza

Debemos garantizar que antes de la calcinación total del alimento se debe realizar una precalcificación del mismo. La calcinación para muestras solidas se debe realizar sobre triángulo de pipas o tela metálica hasta residuo carbonoso mientras que para muestras líquidas se debe evaporar hasta sequedad. Se debe tener en cuenta que las capsulas u crisoles deben tener un tarado previo.

C.- Fibra

Cerciorarse que exista un sistema de vacío. La muestra para este tipo de análisis debe ser completamente seca. La muestra debe ser alrededor de 1 a 2g. Este método mide cantidades variables de celulosa y lignina en la muestra. La hemicelulosa, pectinas y los hidrocoloides son solubilizados sin ser detectados por esta razón este método es considerado como descontinuado.

D.- Proteína

El sistema de vacío es muy importante dentro de este análisis.

En la etapa de digestión se debe cerciorar que exista el sistema de vacío que permita la emanación de los gases dentro de la reacción del ácido sulfúrico + catalizador + muestra. En la etapa de destilación se debe permitir el contacto directo del destilado con el ácido bórico sin bajar la temperatura ya que si existe ese cambio de temperatura va existir una reabsorción del destilado. Para la etapa de titulación que se realiza con HCl 0.1N (ácido clorhídrico) debemos realizar una valoración del ácido para saber la concentración real que contenga el ácido para los cálculos posteriores.

E.- Grasa

Cerciorarse que exista un sistema de vacío. La muestra para este tipo de análisis debe ser completamente seca. La muestra debe ser alrededor de 1 a 2g. Para realizar el respectivo pesaje debe someterse a un desecador para que no haya alteración en los datos.

La tabla 1 indica las diferencias estadísticas entre cada tratamiento en cada uno de los parámetros analizados en laboratorio. La cantidad de humedad disminuyó a medida que aumentó el tratamiento térmico siendo indirectamente proporcional a la cantidad de ceniza la misma que aumentó a medida que aumentó el tratamiento térmico; en cuanto a la fibra se halló DES comparando el T0 y el T3 siendo menor mientras a más temperatura sea expuesta la harina. En la grasa se halló DES para el T2 y T3, y la proteína disminuye notoriamente para el T1, aumenta para T2 y disminuye nuevamente para T3.

La figura 2 nos indica que existen diferencias estadísticas significativas p-valor <0.05 entre las harinas previamente sometidas a distintos tratamientos térmicos, la harina T0 que no fue sometida a deshidratación es diferente estadísticamente a la harina T1 (35 °C), T2 (45 °C) y T3 (55 °C). A medida que se incrementa la temperatura de deshidratación de la harina de chocho, mayor es la cantidad de humedad que pierden las harinas luego de las 30 horas de exposición a la temperatura de deshidratación.

Asimismo, la cantidad de fibra encontrada por Saavedra es similar (6,28% b.s.) y por Ortega et al., (4) que encontró valores de 13,91% relativamente más altos en harina de tarwi.

La figura 3, nos indica que existen diferencias estadísticas significativas p-valor < 0.05 entre las harinas previamente sometidas a distintos tratamientos térmicos, la harina T0 que no fue sometida a deshidratación es distinta estadísticamente a las harinas T1 (35 °C), T2 (45 °C) y T3 (55° C). A medida que se incrementa la temperatura de deshidratación inicial en las harinas, el porcentaje de cenizas aumenta en las harinas finales.

Saavedra et. al., en el 2010 (31), encontró valores de 2,86% en harina de tarwi secado con estufa, y 2,09% en harina de tarwi con tratamiento térmico y secado en estufa valores similares a esta investigación.

La figura 4, nos indica que existen diferencias estadísticas significativas p-valor <0.05 entre las harinas previamente sometidas a distintos tratamientos térmicos, la harina T0 que no fue sometida a deshidratación inicial es similar estadísticamente a las harinas T1 (35 °C) y a T2 (45 °C), sin embargo, con relación a la harina T3 (55°C) existe diferencia estadística. A medida que se incrementa la temperatura de deshidratación inicial en la harina, el porcentaje de fibra disminuye.

Saavedra en el 2010 (31), encontró 8,34 % de fibra para la harina de tarwi secado con estufa, y 7,34% en harina de tarwi con tratamiento térmico y secado en estufa valores relativamente similares a esta investigación

La figura 5, nos indica que existen diferencias estadísticas significativas p-valor < 0.05 entre las harinas previamente sometidas a distintos tratamientos térmicos, la harina T0 que no fue sometida a deshidratación es igual estadísticamente a la harina T1 (35 °C), y a su vez estas dos son distintas estadísticamente a las harinas T2 (45 °C) y T3 (55° C). A medida que se incrementa la temperatura de deshidratación inicial en las harinas, el porcentaje de grasa aumenta en las harinas finales.

3.1.- CHOCHO

	Humedad	Ceniza	Fibra	Grasa	Proteína
T0	8,93 ^a	1,68 ^a	6,85 ^b	16,57 ^b	45,23 ^{bc}
T1	7,65 ^b	2,86 ^b	6,57 ^{ab}	16,07 ^b	38,53 ^a
T2	7,15 ^c	2,09 ^a	6,47 ^{ab}	14,00 ^a	47,40 ^c
T3	6,29 ^d	3,84 ^c	6,03 ^a	18,03 ^c	43,70 ^b

*Letras distintas presentan DES al 5%

Tabla 1. Promedios de las variables de las harinas de chocho de acuerdo a las temperaturas aplicadas.

3.2.- QUINUA

	Humedad	Ceniza	Fibra	Grasa	Proteína
T0	8,94 ^a	2,97 ^b	4,76 ^a	6,00 ^a	33,03 ^c
T1	7,66 ^b	2,82 ^b	4,60 ^a	6,33 ^a	27,90 ^b
T2	7,15 ^c	2,36 ^a	3,98 ^b	6,40 ^a	27,68 ^b
T3	6,29 ^d	2,93 ^b	4,07 ^b	6,20 ^a	24,90 ^a

*Letras distintas presentan DES al 5%

Tabla 2.- Promedios de las variables de las harinas de quinua de acuerdo a las temperaturas aplicadas.

3.3.- SOYA

	Humedad	Ceniza	Fibra	Grasa	Proteína
T0	17,05 ^c	3,94 ^b	7,65 ^a	18,03 ^c	40,00 ^c
T1	16,93 ^c	3,36 ^a	7,00 ^a	16,03 ^b	38,00 ^{bc}
T2	14,25 ^b	3,16 ^a	7,39 ^a	16,79 ^b	35,03 ^b
T3	12,34 ^a	4,01 ^b	7,92 ^a	14,95 ^a	27,03 ^a

*Letras distintas presentan DES al 5%.

Tabla 3. Promedios de las variables de las harinas de soya de acuerdo a las temperaturas aplicadas.

Ortega en el 2010 (4), encontró valores de 24,87% en harina de tarwi secado con estufa, y 23,84% en harina de tarwi con tratamiento térmico y secado en estufa valores mayores a esta investigación.

La figura 6, nos indica que existen diferencias estadísticas significativas p-valor <0.05 entre las harinas previamente sometidas a distintos tratamientos térmicos, la harina T0 que no fue sometida a deshidratación es igual estadísticamente a la harina T3 (55 °C), y también a la harina T2 (45 °C), sin embargo es distinta estadísticamente a T1 (35 °C). Observamos que los tratamientos T3 (55 °C) y T2 (45 °C) no provocan una pérdida significativa de proteínas en el producto final.

En el 2010 Saavedra (31), encontró valores de 39,40% en harina de tarwi secado con estufa, y 38,24% en harina de tarwi con tratamiento térmico y secado en estufa valores menores a esta investigación, probablemente debido al tipo de leguminosa usada en esta investigación.

La tabla 2., indica las diferencias estadísticas entre cada tratamiento en cada uno de los parámetros analizados en laboratorio. Analizando la tabla se observó que la humedad disminuyó a medida que aumentó el tratamiento térmico, para la ceniza se halló DES para el T2, para la fibra se halló menor cantidad para el T2 y T3, para la grasa se encontró un menor valor para el T3, y en cuanto a la proteína la cantidad disminuye a medida que aumenta el tratamiento térmico.

Romo et., al. (26) encontró 5,84% de humedad, 15,92 de proteína, 1,46 de grasa, 6,75 de fibra y 4,03 de cenizas mientras que Ayala en el 2001 halló 4,2% de humedad, 15,7 de proteína, 4,5% de grasa, 4,3% de fibra y 2,6% de cenizas. Los valores de ceniza, fibra y grasa son similares a los de nuestra investigación, mientras el valor de la proteína difiere siendo menor. Arroyave y Esquerre, (32) en su investigación encontraron los siguientes porcentajes para la harina de quinua: de humedad de 13.10%, cenizas 0.06% y de proteína de 15.30%. Según Horton, (33) este alimento se caracteriza por su alto contenido proteínico (42,2%)

La figura 7, nos indica que existen diferencias estadísticas significativas p-valor <0.05 entre las

harinas previamente sometidas a distintos tratamientos térmicos, la harina T0 que no fue sometida a deshidratación es diferente estadísticamente a la harina T1 (35 °C), T2 (45 °C) y T3 (55 °C). A medida que se incrementa la temperatura de deshidratación de la harina de quinua, mayor es la cantidad de humedad que pierden las harinas luego de las 30 horas de exposición a la temperatura de deshidratación.

La figura 8., nos indica que existen diferencias estadísticas significativas p-valor <0.05 entre las harinas previamente sometidas a distintos tratamientos térmicos, la harina T0 que no fue sometida a deshidratación es similar estadísticamente a las harinas T1 (35 °C) y T3 (55 °C), en tanto que, distinta estadísticamente a la harina T2 (45 °C). El contenido de cenizas se ve incrementado en el tratamiento con mayor exposición de la harina a la temperatura, mientras que en temperaturas más bajas el contenido de cenizas disminuye.

La figura 9, nos indica que existen diferencias estadísticas significativas p-valor <0.05, la harina T0 que no fue sometida a deshidratación es similar estadísticamente a la harina T1 (35 °C), pero distinta estadísticamente a las harinas T2 (45 °C) y T3 (55 °C). A mayor temperatura de deshidratado, el contenido de fibra se va perdiendo en el producto final.

La figura 10, nos indica que no existen diferencias estadísticas significativas p-valor < 0.05, la harina T0 que no fue sometida a deshidratación es similar estadísticamente a las harinas T1 (35 °C), T2 (45 °C) y T3 (55 °C). El contenido de grasa de las harinas de quinua no se ve modificado estadísticamente por la exposición de los productos a las distintas temperaturas de deshidratación.

La figura 11, nos indica que existen diferencias estadísticas significativas p-valor < 0.05, la harina T0 que no fue sometida a deshidratación es distinta estadísticamente a las harinas T1 (35 °C), T2 (45 °C) y T3 (55 °C). El contenido de proteína de las harinas de quinua se ve disminuido estadísticamente por la exposición de los productos a las distintas temperaturas de deshidratación, siendo el tratamiento T3 (55 °C) el que mayor pérdida del nutriente presenta.

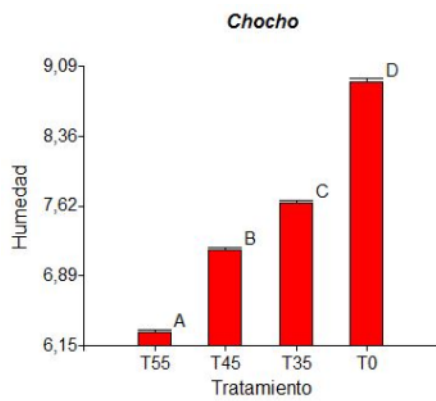


Fig. 2.

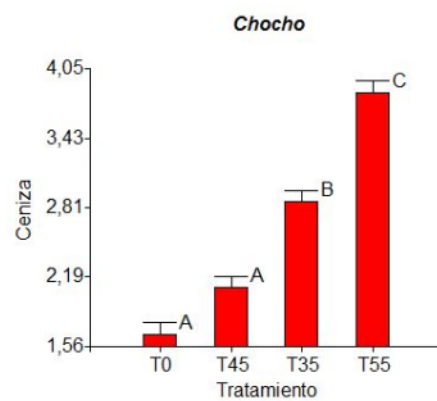


Fig. 3.

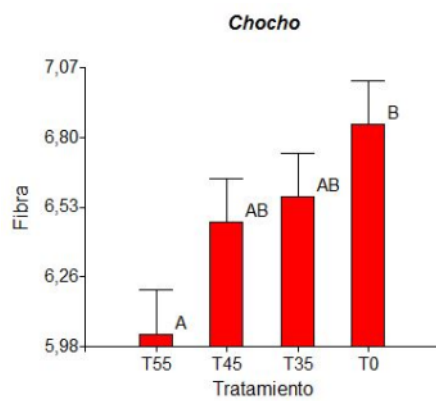


Fig. 4.

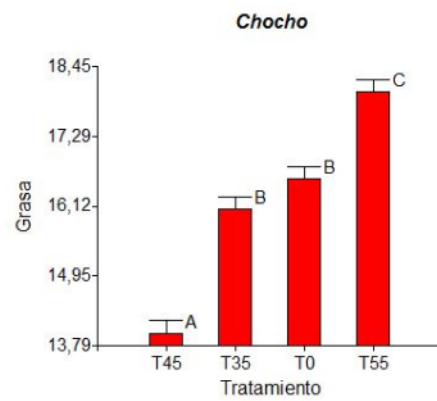


Fig. 5.

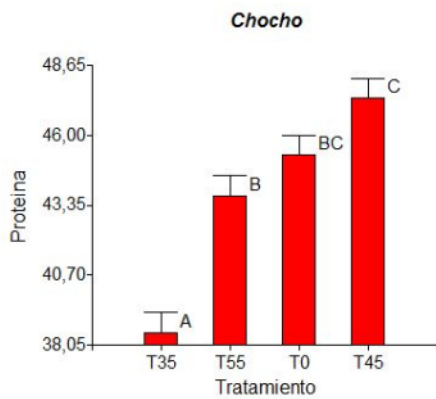


Fig. 6.

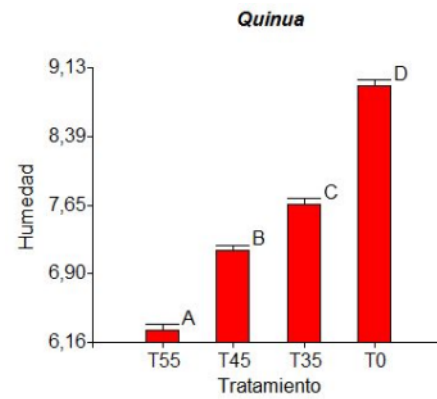


Fig. 7.

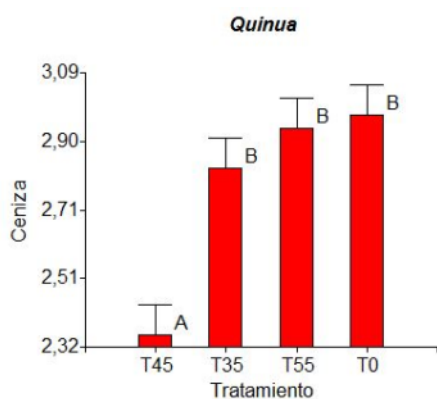


Fig. 8.

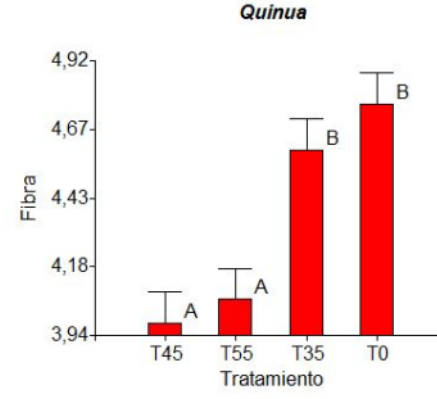


Fig. 9.

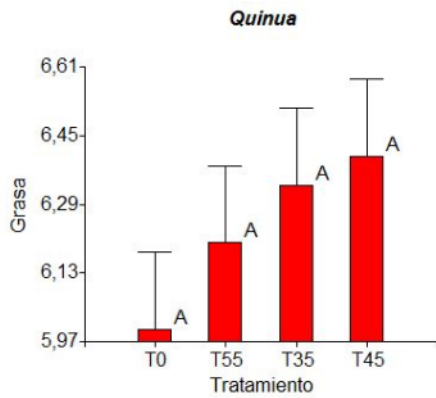


Fig. 10.

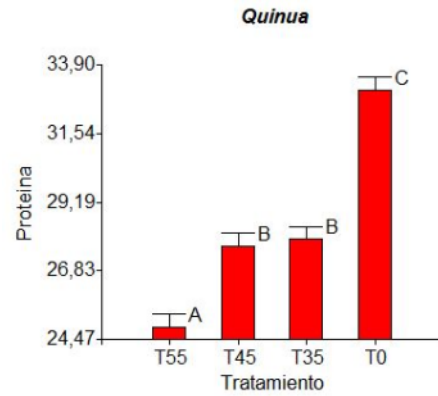


Fig. 11.

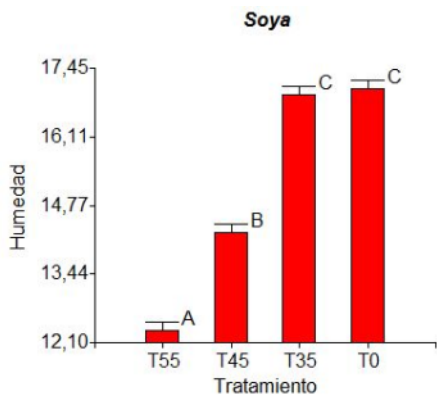


Fig. 12.

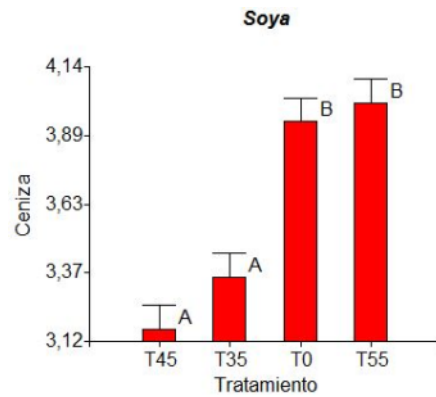


Fig. 13.

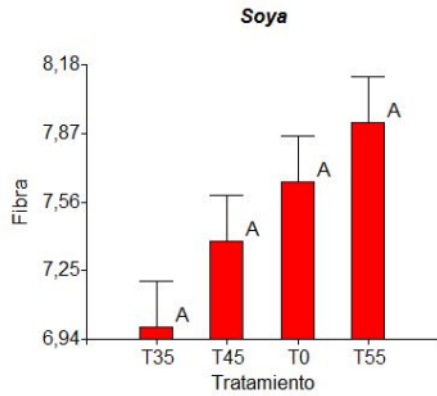


Fig. 14.

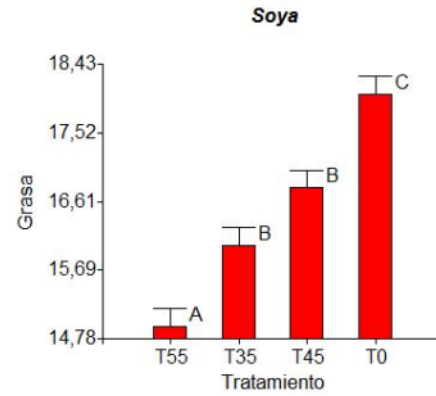


Fig. 15.

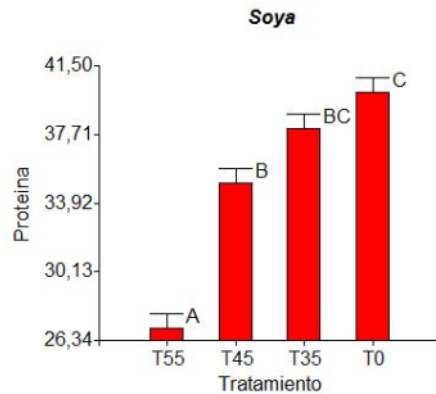


Fig. 16.

3.3.- SOYA

La tabla 3 indica las diferencias estadísticas entre cada tratamiento en cada uno de los parámetros analizados en laboratorio. En el caso de la soya, igualmente la humedad disminuye a medida que aumenta el tratamiento térmico, la ceniza es mayor a medida que aumenta la temperatura, en cuanto a la fibra, no existe DES, la grasa disminuye a mayor temperatura al igual que la proteína.

Ramos (34), encontró valores, de proteína de 37,8 %, similares a este estudio.

La figura 12, nos indica que existen diferencias estadísticas significativas p -valor < 0.05 entre las harinas previamente sometidas a distintos tratamientos térmicos, la harina T0 que no fue sometida a deshidratación es similar estadísticamente a la harina T1 (35 °C), pero distinta estadísticamente a las harinas T2 (45 °C) y T3 (55 °C). A medida que se incrementa la temperatura de deshidratación de la harina de soya, mayor es la cantidad de humedad que pierden las harinas luego de las 30 horas de exposición a la temperatura de deshidratación.

La figura 13, nos indica que existen diferencias estadísticas significativas p -valor < 0.05 entre las harinas previamente sometidas a distintos tratamientos térmicos, la harina T0 que no fue sometida a deshidratación es similar estadísticamente a las harinas T3 (55 °C), en tanto que, distinta estadísticamente a las harinas T2 (45 °C) y T1 (35 °C). El contenido de cenizas se ve incrementado en el tratamiento con mayor exposición de la harina a la temperatura, mientras que en temperaturas más bajas el contenido de cenizas disminuye.

La figura 14, nos indica que no existen diferencias estadísticas significativas p -valor < 0.05 , la harina T0 que no fue sometida a deshidratación es similar estadísticamente a las harinas T1 (35 °C), T2 (45 °C) y T3 (55 °C). Si bien no existen diferencias estadísticas, si podemos observar que numéricamente, la muestra T3 (55 °C) y T0 son las que presentan mayor contenido de fibra.

La figura 15, nos indica que existen diferencias estadísticas significativas p -valor < 0.05 , la harina T0 que no fue sometida a deshidratación es

distinta estadísticamente a las harinas T1 (35 °C), T2 (45 °C) y T3 (55 °C). El contenido de grasa de las harinas de soya se ve modificado estadísticamente por la exposición de los productos a las distintas temperaturas de deshidratación, tomando en cuenta que la harina que menos porcentaje de grasa posee es la muestra T3 (55 °C), a mayor temperatura de deshidratación de las harinas mayor es la pérdida de grasa en el producto final.

La figura 16, nos indica que existen diferencias estadísticas significativas p -valor < 0.05 , la harina T0 que no fue sometida a deshidratación es distinta estadísticamente a las harinas T1 (35 °C), T2 (45 °C) y T3 (55 °C). El contenido de proteína de las harinas de quinua se ve disminuido estadísticamente por la exposición de los productos a las distintas temperaturas de deshidratación, siendo el tratamiento T3 (55 °C) el que mayor pérdida del nutriente presenta.

3. Conclusiones

Las harinas de chocho en cuanto a contenido de humedad podemos notar que, a medida que se incrementa la deshidratación inicial el porcentaje de humedad disminuye en el producto final proporcionalmente, en relación al contenido de cenizas se observan diferencias estadísticas ya que el tratamiento T0 es el que menor porcentaje de cenizas muestra frente al resto de tratamientos, en donde el porcentaje de proteínas es mayor debido a la mayor pérdida de agua, el contenido de fibra se ve modificado estadísticamente ya que el tratamiento T3 (55 °C) es el que menor porcentaje de fibra presenta debido a la exposición a una temperatura más elevada, el contenido graso de las harinas presenta diferencias estadísticas identificando que, el tratamiento T0 es similar estadísticamente a T1 (35 °C) y estos a su vez difieren de los tratamientos T1 (35 °C) y T2 (45 °C), siendo mayor el porcentaje en los tratamientos que tienen mayor exposición inicial al deshidratado, y finalmente en relación al contenido proteico se identifican diferencias estadísticas ya que el tratamiento con mayor porcentaje de proteínas es el T2 (45 °C) temperatura que nos permite conservar adecuado el contenido proteico.

Con lo expuesto podemos mencionar que, la temperatura de deshidratación previa que brin-

da en la harina final mejores cantidades de proteína y adecuados equilibrio en el resto de nutrientes es el tratamiento T2 (45 °C).

Las harinas de quinua en relación a su contenido de humedad presentan diferencias estadísticas en sus porcentajes, el tratamiento T0 difiere estadísticamente frente a T1 (35 °C), T2 (45 °C) y T3 (55 °C) los cuales presentan valores de humedad menores, a medida que se incrementa la temperatura de deshidratación inicial en la materia prima el producto final pierde humedad proporcionalmente. En relación al contenido de cenizas, la muestra T0 es similar estadísticamente a las harinas T1 (35 °C) y T3 (55 °C), y estas a su vez distintas a la muestra T2 (45 °C), podemos mencionar que a medida que se incrementa la temperatura de deshidratación, el contenido de cenizas se incrementa en el producto final. En lo que respecta al contenido de fibra se pudo observar diferencias estadísticas, el tratamiento T0 es similar al tratamiento T1 (35 °C), y estos a su vez distintos a T2 (45 °C) y T3 (55 °C) en los cuales el contenido de fibra es menor, por lo que podemos mencionar que el contenido de fibra disminuye a medida que se incrementa la temperatura de deshidratación de la materia prima. El porcentaje de grasa final en las harinas no presenta diferencias estadísticas ya que se pudo observar que tanto T0, T1 (35 °C), T2 (45 °C) y T3 (55 °C) son similares estadísticamente, por lo que indicamos que la temperatura de deshidratación inicial no afecta el contenido de grasa en las harinas final. Y en relación al contenido de proteína de las harinas, se observó que, hay diferencias estadísticas debido a que el tratamiento T0 es distinto a los tratamientos T1 (35 °C), T2 (45 °C) y T3 (55 °C) siendo este último tratamiento el que más pérdida presenta del nutriente.

Las harinas de soya en relación a su contenido de humedad presentaron diferencias estadísticas, el tratamiento T0 es similar en cuanto al contenido de humedad que el tratamiento T1 (35 °C), pero a su vez estos distintos a los tratamientos T2 (45 °C) y T3 (55 °C), se pudo observar que, a medida que se incrementa la temperatura de deshidratación en la materia prima, las harinas finales presentaron menor cantidad de agua. En relación a las cenizas, se pudo observar que el contenido se incrementa en el tratamiento que tuvo mayor temperatura de

deshidratación T3 (55 °C), mientras que los otros dos tratamientos presentaron porcentajes menores en el contenido de cenizas. El contenido de fibra en los productos finales no presentó diferencias estadísticas, pero si se pudo observar diferencias numéricas, teniendo menor contenido los tratamientos T1 (35 °C), T2 (45 °C). El contenido de grasa presentó diferencias estadísticas entre el tratamiento T0 y los tratamientos T1 (35 °C), T2 (45 °C) y T3 (55 °C), se identificó que el deshidratado inicial de la materia prima disminuye el contenido de grasa en la harina final, lo que se hizo notorio aún más en el tratamiento T3 (55 °C) que fue el que presentó más pérdida del nutriente. En el contenido de proteína identificamos que, los tratamientos T1 (35 °C), T2 (45 °C) y T3 (55 °C) presentan diferencias frente al tratamiento T0, a medida que aumenta la temperatura de deshidratación de la materia prima, existe una pérdida de nutrientes en las harinas finales, siendo más notorio en el tratamiento T3 (55 °C), que es el que más pérdida presentó.

Conflicto de Interes

No existen intereses personales por parte de los autores del equipo del proyecto o del grupo de investigación que pudiesen afectar directa o indirectamente los resultados obtenidos.

Limitación de responsabilidad

Los puntos de vista expresados son de entera responsabilidad de los autores del artículo y no de la institución donde laboran.

Fuentes de apoyo

Este trabajo de investigación recibió el financiamiento de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Referencias

1. Anderson JW, Smith BM; Washnock CS. Cardiovascular and renal benefits of dry bean and soybean. *Am J Clin Nutr* 1999; (70 Suppl): p.464.
2. Gross, R. 1982. El cultivo y la utilización del Tarwi. Estudio FAO. Producción y Protección Vegetal, N° 36, p. 36-48.

3. Dávila, J. 1987. Lupino como alimento humano: Proteína y aceite. Evento de información y difusión de resultados de investigación sobre chocho y capacitación en nuevas técnicas de laboratorio. ED. CONACYT/EPN/IIT. Ambato. pp. 1 – 5, 20
4. Ortega, E.; Rodríguez, A.; David, A.; Zamora, A. 2010. Caracterización de semillas de lupino (*Lupinus mutabilis*) sembrado en los Andes de Colombia. Rev. Acta Agronómica 59(1): 111-118
5. Rastogi, N.; Raghavarao, K.; Niranjana, K.; Knorr, D. 2002. Recent developments in osmotic dehydration: methods to enhance mass transfer. Trends in Food Science and Technology, 13, 48-59.
6. Güemes, N.; Arciniega, R.; Dávila, O. 2004. Structural analysis of the *Lupinus mutabilis* seed, its flour, concentrate, and isolate as well as their behavior when mixed with wheat flour. LWT - Food Science and Technology; 37(3):283–290
7. Kou, X.; Gao J, Xue, Z.; Zhang, Z.; Wang, H.; Wang, X. 2013. Purification and identification of antioxidant peptides from chickpea (*Cicer arietinum* L.) albumin hydrolysates. LWT - Food Science and Technology; 50(2): 591–598
8. Barca, A.; Ruiz, R.; Jara, M. 2000. Enzymatic Hydrolysis and Synthesis of Soy Protein to Improve its Amino Acid Composition and Functional Properties. Journal of Food Science; 65(2):246–253
9. Vinicio, M. 2010, Extracción, refinación y caracterización fisicoquímica y nutracéutica del aceite de chocho (*Lupinus mutabilis* sweet)
10. Caiza, J. 2011. Obtención de hidrolizado de proteína de chocho (*Lupinus mutabilis*) a partir de harina integral (Doctoral dissertation, QUITO/EPN). Disponible en: <http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/4387>
11. Urrutia, G. 2010. Determinación de parámetros óptimos de extracción alcalina para la obtención de Aislado proteico a partir de “tarwi” (*Lupinus mutabilis*). Tesis previa a la obtención del título de Ingeniero Químico. Facultad de Ingeniería. Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac, Abancay, Perú.
12. Repo, R. (1988). Cultivos andinos importancia nutricional y posibilidades de procesamiento. Centro de Estudios Rurales Andinos. Bartolomé de las Casas, Cusco, Perú.
13. Camarena, F. (2000). El cultivo del tarwi. Programa de leguminosas de Grano. Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú.
14. Quilca y Frias, (2008). Determinación de las propiedades físicas, químicas y nutricionales de tarwi (*Lupinus mutabilis* Swet) mínimamente procesado. UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
15. Cerrate, A. & Camarena, F. (1981). El cultivo del tarwi (*Lupinus mutabilis* S.). Lima, Universidad Nacional Agraria la Molina, 1981. 113 p. Junio 4-8, 1979. Riobamba, ESPOCH, 1980. PP. 167-173
16. Erickson, R. (Ed), Practical Handbook of Soybean Processing and Utilization. Estados Unidos: AOCS/USB, 1995.
17. Crouse, JR. et al. A randomized trial comparing the effect of casein with that of soy protein concentrations of lipids and lipoproteins, Arch Intern Med. 159, 2070-2076, 1999.
18. WONG, WW et al., Cholesterol-lowering: effect of soy protein in normocholesterolemic and hypercholesterolemic Men, Am J Chn Nutr. 68 (Suppl), 1385S-1389S, 1998.
19. Erdman, JW Jr, control of blood lipids with soy protein, N Eng J Med. 333, 313-315, 1995
20. Brito, F. (s.f.). La soya, fuente barata de proteínas y su utilización. Ecuador: Instituto Nacional de Investigadores Agropecuarias.

21. MUJICA, A y JACOBSEN, S. E. (2006): "La quinua (*Chenopodium quinua* Willd) y sus parientes silvestres". En: M. MORAES R., B. ØLLGAARD, L. P. KVIST, F. BORCHSENIUS y H. BALSLEV (eds.): Botánica Económica de los Andes Centrales. Universidad Mayor de San Andrés, La Paz: 449-457.
22. Hunziker, A. (1943): "Las especies alimenticias de *Amaranthus* y *Chenopodium* cultivadas por los indios de América". Revista Argentina de Agronomía 10 (4): 297- 354
23. Tagle, B. Y Planella, M. T. (2002): La Quínoa en la zona central de Chile. Supervivencia de una Tradición Prehispana. Editorial IKU, Santiago, Chile.
24. Valencia Chamorro, S. A. (2004): "Quinua". En H. CORKE, C. WALKER y C. WRIGLEY (eds.): Encyclopedia of Grain Science: 4885-4892. Elsevier/CRC. Australia.
25. Romo, S.; Rosero, A.; Forero, C. Y Ceron, E. (2006): "Potencial nutricional de harinas de quinua (*Chenopodium quinua* w) variedad piartal en los andes colombianos. Primera parte". Revista Biotecnología en el sector agropecuario y agroindustrial 4(1): 112-125.
26. NIETO, C. y VIMOS, C. (1992): "La quínoa, cosecha y poscosecha. Algunas experiencias en Ecuador". Boletín Divulgativo 224: 1-35.
27. Park, K.; Yado, M.; Brod, F. 2001. Estudio de secagem de pêra barlett (*Pyrus* sp.) em fatias. Ciência e Tecnologia de Alimentos, 21(3): 288-292
28. Brasileiro, I. 1999. Cinética de secagem de acerola "in natura" em monocamada. Campina Grande. 80 p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal da Paraíba - UFPB
29. Rizvi, S.; Mittal, G. 1992. Experimental methods in food engineering. Van Nostrand, Rinhoh, New York.
30. Singh, R.; Heldman, D. 1993. Introducción a la Ingeniería de los Alimentos. Editorial Acribia, Zaragoza
31. Saavedra, D. M., Vásquez, B., Efecto de temperatura, tiempo, y tamaño de partícula en la aplicación de antioxidantes del almacenamiento de harina de tarwi no desgrasada, 2013.
32. Arroya, L., Esguerra, C., 2006. Utilización de la harina de quinua (*chenopodium quinua wild*) en el proceso de panificación, Universidad de la Salle.
33. Horton, D. (2014). Investigación Colaborativa de Granos Andinos en Ecuador. Fundación McKnight e Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias. Obtenido de <http://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/102/4/iniapsc315.pdf>
34. Ramos, N.; Lúquez, J.; Eyherabide, G. 2006. Calidad de la harina de soja sometida a distintos tratamientos térmicos para inactivar los factores antinutricionales. <http://www.acsoja.org.ar/mercosoja2006/trabajos/T188>.