



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERÍA EN ALIMENTOS Y**  
**BIOTECNOLOGÍA**  
**CARRERA DE INGENIERÍA EN ALIMENTOS**

---

**Tema:** Evaluación de la solubilidad de la proteína presente en matrices vegetales: leguminosas, tubérculos y raíces.

---

Proyecto de Trabajo de Titulación, modalidad Proyecto de Investigación, previo a la obtención del Título de Ingeniero en Alimentos, otorgado por la Universidad Técnica de Ambato, a través de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos y Biotecnología.

**Autor:** Jhonnatan Iván Caiza Constante

**Tutora:** MSc. Cecilia Mercedes Carpio

**Ambato – Ecuador**

**Julio – 2019**

## **APROBACIÓN DEL TUTOR**

**MSc. Cecilia Mercedes Carpio**

### **CERTIFICA:**

Que el presente documento ha sido prolijamente revisado. Por lo tanto, autorizo la presentación de este Trabajo de titulación, modalidad Proyecto de Investigación, debido a que cumple con las normas establecidas en el reglamento de Títulos y Grados de la Facultad.

Ambato, 11 de junio del 2019.



MSc. Cecilia Mercedes Carpio  
C.I. 170462765-0  
**TUTORA**

## **DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD**

Yo, Caiza Constante Jhonnatan Iván, manifiesto que los resultados obtenidos en el presente Trabajo de titulación, modalidad Proyecto de Investigación previo a la obtención del título de Ingeniero en Alimentos, son absolutamente originales, auténticos y personales, a excepción de las citas bibliográficas.



Caiza Constante Jhonnatan Iván

C.I. 172144499-8

**AUTOR**

## APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

Los suscritos profesores Calificadores, aprueban el presente Trabajo de Titulación, modalidad Proyecto de Investigación, el mismo que ha sido elaborado de conformidad con las disposiciones emitidas por la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos y Biotecnología de la Universidad Técnica de Ambato.

Para constancia firman:



Presidente de Tribunal de Grado



Cristina Alexandra Arteaga Almeida PhD

C.I. 050281765-3



Rubén Dario Vilcacundo Chamorro PhD

C.I. 180273810-2

Ambato, 23 de julio del 2019

## **DERECHOS DE AUTOR**

Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, para que haga de este Trabajo de titulación, modalidad Proyecto de Investigación, o parte de él, un documento disponible para su lectura, consulta y procesos de investigación, según las normas de la Institución.

Cedo los Derechos en línea patrimoniales de mi Proyecto, con fines de difusión pública, además apruebo su reproducción parcial o total dentro de las regulaciones de la Universidad, siempre y cuando esta reproducción no suponga una ganancia económica y se realice respetando mis derechos de autor.



Caiza Constante Jhonnatan Iván

C.I. 172144499-8

**AUTOR**

## **DEDICATORIA**

*Este trabajo lo dedico en primer lugar a Dios por prestarme la vida y las fuerzas para seguir adelante.*

*Agradezco a mi mamita Vero que con su trabajo, paciencia y dedicación me lo dio todo, por ser incondicional en todo momento y darme la fortaleza y motivación para seguir adelante cuando ya no tenía fuerzas para seguir.*

*A mis abuelitas Piedad y Rosita que siempre estuvieron ahí para darme un consejo y saber alentarme y motivarme para nunca rendirme.*

*A mis tías y tíos que siempre supieron brindarme sus palabras de aliento para que este sueño se hiciera realidad.*

*Jhonnatan*

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios y a toda mi familia por su apoyo, generosidad y amor que han hecho de mí una mejor persona.

A la Universidad Técnica de Ambato y en especial a la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos y Biotecnología por acogerme en sus aulas, ya atreves de todos sus docentes que supieron guiarme y brindarme el conocimiento necesario para culminar con esta carrera.

Un agradecimiento especial a mi tutora MSc. Cecilia Carpio por ser mi ayuda en este proyecto de investigación, por ser mi guía y tener la paciencia necesaria para poder compartir sus conocimientos en cualquier momento de duda.

A la Dra. Mayra Paredes responsable del proyecto REDU del cual se derivó el presente trabajo, por permitirme colaborar en el mismo, por la confianza y por estar constantemente pendiente del desarrollo y culminación de la investigación.

A mis amigos. Tannia, Bombon, Shirley, Stefy, Jenny, Vivi, Joesin, Guapurás, Wandres, Santiaguín, por todos los momentos compartidos, por sus locuras, alegrías y tristezas compartidas.

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

ÍNDICE DE TABLAS.....	x
ÍNDICE DE FIGURAS .....	xi
LISTA DE ABREVIATURAS Y FÓRMULAS .....	xii
CAPÍTULO I.....	1
MARCO TEÓRICO .....	1
1.1.    Antecedentes investigativos.....	1
1.2.    Objetivos.....	6
1.2.1.    Objetivo general .....	6
1.2.2.    Objetivos específicos.....	6
CAPÍTULO II.....	7
METODOLOGÍA.....	7
2.1.    Materiales.....	7
2.1.1.    Materia prima .....	7
2.1.2.    Insumos y utensilios .....	7
2.1.3.    Reactivos .....	8
2.1.4.    Equipos de Laboratorio .....	8
2.2.    Métodos .....	8
2.2.1.    Desengrasado de las materias primas .....	8
2.2.2.    Determinación del índice de solubilidad de las proteínas (PSI).....	9
2.2.3.    Cuantificación del nitrógeno .....	10
2.2.4.    Identificación del perfil de aminoácidos .....	11
2.2.5.    Procesamiento de datos .....	11



CAPÍTULO III .....	12
RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	12
3.1. Análisis y discusión de resultados .....	12
3.1.1. Análisis de la proteína bruta .....	12
3.1.2. Determinación del índice de solubilidad de las proteínas (PSI).....	19
3.1.3. Cuantificación del Nitrógeno.....	21
3.1.4. Análisis de las proteínas utilizadas por otro laboratorio .....	22
3.1.5. Perfil de aminoácidos de haba pallar .....	23
CAPÍTULO IV .....	25
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	25
4.1. Conclusiones .....	25
4.2. Recomendaciones .....	26

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. <i>Contenido de proteína bruta de las diferentes harinas</i> .....	19
Tabla 2. <i>Contenido de proteína soluble de las diferentes harinas</i> .....	20
Tabla 3. <i>Resumen de los parámetros 1/m y -b/m para calcular la cantidad de N, obtenidos a partir de las curvas estándar de N preparadas con la dilución 1/5 del digerido de (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub></i> .....	21
Tabla 4. <i>Porcentaje de proteínas de las diferentes harinas en base seca</i> .....	22
Tabla 5. <i>Requerimientos de proteínas</i> .....	23
Tabla 6. <i>Pesos de la proteína solubilizada y secada a 80°C</i> .....	33
Tabla 7. <i>Datos de los estándares de N. del 21-03-2019</i> .....	34
Tabla 8. <i>Datos de los estándares de N. del 26-03-2019</i> .....	35
Tabla 9. <i>Datos de los estándares de N. del 27-03-2019</i> .....	35
Tabla 10. <i>Datos de los estándares de N. del 28-03-2019</i> .....	36
Tabla 11. <i>Datos de los estándares de N. del 01-04-2019</i> .....	36
Tabla 12. <i>Datos de los estándares de N. del 02-04-2019</i> .....	37
Tabla 13. <i>Datos de los estándares de N. del 08-04-2019</i> .....	37
Tabla 14. <i>Datos de los estándares de N. del 09-04-2019</i> .....	38
Tabla 15. <i>Contenido de proteína bruta de las diferentes harinas</i> .....	39
Tabla 16. <i>Contenido de proteína soluble de las diferentes harinas</i> .....	40
Tabla 17. <i>Contenido de índice de solubilidad de proteína (PSI) de las diferentes harinas</i> .	41

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Curvas estándar de $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ .....	34
---	----

## LISTA DE ABREVIATURAS Y FÓRMULAS

<b>ABS</b>	Absorbancia
<b>EDTA</b>	Ácido etilendiaminotetraacético
<b>HPLC</b>	Cromatografía líquida de alta eficacia
<b>p/v</b>	Peso/volumen
<b>rpm</b>	Revoluciones por minuto
<b>SDS</b>	Dodecil sulfato de sodio

## RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo evaluar la solubilidad de la proteína presente en matrices vegetales: leguminosas (chocho, firiguero, frejol frutilla, haba pallar, habichuela, zarandaja, siete harinas), tubérculos (papa puca shungo, maca amarilla), raíces (zanahoria blanca, variedad blanca) y pseudo cereales (quinua y amaranto), producidas en el Ecuador y expresarla como índice de solubilidad de proteína (PSI). Esta evaluación constó de dos etapas en cada una de las cuales se utilizó las harinas previamente desengrasadas. En la primera etapa se determinó el contenido de proteína bruta por microkjeldahl y en la segunda etapa, se solubilizó la proteína a pH 8.0 con NaOH, se la separó de los demás componentes insolubles de la harina por centrifugación y se determinó el contenido de proteína por la misma técnica.

Los contenidos de proteína bruta en las matrices analizadas variaron entre 46,15 % en la harina de chocho a 3,86 % en la harina de zanahoria blanca, en tanto que los contenidos de proteína soluble fluctuaron entre 21,86 % y 1,23 %, para las mismas matrices. Los índices de solubilidad de proteína fueron diferentes para cada harina con valores que van desde 26,46 % en la harina de amaranto y 80,78 % para la harina de firiguero.

Finalmente, se evaluó el perfil de aminoácidos en la harina de haba pallar a partir de los resultados del análisis de aminoácidos por HPLC proporcionados por el LABORATORIO DE ANÁLISIS DE LOS ALIMENTOS S.A. (“AVVE”). El aminoácido presente en mayor cantidad es el ácido aspártico con 2,32 g/100g, y los aminoácidos esenciales isoleucina, leucina, lisina, metionina, fenilalanina, treonina, valina e histidina suman 10,38 g/100g. El análisis de aminoácidos no incluyó la cuantificación de triptófano.

**Palabras clave:** índice de solubilidad de proteína, proteína soluble, leguminosas, raíces, tubérculos.

## *ABSTRACT*

This research was aimed at the evaluation of the protein solubility of different vegetable matrices such as legumes (lupine, firiguero, strawberry bean, parsnip, snap bean), tubers (yellow maca, potato puca shungo), roots (white carrot) and pseudo-cereals (quinoa and amaranth) produced in Ecuador, to be reported as protein solubility index (PSI). This evaluation comprised two steps each one performed using defatted meals. The first step covered the crude protein determination by microkjeldahl and the second included the protein solubilization at pH 8.0 (with NaOH) which was separated from the insoluble components of the meal by centrifugation, and the determination of the protein content in the supernatant by the same method.

Crude protein content in the assessed matrices varied between 46.15 % in lupinus meal and 3.86 % in White carrot, while soluble protein content ranged from 21.86 and 1.23 % for the same matrices and the protein solubility index fluctuated between 26.46 % for amaranth flour and 80.78 % for firiguero meal.

Finally, the amino acid profile in fava flour was evaluated by HPLC analysis performed by a third part accredited laboratory. The results showed that the essential amino acids isoleucine, leucine, lysine, methionine, phenylalanine, threonine, valine and histidine accounts for 10.38 g/100g of the total content while the amino acid with the highest percentage (2.32 g/100g) was aspartic acid. Tryptophan was not analyzed by this laboratory.

**Key words:** protein solubility index, soluble protein, legumes, roots, tubers

# CAPÍTULO I

## MARCO TEÓRICO

### 1.1. Antecedentes investigativos

Una dieta balanceada o equilibrada es aquella que aporta los nutrientes en las cantidades que el organismo requiere para su adecuado funcionamiento **Sana (2019)**. **Quintana et al. (2010)** menciona que la porción correcta que debe contener en una dieta calórica debe ser de alrededor de 50 – 55 % de hidratos de carbono, 30 – 35 % de lípidos, 15 % de proteínas y cantidades definidas de agua, fibra, vitaminas y minerales. **(Latham, 2002)** menciona que los carbohidratos son una de las principales fuente de energía de los latinoamericanos, africanos y asiáticos, tanto así que representa aproximadamente el 80% de su dieta diaria.

**Martínez (2005)** reporta que en estudios realizados para empezar el año 2002 las personas no lograron satisfacer los recursos necesarios para cumplir con la canasta básica, por esto en las regiones del altiplano y de la sierra de los países andinos en donde el nivel de pobreza y educación es bajo y existe un escaso acceso a los servicios básicos padecen de desnutrición a pesar de contar con los recursos naturales necesarios para cubrir la demanda de alimentos, por lo cual menciona la necesidad de investigar fuentes alimentarias con buenos requerimientos que cumplan con las necesidades de la población a bajos costos.

La economía es uno de los principales factores que perjudica a la sociedad Ecuatoriana, debido a que esta afecta a un gran número de personas **Vargas, Becerra & Prieto (2010)**; viene junto a problemas como son el sedentarismo y la deficiente atención de salud, si bien estudios expuestos demuestran que este problema se debe a la excesiva reproducción humana este problema viene junto con la mala explotación de los recursos naturales lo cual ha provocado que en el Ecuador se culturicen de manera equivocada en su alimentación **(Navone et al., 2006)**.

Las macromoléculas como las proteínas que actúan en los seres vivos cumplen diversas funciones reguladoras y metabólicas, además desempeñan otras tareas en la estructura

básica de los tejidos, así también son las encargados de realizar los procesos de crecimiento y desarrollo (**González et al., 2007**).

Una de las principales fuentes de proteína es la proteína de las leguminosas de bajo costo ya que contienen porcentajes de proteína que están por arriba de algunos cereales los cuales aportan entre 7 y 14 %, aportando entre un 20 y 40 % dependiendo de la leguminosa **Guerrero, Ríos & Ancona (2003)**. Y por lo que las leguminosas forman parte de la alimentación debido a que estas aportan con un gran número de aminoácidos esenciales además de ayudar con proteínas de mayor calidad las cuales por tener estas características son una de las principales fuentes de alimentación en los países menos desarrollados. Esto debido a que permite aumentar el valor biológico de los alimentos contribuyendo a un adecuado balance de los mismos **Alfonzo (2000)**. Adicionalmente a esto **Granito, Guinand, Pérez & Suhey (2009)** consideran que estos compuestos contienen bioactivos que ayudan a la prevención de enfermedades.

**Sangronis, Machado & Cava (2004)** sugieren que uno de los factores que se debe tomar en cuenta es el consumo y explotación de las leguminosas esto debido a que solo 20 de las más de 13000 especies que existen son utilizadas o consumidas por los seres humanos, además menciona que los principales consumidores de estos productos son los pueblos pobres o aborígenes en donde existe una precaria fuente de proteína animal, por lo cual representa una de las principales fuentes proteicas en la dieta de estas personas.

Las proteínas son polímeros complejos, constituidos hasta por 20 aminoácidos distintos unidos por enlaces amida sustituidos. A diferencia de los enlaces glicosídicos y fosfodiéster de los polisacáridos y ácidos nucleicos, las proteínas poseen enlaces amida que a pesar de ser enlaces covalentes simples poseen una índole parcial de doble enlace, lo que incrementa la complejidad estructural de las proteínas. A nivel elemental las proteínas contienen 50 – 55 % de carbono, 6 – 7 % de hidrógeno, 20 – 23 % oxígeno, 12 – 19 % de nitrógeno y 0,2 – 3,0 % de azufre (**Fennema, 2000**).

Una de las características más relevantes de las proteínas es la calidad de la proteína vegetal y animal y sobre todo de la digestibilidad que esta posee, otros de los aspectos a considerar es que a partir de ellas se elaboran hidrolizados, los cuales tienen diversos fines como por ejemplo que se los usa como cremas, sopas, salsas, saborizantes de alimentos, etc, debido a



esto como se lo menciono anteriormente va depender de la digestibilidad ya que lo que se debe considerar aquí son los componentes no proteicos que estas poseen (**Padilla et al., 2010**).

**Fennema (2000)** menciona las principales fuentes de proteína como los huevos, carne, leche, leguminosas, cereales y semillas oleaginosas esto debido a la tradicionalidad que estos alimentos tienen en la dieta diaria. Sin embargo, debido a la creciente población mundial es necesario buscar el consumo de nuevas fuentes de proteína considerando que todas las proteínas pueden ser sintetizadas biológicamente y así lograr que no sean toxicas, nutricionalmente adecuadas y de fácil digestibilidad para poder usarlas como proteínas alimentarias.

**Tobón (2010)** define a las proteínas como moléculas complejas las cuales tienen una función específica y poseen una estructura lógica para cada una de ellas, respecto a esto **Cuevas Velázquez & Covarrubias Robles (2011)** menciona que ellas cumplen con diversas funciones por lo cual, se encuentran presentes en muchos de los procesos biológicos que ellos desempeñan en las células de los seres vivos.

**Pincioli (2011)** menciona que las propiedades funcionales dependen de muchos factores físicos como la forma y tamaño de la molécula, composición aminoacídica, por lo tanto las propiedades funcionales son todas aquellas propiedades no nutricionales que definen la calidad del producto final, las cuales nos ayudan a mejorar el proceso de producción de un alimento. Respecto a esto **Badui Regal (2014)** menciona las propiedades funcionales de las proteínas como son:

- Hidratación
- Índice de dispersabilidad
- Curva de solubilidad
- Capacidad de retención de agua
- Capacidad de retención de aceite

Propiedades estructurales y de textura (Reológicas):

- Viscosidad
- Visco-elasticidad

- Propiedades gelificantes
- Caracterización del gel
- Textura

Propiedades de superficie (emulsionante y espumante):

- Propiedades emulsionantes
- Estabilidad de una suspensión
- Propiedades espumantes.

**A, G & W (2018)** establecen que de todas las propiedades funcionales las de mayor importancia son la solubilidad, absorción de agua, emulsificación, propiedades espumantes y de gasificación debido a que de estas propiedades dependen los diferentes alimentos, es decir, nos permitirán anticipar como actuarán en sus etapas de producción, fabricación, procesamiento, almacenamiento y consumo por lo cual ayuda a muchos usos industriales.

El estudio de la solubilidad de la proteína es de ayuda debido a que de esta dependen muchos de los productos que se desea elaborar ya sean por sus nutrientes o por la fórmula de los alimentos que se desea mejorar por lo cual la solubilidad ayuda al enriquecimiento de los mismos **RONDÓN & LUISA (2006)**. Por lo tanto la solubilidad de la proteína depende del peso molecular de la secuencia de aminoácidos, del comportamiento de asociación, el número de cadenas laterales iónicas expuestas y la hidrofobicidad de la proteína (**Totosaus, 2006**)

La solubilidad se ve influenciada a diferentes valores de temperatura, pH, fuerza iónica y perfil de solubilidad, que es un índice de la funcionalidad de las proteínas que permite definir las zonas de máxima solubilidad y mínima solubilidad (punto isoeléctrico) (**Söderberg, 2013**).

**Guillén (2009)** menciona dos factores importantes como son la temperatura y el pH los cuales se debe tomar en cuenta al momento de medir la solubilidad ya que estos afectan directamente a la solubilidad de la proteína, por lo que recomienda que estas se realicen mediante la estandarización de los métodos con el fin de que los procedimientos ayuden a la correcta cuantificación de la solubilidad, siempre tomando en cuenta sus demás

propiedades como son la gelificación, espumación y emulsión. **Kramer et al. (2012)** ratifica que además de los factores mencionados se debe tomar en cuenta los factores intrínsecos como son los aminoácidos presentes en la superficie de la proteína y los factores extrínsecos como son la fuerza iónica, pH y temperatura, tomando en cuenta siempre el no alterar las condiciones en que este se encuentren ya que estos puede ayudar a tener una mejor solubilidad.

**González Torres et al. (2007)** mencionan la importancia del consumo de los aminoácidos esto se debe a que si la falta uno solo de todos los aminoácidos esenciales no podrá ser posible sintetizar ninguna de las proteínas en las que este aminoácido sea requerido. Las proteínas vegetales a menudo tienen pocos aminoácidos esenciales por lo cual a estos se los denomina limitantes, entre ellos el triptófano y la lisina; por otro lado las leguminosas son incompletas en aminoácidos azufrados como la metionina y cisteína. Los aminoácidos antes mencionados son esenciales ya que investigaciones demuestran que la metionina se puede modificar en cisteína la cual se la puede aprovechar como un desintoxicante natural para el hígado ya que este aporta a la degradación de la grasa en las arterias **Rizki et al. (2006)**; por otro lado la lisina aporta a la disminución de otros problemas como son la migraña y la falta de absorción de calcio en el aparato digestivo (**Krymchantowski et al., 2001**).

La cromatografía líquida de alta eficacia (HPLC) es una técnica que sirve para la separación de varias mezclas y la cual se basa en una fase estacionaria y una fase móvil líquida, para lo cual la muestra se transporta en la fase móvil y las separaciones se logran por procesos de intercambio iónico esto dependiendo del tipo de fase estacionaria que se esté utilizando (**López Chávez, 2017**).

**Poblete Sánchez (2005)** define que la HPLC es la técnica más usada debido a la forma eficaz de separar variadas mezclas analíticas gracias al alto grado de versatilidad que no se ha encontrado con otros sistemas cromatográficos.

En el estudio de la cuantificación de los aminoácidos **Vintimilla Palacios & Reinoso García (2015)** definen que las separaciones cromatográficas puede llevarse a cabo en fase gaseosa o fase líquida; tanto la una como en la otra consiste en introducir la muestra en un compartimento donde una fase fluida en movimiento, un gas o un líquido, respectivamente

denominada fase móvil, arrastra a la muestra hacia el sitio de separación, la columna. Respecto a este tema **Castillo Portela et al. (2011)** mencionan que la determinación de aminoácidos dependerá del tipo de aminoácido que se quiera analizar, por ejemplo los aminoácidos aromáticos como la tirosina, triptófano, histidina pueden determinarse por UV sin derivatización a una baja longitud de onda mientras que los aminoácidos alifáticos requieren de una derivatización post-columna o pre-columna que permita la detección por UV.

## **1.2. Objetivos**

### **1.2.1. Objetivo general**

- Evaluar la solubilidad de la proteína presente en matrices vegetales: leguminosas, tubérculos y raíces.

### **1.2.2. Objetivos específicos**

- Obtener la proteína soluble de las matrices estudiadas en medio alcalino.
- Cuantificar el contenido de proteína bruta y soluble de las diferentes matrices por digestión en microkjeldahl y cuantificación del contenido de N mediante el método de Berthelot.
- Determinar el índice de solubilidad de nitrógeno de las matrices estudiadas.
- Determinar el perfil de aminoácidos de una de las leguminosas, haba pallar (*Phaseolus lunatus*).

## **CAPÍTULO II**

### **METODOLOGÍA**

Las pruebas experimentales fueron realizadas en el laboratorio de Alimentos Funcionales BIOPROPEPTI de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos y Biotecnología de la Universidad Técnica de Ambato. Todos los reactivos utilizados en los ensayos fueron de grado analítico.

#### **2.1. Materiales**

##### **2.1.1. Materia prima**

Se trabajó con harinas de leguminosas, raíces, tubérculos y pseudocereales nativos del Ecuador.

##### **2.1.2. Insumos y utensilios**

- Tamices
- Fundas plásticas herméticas
- Balones de aforo de 5 mL, 10mL, 100 mL
- Balones para MicroKjeldahl de 100 mL
- Cajas Petri
- Envases plásticos de 25 mL
- Micropipetas de 10, 20, 100, 1000, 5000 y 10000  $\mu$ L
- Puntas para Micropipetas
- Tubos de centrifuga FALCON de 50 mL
- Tubos Eppendorf de 1,5 mL y 2 mL
- Tubos bacteriológicos de 15 mL
- Vasos de precipitación de 100 mL, 200 mL, 250 mL
- Mortero y pistilo
- Agitadores magnéticos
- Gradillas

### **2.1.3. Reactivos**

- n-Hexano, Merck
- Agua destilada
- Sulfato de potasio, Merck
- Sulfato de cobre, Merck
- Sulfato de amonio, Merck
- Fosfato dibásico de sodio, Merck
- Salicilato de sodio, Merck
- Nitroprusiato de sodio, Merck
- Cloro comercial, La Fabril
- Selenio en grageas, BDH Chemicals Ltd
- Ácido clorhídrico concentrado, Merck
- Hidróxido de sodio, Merck
- Ácido etilendiaminotetraacético, VELP Scientifica

### **2.1.4. Equipos de Laboratorio**

- Estufa VWR
- Balanza analítica XPE204
- pH-metro METTLER TOLEDO
- Centrífuga EPENDORF 5702
- Centrífuga SPECTRAFUGE 24D
- Plancha de calentamiento con agitación magnética VWR
- Desecador de vidrio
- Extractor de grasa SER 148
- Espectrofotómetro VIS HACH, DR-500

## **2.2. Métodos**

### **2.2.1. Desengrasado de las materias primas**

Se empleó el método oficial de la AOAC 920.39 Crude Fat in Feeds, Cereal Grains, and Forages, para lo cual se utilizó el equipo de extracción de grasa SER 148; se pesó por

diferencia y por duplicado 3 g de las diferentes harinas secas en papel filtro tarado, se colocó en cartuchos diseñados para el equipo y se extrajo la grasa con hexano (C<sub>6</sub>H<sub>14</sub>) durante 6 h. Finalmente se recuperó el solvente en el mismo equipo SER 148, y se eliminaron los residuos de solvente del material graso y de la harina en una estufa VWR a 58 °C por 24 h y se volvió a pesar los vasos del equipo que contienen la grasa extraída para la determinación de la grasa se utilizó la Ecuación 1.

$$\%Grasa = \frac{p_f - p_i}{m} \times 100 \quad (\text{Ecuación 1})$$

Dónde:

Pi = Peso del balón tarado en g.

Pf = Peso del balón más la grasa extraída en g.

m = Peso de la muestra en g.

### 2.2.2. Determinación del índice de solubilidad de las proteínas (PSI)

Para la determinación del índice de solubilidad de las proteínas se utilizó el método descrito por **Bartholomai & Pilosof (2000)** con modificaciones. El procedimiento comprendió dos etapas. La primera consistió en suspender con agitación suave 0,5 g de muestra en 25 mL de agua destilada en un vaso de precipitación de 100 o 150 mL. La proteína se solubilizó a pH a 8,0 con NaOH 1 M. La suspensión se mezcló a 20 °C por una hora en un agitador magnético (VWR). Durante este periodo se ajustó el pH a 8,0 con NaOH 0,1 N. A continuación, se centrifugó la muestra a temperatura ambiente por una hora a 3000 g en una centrífuga (EPPENDORF, 5702), seguido por una nueva centrifugación del sobrenadante por 30 minutos a 15600 g en una microcentrífuga (SPECTRAFUGE 24D). La segunda etapa comprendió la cuantificación del contenido de N por micro-Kjeldahl en la proteína solubilizada utilizando una alícuota de 10 mL del sobrenadante final la cual fue evaporada a sequedad a 80 °C en una estufa en el balón de microkjeldahl en el que se llevó a cabo la digestión (ANEXO A). Luego de la digestión ácida con ácido 3,5 mL sulfúrico concentrado y los catalizadores sulfato de potasio, sulfato de cobre y 1 gragea de selenio hasta la completa degradación de la materia orgánica, se enfrió el balón y llevó a 100 mL el sulfato

de amonio formado el cual se cuantificó por el método de Berthelot como describen **Nkonge & Ballance (1982)** con las modificaciones detalladas en 2.2.3.

Se determinó además el contenido de N en las muestras de harina desengrasada. Para la digestión de la proteína cruda se utilizó 0,1 g de muestra mientras que para la digestión del estándar de sulfato de amonio se empleó alrededor de 47,2 mg pesados con aproximación de 0,1 mg luego de secarlo por 3 h a 103 °C. El contenido de proteína se obtuvo multiplicando el porcentaje de N por 6,25.

El índice de solubilidad de proteína (PSI) se obtuvo al dividir el contenido de proteína soluble para la proteína bruta y se expresó en porcentaje.

### **2.2.3. Cuantificación del nitrógeno**

Para la cuantificación de N en el producto de la digestión sulfúrica (aforado a 100 mL), se utilizó el método de Berthelot que se basa en la reacción del  $\text{NH}_4^+$  del digerido con salicilato – nitroprusiato e hipoclorito de sodio en medio alcalino, a 40 °C por 30 min. El producto de la reacción tiene coloración azul turquesa cuya absorbancia se mide a 645 nm utilizando como blanco el digerido que contiene únicamente los catalizadores y el ácido sulfúrico. La intensidad de la coloración es directamente proporcional a la cantidad de N presente en la muestra. Se procesó 2 réplicas independientes y la cuantificación se realizó por cuadruplicado con el material de cada réplica más una muestra preliminar para definir si las muestras necesitan dilución, misma que fue realizada empleando como diluyente el digerido correspondiente al blanco.

Para la determinación del contenido de N se preparó una curva de calibración con el digerido de sulfato de amonio en un rango de concentraciones que va de 0,4 a 2 mg de N por 100 mL de digerido. La ecuación de la gráfica se obtuvo por el método de mínimos cuadrados en la sección lineal de la curva, Ecuación. 2. Los valores de pendiente y término independiente para la curva de calibración preparada para los diferentes ensayos se presentan en el Anexo A. La concentración de N en la muestra se obtuvo por comparación con los estándares de concentración conocida. Se empleó la Ecuación 3, para determinar la concentración de N en la muestra.



$$Y = mx + b \quad (\text{Ecuación 2})$$

Dónde:

Y = Señal medible, absorbancia a 645 nm

m = Valor de la pendiente de la recta de calibración

x = Concentración del analito.

b = Intercepto de la recta de calibración.

$$x = \frac{1}{m}Y - \frac{b}{m} \quad (\text{Ecuación 3})$$

Para verificar el porcentaje de recuperación del método a las condiciones empleadas en el laboratorio se cuantificó el N utilizando EDTA que contiene 9,58% de nitrógeno siguiendo el mismo método utilizado anteriormente.

#### **2.2.4. Identificación del perfil de aminoácidos**

El perfil de aminoácidos de la muestra fue determinado por el laboratorio “AVVE” LABORATORIOS DE ANÁLISIS DE LOS ALIMENTOS S.A. según el método MMQ-HPLC-12 validado por el laboratorio en mención, previa la cuantificación del contenido de proteínas según el método oficial de la AOAC 20TH 979.09.

#### **2.2.5. Procesamiento de datos**

Todos los análisis estadísticos y matemáticos se realizaron-utilizando Microsoft Office Excel.

## CAPÍTULO III

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 3.1. Análisis y discusión de resultados

##### 3.1.1. Análisis de la proteína bruta

El objetivo de este trabajo fue evaluar la solubilidad de las proteínas presentes en algunas leguminosas, raíces, tubérculos y pseudocereales cultivados en el país y expresar los resultados como índice de solubilidad de proteína (PSI). El estudio abarcó la determinación de los porcentajes de proteína bruta y de proteína soluble extraída a valores definidos de pH (8,0) y temperatura (20 °C). Las dos evaluaciones se determinaron utilizando la misma técnica: digestión por microkjeldhal seguida por la cuantificación del contenido de nitrógeno como  $\text{NH}_4^+$  directamente por el método colorimétrico de Berthelot.

Los resultados obtenidos del contenido de proteína bruta se presentan en la Tabla 1. Se nota que las leguminosas, tubérculos y raíces tienen diferente cantidad de proteína con porcentajes que fluctuaron entre 3,93 y 46,22%, correspondiendo el valor más alto al chocho y el valor más bajo a la zanahoria blanca.

##### **Chocho *Lupinus mutabilis***



**Figura 1.** *Lupinus mutabilis*

**Guerra & Pozo (2018)** realizaron el análisis proximal del aislado proteico del chocho ecuatoriano en donde el porcentaje de proteína dio 67,25%; ellos mencionan que para obtener este porcentaje de proteína es necesario realizar el correcto desamargado y desengrasado de la muestra con el fin de que el método que se vaya a utilizar sea el más adecuado. Por otro lado **Villacrés et al. (2006)** reportan un valor menor de proteína de 51%

en base seca, este valor va a depender de la cantidad de alcaloides quinolizidínicos que el chocho posea ya que estos alcaloides no permiten concentrar totalmente la cantidad de proteínas que este posee; es decir, al no realizar el desamargado, el contenido de proteínas del chocho va a ser menor. Nosotros obtuvimos un 46,22% de proteína como se observa en la Tabla 1, este resultado puede deberse a que nuestra materia prima no fue desamargada previamente.

### **Firiguero *Vigna unguiculata***



**Figura 2.** *Vigna unguiculata*

**Quinga Paucar (2017)** en un estudio anteriormente realizado con estas mismas harinas reporta un contenido total de proteínas de 21,59% y 21,14% para las harinas del proveedor 1 y del proveedor 2, respectivamente. En nuestro caso obtuvimos de 22,56% y 23,65% de proteína para las harinas del proveedor 1 y del proveedor 2 (Tabla 1), valores no discrepantes ya que se utilizó la materia prima de los mismos proveedores. Por otro lado **Silva et al. (2002)** estudiaron 45 genotipos diferentes de firiguero y obtuvieron resultados similares en un rango de 20,29 a 29,29% de proteína bruta total.

### **Fréjol Frutilla *Phaseolus vulgaris***



**Figura 3.** *Phaseolus vulgaris*

En los estudios realizados por **Granito, Guinand, Pérez & Pérez (2009)** con diferentes variedades de *Phaseolus vulgaris* definieron que los contenidos de proteína cruda en las muestras analizadas fluctúan entre 29 y 33%, estos valores concuerdan con los obtenidos por **Granito, Guinand & Pérez (2006)** quienes durante la determinación de la composición química y nutricional de varias variedades de *Phaseolus vulgaris* determinaron que el contenido de proteínas promedio fue de 29,25%. Estos valores representan un porcentaje más alto que los contenidos de proteína bruta del fréjol frutilla 19,43% obtenidos en este trabajo como se observa en la Tabla 1. Por otro lado **INIAP (2017)** caracterizó las mismas muestras y reporta un contenido de 21,50% de proteína, valor similar al obtenido en esta investigación.

#### **Haba pallar *Phaseolus lunatus***



**Figura 4.** *Phaseolus lunatus*

**Saldarriaga Llerena (2005)** reporta un valor bibliográfico de proteína de alrededor de 19,7% y también reporta el resultado obtenido por el en su investigación el cual fue de 22,56% en grano seco el cual difiere en al valor obtenido en este estudio por nosotros que es de 17,80%. Es probable que esta diferencia se deba a que la variedad de la materia prima que ellos utilizaron era (un producto peruano) por lo cual era diferente a la que nosotros analizamos en nuestro estudio, al igual que las condiciones agrícolas con las que fue cultivada. Sin embargo, este valor fue confirmado a través del análisis de la muestra realizado por el laboratorio acreditado de Control y Análisis de Alimentos LACONAL en donde ellos reportaron un 17,4% (Anexo C).

### **Habichuela *Phaseolus lunatus***



**Figura 5.** *Phaseolus lunatus*

Para **Ulloa et al. (2011)** el contenido de proteína de la habichuela varía entre 14,0 y 33,0%, En esta investigación también han realizado evaluaciones de tipo biológico en donde se pudo constatar que la proteína cocida puede llegar a ser hasta un 70,0% mejor que una proteína de origen animal. En nuestro caso obtuvimos alrededor del 20,38% como se observa en la Tabla 1, valor que está dentro del rango señalado por estos autores.

### **Zarandaja *Lablab purpureus***



**Figura 6.** *Lablab purpureus*

**Galarza Baicilla (2017)** reporta un valor de 22,46% de proteína, en la determinación de la composición proximal de la harina de zarandaja utilizada para obtener aislados proteicos; además, **López Cabada, Inca & Antonio (2018)** en su investigación para la formulación de fideos con sustitución de harina de zarandaja reportan un resultado similar de proteínas (22,25%) en la composición proximal de la zarandaja; en nuestro caso se nos presentó la oportunidad de poder comparar a la zarandaja de dos distintos proveedores de materia prima donde el resultado alcanzado fue de 24,30% para el Prov. 1 y 25,52% para el Prov. 2 como se reporta en la Tabla 1, resultados que manifiestan ser semejantes a los obtenidos por estos investigadores. Se tuvo la oportunidad de confirmar nuestros resultados través del análisis de la muestra realizado por el laboratorio acreditado de Control y Análisis de

Alimentos LACONAL y la estación experimental INIAP en donde ellos reportaron un 25,9 y 26,47% respectivamente como se muestra en el anexo (Anexo C y D).

**Papa Puca Shungo *Solanum andigena ssp.***



**Figura 7.** *Solanum andigena ssp.*

Los porcentajes de proteína reportados por **Moreno-Guerrero et al. (2016)** fueron de 5,54% en estado fresco y de 6,11% en estado cocido para la Puca shungo, por otro lado **Monteros et al. (2011)** en la ficha técnica del INIAP reportan contenidos de alrededor de 7,0 a 9,0% de proteína en base seca para la papa no siendo este valor discrepante del que se determinó en este estudio que fue de 6,43% como se observa en la Tabla 1; cabe decir que existe un factor que logra aumentar la cantidad de proteínas que esta tiene como es la madurez del tubérculo ya que estas se encuentran en su mayoría en el córtex y la médula del tubérculo.

**Zanahoria Blanca *Arracacia xanthorrhiza***



**Figura 8.** *Arracacia xanthorrhiza*

Los valores de proteína bruta para la zanahoria blanca fueron bajos, de un 3,93% como se observa en la Tabla 1, esto quedó demostrado en la investigación realizada por **Coral Torres (2014)** en la cual se realizó el análisis proximal y nutricional de varios alimentos siendo uno de ellos la zanahoria blanca cuyo contenido de proteína bruta dio un promedio de 1,14%. **Martínez Guzmán (2011)** investigó a la zanahoria blanca como materia prima

para elaboración de pastas y menciona que posee un bajo contenido proteico, de alrededor de 3,07%.

### **Maca Amarilla *Lepidium meyenii***



**Figura 9.** *Lepidium meyenii*

La proteína bruta de esta raíz resultó ser de 8,59% como se observa en la Tabla 1, valor cercano al reportado por **Lock & Rojas (2002)** en sus estudios químicos y farmacológicos de la raíz maca donde establecieron que el contenido de proteína de este alimento es de alrededor de un 10,2%. El estudio realizado por **Valdivia Zambrana & Almanza (2013)** en dos variedades de maca Boliviana se debió a que es un alimento completo y de alto valor proteico y vitamínico comparándolo con otros vegetales como la zanahoria, el rábano, etc, en donde se estableció que este alimento tiene alrededor de un 10% de proteína dependiendo de la variedad y la zona geográfica de su cultivo.

### **Amaranto *Amaranthus***



**Figura 10.** *Amaranthus*

**Búcaro Segura & Bressani (2002)** estudiaron la distribución de las proteínas en fracciones físicas de harina de amaranto y encontraron que este alimento tiene un alto potencial como fuente alimentaria ya que contiene alrededor del 13,0 al 18,0% y un buen balance de aminoácidos esenciales. La muestra analizada contiene 13,35% de proteína como se reporta en la Tabla 1. Por otro lado **Castel (2010)** menciona que el amaranto es considerado uno de



los alimentos más completos ya que en su composición contiene del 12,0 al 22,0% de proteína; cabe decir que la calidad de las proteínas del amaranto no solo depende de la composición de aminoácidos sino también de la digestibilidad que esta posee, la cual es superior a la de otros cereales.

### **Quinoa *Chenopodium quinoa***



**Figura 11.** *Chenopodium quinoa*

Esta harina obtuvo un contenido de proteína el cual fue de 15,25% (Tabla 1) semejante al proporcionado en la investigación realizada por **Romo et al. (2006)** en la cual comparan a la quinua con otros cereales como el arroz, cebada, maíz, trigo y destacan que este pseudocereal tiene un porcentaje de proteína alrededor del 16,3% en base seca, mayor al de estos cereales abarcando al trigo que es el que más se le aproxima con un 14,2%. Además, en el análisis proximal de diferentes variedades de quinua realizado por **Callisaya & Alvarado (2009)** obtuvieron porcentajes de proteína entre el 12,0 al 14,0%, cabe señalar que los rangos reportados pueden variar dependiendo del lugar de procedencia de la materia prima, características fenólicas de la variedad, condiciones de humedad, sales, pH de los suelos, etc.

### **Siete harinas**

Existen varias razones para mezclar varias harinas, una de ellas podría ser el creciente desbalance de producción de los diferentes granos para así poder satisfacer las necesidades internas de producción y de consumo, otra razón podría ser el mejoramiento de una harina empleada en la dieta diaria con una que podría aportar mayor cantidad de proteínas y minerales en su consumo, de ahí la importancia de haber realizado el análisis proteico. Los valores determinados de proteína bruta en estas mezclas de harina fue de 11,10% y 10,53% para las harinas de los Prov. 1 y 2, respectivamente, los cuales se constituyen en el alusivo



para elaborar otras formulaciones, en función de las metas planteadas por los investigadores.

**Tabla 1.** *Contenido de proteína bruta de las diferentes harinas.*

<b>HARINAS</b>	<b>PROTEÍNA. %</b>	<b>CV %</b>
<b>Chocho</b>	46,22 ± 0,50	1,07
<b>Firiguero Prov. 1</b>	22,56 ± 0,32	1,44
<b>Firiguero Prov. 2</b>	23,65 ± 0,25	1,04
<b>Fréjol Frutilla</b>	19,43 ± 0,67	3,45
<b>Haba pallar</b>	17,80 ± 0,71	4,01
<b>Habichuela</b>	20,38 ± 0,50	2,45
<b>Zarandaja Prov. 1</b>	24,30 ± 0,35	1,46
<b>Zarandaja Prov. 2</b>	25,52 ± 0,19	0,73
<b>Papa Puca Shungo</b>	6,43 ± 0,08	1,28
<b>Maca Amarilla</b>	8,59 ± 0,12	1,35
<b>Zanahoria Blanca</b>	3,93 ± 0,09	2,25
<b>Amaranto</b>	13,35 ± 0,43	3,25
<b>Quinoa</b>	15,25 ± 0,32	2,09
<b>7 Harinas Prov. 1</b>	11,10 ± 0,18	1,60
<b>7 Harinas Prov. 2</b>	10,53 ± 0,14	1,38

**Fuente:** Laboratorio BIOPROPEPTI-UTA, 2019

*Los valores representan la media de 2 réplicas con 4 repeticiones ± la desviación estándar.*

### **3.1.2. Determinación del índice de solubilidad de las proteínas (PSI)**

El paso previo para determinar el índice de solubilidad de N (NSI) o de proteína (NPI) es la cuantificación de la proteína soluble y expresarla como porcentaje de la proteína total. La Tabla 2 resume los valores de proteína soluble y PSI de las matrices vegetales estudiadas.

En la Tabla 2 se reporta, el porcentaje de proteína soluble varía dependiendo de la leguminosa, tubérculo, raíz o pseudocereal que se está midiendo. En las leguminosas los contenidos de proteína soluble variaron entre 22,09% y 8,54% para el chocho y la zarandaja, respectivamente. En los tubérculos estudiados, el contenido de proteína soluble fue casi idéntico entre sí 4,27% para la maca amarilla y 4,21% para la papa variedad Puca

Shungo. El porcentaje de proteína soluble en la zanahoria blanca fue de 1,25% y en los pseudocereales amaranto y quinua fueron de 3,58% y 4,21%, respectivamente.

**Aguilera Gutiérrez (2010)** investigó la solubilidad de varias leguminosas en un rango de valores de pH de 2,0 a 12,0 donde pudo observar que a pHs neutros la solubilidad proteica aumentaba y tendían a llegar hasta el 80%, a medida que se acercaban a pHs básicos la solubilidad de la proteína aumentaba tendiendo a estabilizarse a pH de 11 – 12, donde las leguminosas mostraron los mayores porcentajes de solubilidad, alrededor del 90%.

Los resultados obtenidos del índice de solubilidad se reportan en la Tabla 2. Se nota que las leguminosas, tubérculos y raíces tienen diferente índice de solubilidad de proteína con porcentajes que fluctuaron entre 26,80 y 81,89%, correspondiendo el valor más bajo al amaranto y el más alto al del firiguero del Prov. 1.

**Tabla 2.** *Contenido de proteína soluble de las diferentes harinas*

<b>HARINAS</b>	<b>PROTEÍNA. %</b>	<b>CV %</b>	<b>PSI. %</b>	<b>CV %</b>
<b>Chocho</b>	22,09 ± 0,35	1,58	47,65 ± 0,97	2,04
<b>Firiguero Prov. 1</b>	18,51 ± 0,24	1,28	81,89 ± 1,74	2,13
<b>Firiguero Prov. 2</b>	16,93 ± 0,38	2,24	71,81 ± 1,50	2,09
<b>Fréjol Frutilla</b>	13,29 ± 0,44	3,34	68,43 ± 1,28	1,87
<b>Haba pallar</b>	13,58 ± 0,28	2,05	76,44 ± 3,60	4,71
<b>Habichuela</b>	12,92 ± 0,37	2,85	63,46 ± 3,00	4,73
<b>Zarandaja Prov. 1</b>	8,71 ± 0,13	1,46	35,85 ± 0,93	2,60
<b>Zarandaja Prov. 2</b>	8,54 ± 0,10	1,15	33,49 ± 0,53	1,57
<b>Papa Puca Shungo</b>	4,21 ± 0,08	1,89	65,61 ± 1,93	2,94
<b>Maca Amarilla</b>	4,27 ± 0,34	4,05	49,69 ± 3,88	4,81
<b>Zanahoria Blanca</b>	1,25 ± 0,03	2,64	31,87 ± 0,58	1,83
<b>Amaranto</b>	4,27 ± 0,34	4,05	49,69 ± 3,88	4,81
<b>Quinua</b>	3,58 ± 0,08	2,11	26,80 ± 0,53	1,96
<b>7 Harinas Prov. 1</b>	4,42 ± 0,09	1,97	39,80 ± 1,29	3,25
<b>7 Harinas Prov. 2</b>	3,44 ± 0,06	1,73	32,63 ± 0,57	1,76

**Fuente:** Laboratorio BIOPROPEPTI-UTA, 2019

*Los valores presentados en esta tabla representan la media de 2 réplicas con 4 repeticiones ± la desviación estándar.*

### 3.1.3. Cuantificación del Nitrógeno

Los parámetros para calcular el contenido de N expresado como mg de N por 100 mL de solución se presentan en la Tabla 3. Estos valores fueron obtenidos a partir de las curvas estándar de sulfato de amonio y corresponden a los parámetros de curvas independientes para cada día de análisis ya que las numerosas muestras a ser cuantificadas no podían ser analizadas el mismo día. Los coeficientes de determinación  $R^2$  de las curvas estándar variaron entre 0,9856 y 0,997 y demuestran que para las concentraciones de estándar empleadas se cumple la Ley de Lamber – Beer.

Se determinó además el porcentaje de recuperación de N mediante el análisis de un estándar de alta pureza EDTA en condiciones idénticas a las empleadas para el análisis del estándar sulfato de amonio, el blanco y las muestras. El porcentaje de recuperación obtenido fue del orden del 85%, probablemente este resultado se deba a que no disponemos de una unidad de digestión. Los resultados reportados fueron corregidos con este factor. Además, se envió una de las muestras analizadas en este estudio, la de zarandaja, a dos laboratorios diferentes (la estación experimental de Santa Catalina del INIAP y a LACONAL) para la determinación de proteína bruta. Los valores reportados por estos laboratorios fueron 26,47 y 25,9%, respectivamente, valores no alejados del obtenido en este estudio, 24,30%.

**Tabla 3.** *Resumen de los parámetros 1/m y -b/m para calcular la cantidad de N, obtenidos a partir de las curvas estándar de N preparadas con la dilución 1/5 del digerido de  $(NH_4)_2SO_4$*

FECHA	1/PEND	T. IND / PEND
21/03/2019	1,6171	-0,0572
26/03/2019	1,7300	-0,1137
27/03/2019	1,8366	-0,0613
28/03/2019	1,5978	-0,0758
01/04/2019	1,7913	-0,1068
02/04/2019	1,8167	-0,0576
08/04/2019	1,5069	-0,0407
09/04/2019	1,6248	-0,0813

**Fuente:** Laboratorio BIOPROPEPTI-UTA, 2019

### 3.1.4. Análisis de las proteínas utilizadas por otro laboratorio

En la Tabla 4 se presenta el porcentaje de proteínas brutas de las diferentes harinas en base seca, realizado en los Laboratorios del Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), estación Santa Catalina. Estos datos corroboran los valores obtenidos en nuestra experimentación y la validez de un método altamente sensible como el de Berthelot empleado en este estudio para la cuantificación de N.

**Tabla 4.** *Porcentaje de proteínas de las diferentes harinas en base seca*

<b>HARINAS</b>	<b>PROTEÍNA %</b>
<b>Chocho</b>	53,21
<b>Firiguero (Prov. 1)</b>	21,59
<b>Firiguero (Prov. 2)</b>	21,14
<b>Fréjol Frutilla</b>	21,50
<b>Haba pallar</b>	21,29
<b>Habichuela</b>	21,15
<b>Zarandaja (Prov. 1,)</b>	21,44
<b>Zarandaja (Prov. 2,)</b>	22,46
<b>Maca Amarilla</b>	9,01
<b>Amaranto</b>	12,34
<b>Quinoa</b>	13,90
<b>7 harinas (Prov. 1)</b>	10,50
<b>7 harinas (Prov. 2)</b>	12,69

**Fuente:** (INIAP, 2017)

**Ayúzar (2005)** reporta los rangos de los requerimientos diarios de proteínas para diferentes tipos de personas en base al sexo y edad (Tabla 5). **Guerrero et al. (2003)** señala que las leguminosas contienen un porcentaje proteína que oscila entre 20 a 40% por lo cual se las cataloga entre los nutrimentos más importantes usados en la actualidad como fuente de proteínas. Si bien las leguminosas nos aportan una buena cantidad de proteínas hay que saber complementarlas con otros alimentos para así satisfacer la ingesta diaria y el correcto balance de aminoácidos.

**Tabla 5. Requerimientos de proteínas**

	<b>g / día</b>	<b>g / kg</b>
<b>Lactantes</b>	13 – 14	1,6 – 2,2
<b>Niños</b>	16 – 28	1,0 – 1,2
<b>Adolescentes hombres</b>	45 – 49	0,9 – 1,0
<b>Adolescentes mujeres</b>	44 – 46	0,8 – 1,0
<b>Hombres</b>	58 – 63	0,8 – 1,0
<b>Mujeres</b>	46 – 50	0,7 – 0,8
<b>Gestación</b>	60	---
<b>Lactancia</b>	62 – 65	---

**Fuente:** Ayúzar (2005)

El estudio del contenido de proteínas, del índice de solubilidad y demás propiedades de la proteína de un producto alimenticio se complementa con la evaluación de la calidad de la proteína en base a la composición aminoacídica de la misma, datos que nos permitan evaluar el potencial de estos productos o sus carencias para poder realizar recomendaciones nutricionales o combinarlos con otros alimentos.

### **3.1.5. Perfil de aminoácidos de haba pallar**

**Gallegos Tintoré et al. (2004)** estudiaron el perfil de aminoácidos del haba pallar y determinaron que el mejor balance de aminoácidos esenciales presentó la fracción de globulinas GLB. Esta leguminosa resultó ser rica en aminoácidos azufrados, en general el mejor balance de aminoácidos presentó la fracción de prolinas (PRL) con 11,5 g/100g de proteína; en las albúminas (ALB) y gluteninas (GLT) el contenido fue similar con 1,7 y 1,6 g/100g de proteína, respectivamente de tal manera que esta leguminosa logró cubrir el requerimiento sugerido por la FAO.

Los resultados obtenidos en la muestra de haba pallar de este estudio muestran que es un alimento con gran potencial desde el punto de vista nutricional ya que posee 8 aminoácidos esenciales: isoleucina, leucina, lisina, metionina, fenilalanina, treonina, valina e histidina con una cantidad correspondiente a 1,18; 2,26; 1,58; 0,67; 1,27; 1,18; 1,28 y 0,96 g/100g,

respectivamente. No disponemos del dato referente al contenido de triptófano ya que no consta entre la lista de aminoácidos que pueden ser determinados por el laboratorio AVVE

## CAPÍTULO IV

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 4.1. Conclusiones

- Se evaluó la proteína soluble en diferentes tipos de matrices vegetales tales como leguminosas (chocho, firiguero, frejol frutilla, haba pallar, habichuela, zarandaja, siete harinas ), tubérculos (papa puca shungo, maca amarilla) y raíces (zanahoria blanca, variedad blanca), además en dos pseudo cereales (quinua y amaranto) consumidos por la población ecuatoriana.
- Se obtuvo la proteína soluble de las matrices antes mencionadas solubilizando la proteína a pH 8,0 por 1 h y manteniendo una temperatura controlada de 20 °C. Los contenidos de proteína soluble varían entre 1,25 % para la zanahoria blanca (raíz con bajo contenido proteico) y 22,09% para el chocho, leguminosa que tiene el mayor porcentaje de proteína bruta de las matrices analizadas. En las leguminosas, la cantidad de proteína soluble se mantuvo en el rango de 8,54 % y 22,09 %, valores que corresponden a zarandaja y chocho.
- La cuantificación de proteína bruta y soluble se llevó a cabo por digestión en microkjeldahl y evaluación del contenido de N liberado mediante el método colorimétrico de Berthelot a 645 nm, el mismo que probó ser altamente sensible ya que la máxima concentración de N en el rango lineal de los estándares fue de 2 mg/100 mL de solución.
- El índice de solubilidad de nitrógeno (NSI) ó índice de solubilidad de proteína (PSI) expresado como porcentaje de proteína soluble frente a la proteína total de las muestras analizadas varió entre 26,80 y 81,89% para la quinua (un pseudocereal) y el firiguero (una leguminosa), respectivamente. Para las leguminosas que contienen más proteína bruta que las demás matrices, los PSI fluctuaron entre 33,49 % para zarandaja a 81,89 % para firiguero, lo que condicionaría su aplicación.

- A través de la determinación del perfil de aminoácidos del haba pallar (*Phaseolus lunatus*) se definió que contiene 8 aminoácidos esenciales, los cuales suman 10,56 g por cada 100 g de muestra; no consta en este grupo el triptófano porque el análisis no incluyó este aminoácido. Contiene además 9 aminoácidos no esenciales cuyo total equivale a 11.43 g por 100 g, de éstos el que está presente en mayor cantidad es el ácido aspártico con un aporte de 2,32 g por 100 g.

#### **4.2. Recomendaciones**

- Realizar la digestión proteica en un aparato kjeldahl con el fin de tener parámetros controlados como son el la temperatura y el tiempo de digestión.
- Utilizar métodos alternativos como Dumas para verificar los resultados obtenidos en la cuantificación proteica por el proceso de análisis químico descrito en vista de que no se dispone de la unidad de digestión.
- Solubilizar la proteína a diferentes valores de pH con el fin de conocer los cambios de solubilidad que presentan para una posible aplicación.
- Incentivar al sector agrícola a producir vegetales y leguminosas con el fin de expandir la utilización de estos alimentos y así contribuir con una fuente idónea de proteínas para las personas que sean más propensas a tener deficiencias proteicas.



## MATERIALES DE REFERENCIA

### Referencias Bibliográficas

- A, P., G, V. & W, C. (2018). PIGEON PEA PROTEIN CONCENTRATE (CAJANUS CAJAN) SEEDS GROWN IN ECUADOR FUNCTIONAL PROPERTIES. 2018, 6. doi: 10.22159/ajpcr.2018.v11i6.24966
- Aguilera Gutiérrez, Y. (2010). Harinas de leguminosas deshidratadas: caracterización nutricional y valoración de sus propiedades tecnofuncionales.
- Alfonzo, G. (2000). Efecto del tratamiento térmico sobre el contenido de fibra dietética total, soluble e insoluble en algunas leguminosas. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*, 50, 281-285.
- Ayúzar, A. (2005). Requerimientos nutricionales de energía y macronutrientes.
- Badui Regal, S. (2014). *Química de los alimentos* (5ª edición ed.). México, D.F.: PERARSON EDUCATION.
- Bartholomai, G. B. & Pilosof, A. M. (2000). Caracterización Funcional y Estructural de Proteín: Eudeba.
- Búcaro Segura, M. E. & Bressani, R. (2002). Distribución de la proteína en fracciones físicas de la molienda y tamizado del grano de amaranto. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*, 52(2), 167-171.
- Callisaya, A. & Alvarado, K. (2009). Aislados Proteínicos De Granos Altoandinos Chenopodiaceas; Quinoa “Chenopodium Quinoa”-Cañahua “Chenopodium Pallidicaule” por Precipitación Isoeléctrica. *Revista Boliviana de Química*, 26(1), 12-20.
- Castel, M. V. (2010). *Estudio de las propiedades funcionales, tecnológicas y fisiológicas de las proteínas de amaranto*.
- Castillo Portela, G., Villar Delgado, J., Montano Martínez, R., Martínez, C., Pérez Alfocea, F., Albacete, A., . . . Acosta Echeverría, M. (2011). Cuantificación por HPLC del contenido de aminoácidos presentes en el FitoMas-E. *ICIDCA. Sobre los Derivados de la Caña de Azúcar*, 45(1), 64-67.

- Coral Torres, V. L. (2014). *Determinación proximal de los principales componentes nutricionales de siete alimentos: yuca, zanahoria amarilla, zanahoria blanca, chocho, avena laminada, harina de maíz y harina de trigo integral*. PUCE.
- Cuevas Velázquez, C. L. & Covarrubias Robles, A. A. (2011). Las proteínas desordenadas y su función: una nueva forma de ver la estructura de las proteínas y la respuesta de las plantas al estrés. *TIP. Revista especializada en ciencias químico-biológicas*, 14, 97-105.
- Fennema, O. R. (2000). *Química de los alimentos*: Zaragoza, ES: Acribia.
- Galarza Baicilla, I. J. (2017). *Evaluación de la digestibilidad in vitro y actividad antioxidante en concentrados proteicos de zarandaja (Lablab purpureus L. Sweet)*. Universidad Técnica de Ambato. Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos ....
- Gallegos Tintoré, S., Pacheco Aguirre, J., Betancur Ancona, D. & Chel Guerrero, L. (2004). Extracción y caracterización de las fracciones proteínicas solubles del grano de Phaseolus lunatus L. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*, 54(1), 81-88.
- González, L., Téllez, A., Sampedro, J. & Nájera, H. (2007). Las proteínas en la nutrición. *Revista salud pública y nutrición*, 8(2), 1-7.
- González Torres, L., Téllez Valencia, A., Sampedro, J. & Nájera, H. (2007). Las proteínas en la nutrición. *Revista salud pública y nutrición*, 8(2), 1-7.
- Granito, M., Guinand, J. & Pérez, D. (2006). Composición química y nutricional de variedades Phaseolus vulgaris cultivadas en Venezuela. *Agronomía Trop*, 56(4), 513-522.
- Granito, M., Guinand, J., Pérez, D. & Pérez, S. (2009). Valor nutricional y propiedades funcionales de Phaseolus vulgaris procesada: un ingrediente potencial para alimentos. *Interciencia*, 34(1).
- Granito, M., Guinand, J., Pérez, D. & Suhey, P. (2009). Valor nutricional y propiedades funcionales de Phaseolus vulgaris procesada: un ingrediente potencial para alimentos. *Interciencia*, 34(1), 064-070.
- Guerra, D. & Pozo, P. (2018). Análisis proximal y perfil de aminoácidos del aislado proteico del chocho andino ecuatoriano (Fabaceae: Lupinus mutabilis). *infoANALÍTICA*, 6(1), 55-66.

- Guerrero, L. A. C., Ríos, L. C. & Ancona, D. A. B. (2003). Estructura y propiedades funcionales de proteínas de leguminosas. *Revista de la Universidad Autónoma de Yucatán*, 34-43.
- Guillén, M. V. L. (2009). Estructura y propiedades de las proteínas: València: Universidad de València.
- INIAP. (2017). *Tabla de análisis del Laboratorio de Nutrición y Calidad*. Quito, Ecuador.
- Kramer, R. M., Shende, V. R., Motl, N., Pace, C. N. & Scholtz, J. M. (2012). Toward a molecular understanding of protein solubility: increased negative surface charge correlates with increased solubility. *Biophysical journal*, 102(8), 1907-1915.
- Krymchantowski, A. V., Barbosa, J. S., Cheim, C. & Alves, L. A. (2001). Oral lysine clonixinate in the acute treatment of migraine: a double-blind placebo-controlled study. *Arquivos de neuro-psiquiatria*, 59(1), 46-49.
- Latham, M. C. (2002). Macronutrientes: carbohidratos grasas, y proteínas. *LATHAM, MC Nutrición humana en el mundo desarrollo. Roma: FAO*, 101.
- Lock, O. & Rojas, R. (2002). Química y Farmacología de *Lepidium meyenii* Walp ("Maca"). *Revista de QUÍMICA*, 16(1-2), 25-31.
- López Cabada, C. C. M., Inca, P. & Antonio, J. (2018). FORMULACION DE FIDEOS CON SUSTITUCION PARCIAL DE HARINA DE TRIGO (*Triticum durum*) POR HARINA DE ZARANDAJA (*Dolichos Lablab*).
- López Chávez, R. M. (2017). *Determinación y cuantificación de la proteína lactoferrina en leche de cabra (Capra hircus) de la raza saanem, mediante cromatografía líquida de alta eficacia (HPLC)*.
- Martínez Guzmán, V. (2011). *Efecto De La Sustitución Parcial De Harina De Trigo, Por Dos Tipos De Harina De Zanahoria Blanca (Arracacia Xanthorrhiza), En La Calidad De La Pasta*.
- Martínez, R. (2005). *Hambre y desigualdad en los países andinos: la desnutrición y la vulnerabilidad alimentaria en Bolivia, Colombia, Ecuador y Perú*: United Nations Publications.
- Monteros, J., Yumisaca, F., Tello Torres, C. M., Reinoso, R., Iván, A., Garófalo, J., . . . Cuesta Subía, H. X. (2011). Ficha técnica de la variedad de papa INIAP-Puca Shungo.

- Moreno-Guerrero, C., Andrade-Cuvi, M. J., Oña-Pillajo, G., Llumiyinga-Hernández, T. & Concellón, A. (2016). EFECTO DE LA COCCIÓN SOBRE LA COMPOSICIÓN QUÍMICA Y CAPACIDAD ANTIOXIDANTE DE PAPAS NATIVAS (*Solanum tuberosum*) DEL ECUADOR. *ECUADOR ES CALIDAD-Revista Científica Ecuatoriana*, 2(2).
- Navone, G. T., Gamboa, M. I., Oyhenart, E. E. & Orden, A. B. (2006). Parasitosis intestinales en poblaciones Mbyá-Guaraní de la Provincia de Misiones, Argentina: aspectos epidemiológicos y nutricionales. *Cadernos de Saúde Pública*, 22, 1089-1100.
- Nkonge, C. & Ballance, G. M. (1982). A sensitive colorimetric procedure for nitrogen determination in micro-Kjeldahl digests. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 30(3), 416-420.
- Padilla, F. C., Guédez, T., Alfaro, M. J., Regnault, M. & Rincón C, A. M. (2010). Fraccionamiento y caracterización de las proteínas solubles de la harina de nuez de Barinas (*Caryodendron orinocense* K.). *Revista del Instituto Nacional de Higiene Rafael Rangel*, 41, 38-42.
- Pincirolí, M. (2011). *Proteínas de arroz: propiedades estructurales y funcionales*. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales.
- Poblete Sánchez, C. d. C. (2005). Cuantificación de histamina por HPLC y CZE en salmón coho, (*Oncorhynchus kisutch*) durante su almacenamiento refrigerado.
- Quinga Paucar, M. A. (2017). *Caracterización de proteínas obtenidas a partir de harina de Firiguero (*Vigna unguiculata* L.) y de sus hidrolizados mediante electroforesis SDS-PAGE y RP-UHPLC*. Universidad Técnica de Ambato. Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos ....
- Quintana, L. P., Mar, L. R., Santana, D. G. & González, R. R. (2010). Alimentación del preescolar y escolar. *Protocolos Diagnóstico-terapéuticos de Gastroenterología, Hepatología y Nutrición Pediátrica SEGHNPAEP*, 297-305.
- Rizki, G., Arnaboldi, L., Gabrielli, B., Yan, J., Lee, G. S., Ng, R. K., . . . Maher, J. J. (2006). Mice fed a lipogenic methionine-choline-deficient diet develop hypermetabolism coincident with hepatic suppression of SCD-1. *Journal of lipid research*, 47(10), 2280-2290.

- Romo, S., Rosero, A., Forero, C. & Ceron, E. (2006). Potencial nutricional de harinas de Quinoa (*Chenopodium Quinoa W*) variedad piartal en los Andes colombianos primera parte. *Biotecnología en el sector agropecuario y agroindustrial*, 4(1), 112-125.
- RONDÓN, R. A. V. & LUISA, Y. M. A. (2006). Determinación de la composición química y estudios de solubilidad en la harina de lombriz *Eisenia foetida*. *Revista de la facultad de farmacia*, 48, 1.
- Saldarriaga Llerena, M. (2005). Sustitución parcial de las harinas de trigo por pallar (*Phaseolus lunatus L.*) en la elaboración de queque base.
- Sana, A. (2019). Dietas y Nutrición, Dieta Balanceada. from <http://www.alimentacion-sana.org/PortalNuevo/actualizaciones/dietabalanceada.htm>
- Sangronis, E., Machado, C. & Cava, R. (2004). Propiedades funcionales de las harinas de leguminosas (*Phaseolus vulgaris* y *Cajan cajan*) germinadas. *Interciencia*, 29(2), 80-85.
- Silva, S. d. S., Maia, J., Araujo, Z. & Freire, F. (2002). Composição química de 45 genótipos de feijão-caupi (*Vigna unguiculata (L.) Walp.*). *Embrapa Meio-Norte- Comunicado Técnico (INFOTECA-E)*.
- Söderberg, J. (2013). Functional properties of legume proteins compared to egg proteins and their potential as egg replacers in vegan food.
- Tobón, E. (2010). Clasificación de las proteínas de los alimentos. *Universidad de Antioqui. Nutrición y Dietética*, 3.
- Totosaus, A. (2006). *Funcionalidad de Proteínas Musculares: Tese*.
- Ulloa, J. A., Rosas Ulloa, P., Ramírez Ramírez, J. C. & Ulloa Rangel, B. E. (2011). El frijol (*Phaseolus vulgaris*): su importancia nutricional y como fuente de fitoquímicos. *CONACYT*.
- Valdivia Zambrana, H. B. & Almanza, G. (2013). Evaluación del contenido de minerales de *Lepidium meyenii*, maca natural boliviana. *Revista Boliviana de Química*, 30(1), 74-79.
- Vargas, M., Becerra, F. & Prieto, E. (2010). Evaluación de la ingesta dietética en estudiantes universitarios. Bogotá, Colombia. *Revista de salud pública*, 12, 116-125.

- Villacrés, E., Rubio, A., Egas, L. & Segovia, G. (2006). Usos alternativos del chocho: Chocho (*Lupinus mutabilis* sweet) alimento andino redescubierto.
- Vintimilla Palacios, E. & Reinoso García, M. J. (2015). *Comprobación de métodos para la caracterización de ácidos grasos y aminoácidos de la semilla chía (salvia hispánica-L)*. Quito: Universidad de las Américas, 2015.

}

## ANEXOS

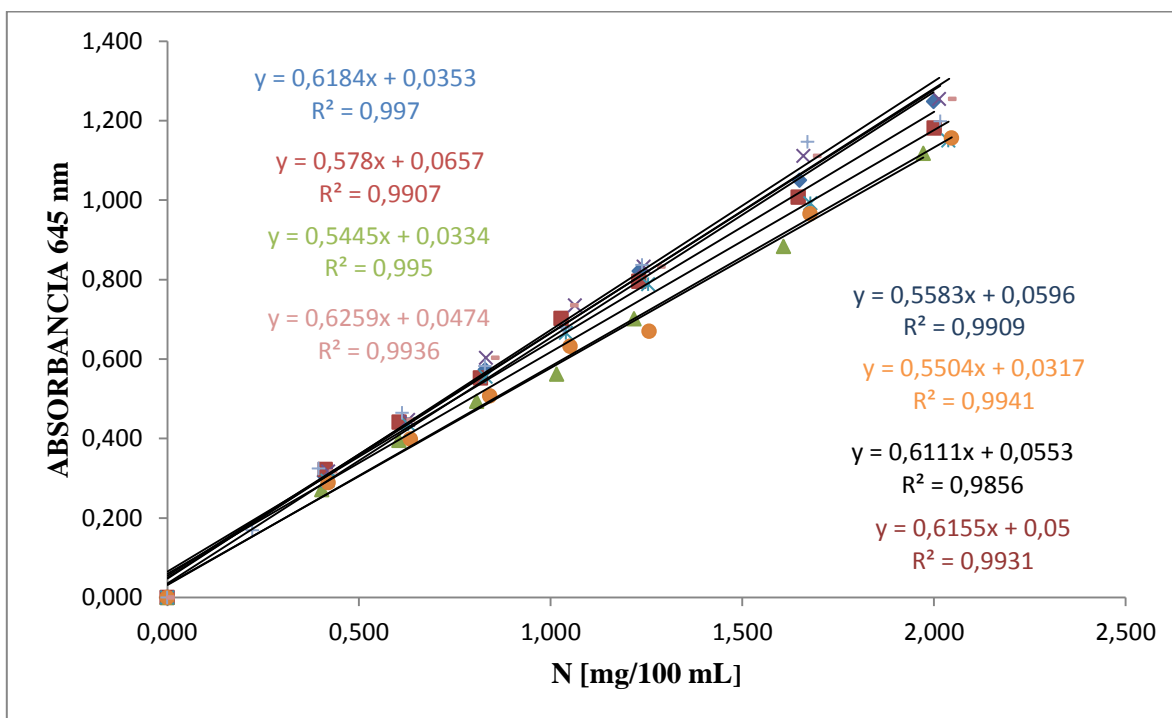
### ANEXO A

**Tabla 6. Pesos de la proteína solubilizada y secada a 80°C**

<b>HARINAS</b>	<b>BALÓN VACÍO</b>	<b>EXTRACTO CON PROT. SOLUBLE</b>	<b>BALÓN +MUESTRA SECA</b>	<b>RESIDUO SECO</b>
<b>Chocho</b>	85,4646	9,8986	85,5436	0,0790
<b>Firiguero Pro. 1</b>	85,4312	10,1291	85,5087	0,0775
<b>Firiguero Prov. 1</b>	86,6565	10,0127	86,7275	0,0710
<b>Firiguero Prov. 2</b>	90,2135	9,9710	90,2830	0,0695
<b>Firiguero Prov. 2</b>	90,2115	10,0057	90,2766	0,0651
<b>Frejol frutilla</b>	90,2013	10,0249	90,2478	0,0465
<b>Haba pallar</b>	87,3693	10,1240	87,9353	0,0660
<b>Habichuela</b>	85,4493	10,0819	85,5193	0,0700
<b>Habichuela</b>	80,6216	9,9861	80,6889	0,0673
<b>Habichuela</b>	80,6327	9,9506	80,6813	0,0486
<b>Zarandandaja Prov. 1</b>	89,5432	10,2600	89,5701	0,0309
<b>Zarandandaja Prov. 2</b>	89,5334	10,2105	89,5641	0,0307
<b>Papa Puca shungo</b>	80,6317	10,0416	80,6623	0,0306
<b>Zanahoria blanca</b>	85,4445	9,9878	85,4723	0,0278
<b>Maca Amarilla</b>	87,3939	10,0185	87,4175	0,0236
<b>Quinua</b>	87,3720	10,0148	87,4142	0,0221
<b>7 Harinas Prov. 1</b>	90,2350	9,9165	90,2413	0,0063
<b>7 Harinas Prov. 2</b>	90,2189	9,9392	90,2446	0,0257

**Fuente:** Laboratorio BIOPROPEPTI-UTA, 2019

**DATOS OBTENIDOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LAS CURVAS ESTÁNDAR  
DE (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> Y PARA LA DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO PROTEICO  
DE LAS DIFERENTES HARINAS**



**Figura 1.** Curvas estándar de (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>  
**Fuente:** Laboratorio BIOPROPEPTI-UTA, 2019

**Tabla 7.** Datos de los estándares de N. del 21-03-2019

ESTÁNDARES	P. SOL STOCK	P. TOTAL	Fact Dil.	[N] mg/100	ABS 645 nm
STD - 0	0,0000	0,5000		0,000	0,000
STD - 1	0,1021	0,5187	4,9478	0,410	0,305
STD - 2	0,2062	0,5173	4,9478	0,830	0,573
STD - 3	0,3087	0,5219	4,9478	1,232	0,821
STD - 4	0,4123	0,5204	4,9478	1,650	1,050
STD - 5	0,5045	0,5255	4,9478	1,999	1,248

**Fuente:** Laboratorio BIOPROPEPTI-UTA, 2019



**Tabla 8.** *Datos de los estándares de N. del 26-03-2019*

ESTÁNDARES	P. SOL	P.	Fact Dil.	[N]	ABS
	STOCK	TOTAL			
	g	G		mg/100	645 nm
STD – 0	0,0000	0,5000		0,000	0,000
STD – 1	0,104	0,5258	4,9429	0,412	0,322
STD – 2	0,1534	0,5281	4,9429	0,605	0,441
STD – 3	0,2038	0,5199	4,9429	0,817	0,552
STD – 4	0,265	0,5376	4,9429	1,027	0,702
STD – 5	0,3099	0,5249	4,9429	1,231	0,795
STD – 6	0,4173	0,5284	4,9429	1,646	1,007
STD – 7	0,5166	0,5382	4,9429	2,001	1,181

**Fuente:** Laboratorio BIOPROPEPTI-UTA, 2019

**Tabla 9.** *Datos de los estándares de N. del 27-03-2019*

ESTÁNDARES	P. SOL	P.	Fact Dil.	[N]	ABS
	STOCK	TOTAL			
	g	G		mg/100	645 nm
STD – 0	0,0000	0,5000		0,000	0,000
STD – 1	0,1022	0,5204	5,0161	0,403	0,271
STD – 2	0,152	0,5165	5,0161	0,604	0,395
STD – 3	0,2038	0,5183	5,0161	0,808	0,493
STD – 4	0,2565	0,5185	5,0161	1,016	0,562
STD – 5	0,3064	0,5166	5,0161	1,218	0,701
STD – 6	0,412	0,5262	5,0161	1,608	0,883
STD – 7	0,5063	0,5272	5,0161	1,973	1,117

**Fuente:** Laboratorio BIOPROPEPTI-UTA, 2019

**Tabla 10. Datos de los estándares de N. del 28-03-2019**

ESTÁNDARES	P. SOL	P.	Fact Dil.	[N]	ABS
	STOCK	TOTAL			
	g	G		mg/100	645 nm
STD – 0	0,0000	0,5000		0,000	0,000
STD – 1	0,105	0,5263	4,8977	0,420	0,317
STD – 2	0,1589	0,5317	4,8977	0,629	0,447
STD – 3	0,2093	0,5295	4,8977	0,832	0,603
STD – 4	0,2667	0,5274	4,8977	1,064	0,735
STD – 5	0,3095	0,5239	4,8977	1,243	0,832
STD – 6	0,4176	0,5292	4,8977	1,660	1,111
STD – 7	0,511	0,5338	4,8977	2,014	1,254

**Fuente:** Laboratorio BIOPROPEPTI-UTA, 2019

**Tabla 11. Datos de los estándares de N. del 01-04-2019**

ESTÁNDARES	P. SOL	P.	Fact Dil.	[N]	ABS
	STOCK	TOTAL			
	g	G		mg/100	645 nm
STD – 0	0,0000	0,5000		0,000	0,000
STD – 1	0,1034	0,5251	4,8556	0,418	0,294
STD – 2	0,1558	0,5259	4,8556	0,629	0,436
STD – 3	0,2056	0,5250	4,8556	0,831	0,555
STD – 4	0,2572	0,5247	4,8556	1,040	0,666
STD – 5	0,3105	0,5250	4,8556	1,255	0,788
STD – 6	0,4159	0,5259	4,8556	1,678	0,992
STD – 7	0,5116	0,5326	4,8556	2,038	1,150

**Fuente:** Laboratorio BIOPROPEPTI-UTA, 2019

**Tabla 12. Datos de los estándares de N. del 02-04-2019**

<b>ESTÁNDARES</b>	<b>P. SOL</b>	<b>P.</b>	<b>Fact Dil.</b>	<b>[N]</b>	<b>ABS</b>
	<b>STOCK</b>	<b>TOTAL</b>			
	<b>g</b>	<b>G</b>		<b>mg/100</b>	<b>645 nm</b>
<b>STD – 0</b>	0,0000	0,5000		0,000	0,000
<b>STD – 1</b>	0,1038	0,5257	4,8458	0,420	0,289
<b>STD – 2</b>	0,1574	0,5276	4,8458	0,634	0,398
<b>STD – 3</b>	0,2088	0,5278	4,8458	0,841	0,507
<b>STD – 4</b>	0,2586	0,5232	4,8458	1,051	0,632
<b>STD – 5</b>	0,3084	0,5217	4,8458	1,257	0,670
<b>STD – 6</b>	0,4132	0,5237	4,8458	1,678	0,965
<b>STD – 7</b>	0,5116	0,5315	4,8458	2,047	1,156

**Fuente:** Laboratorio BIOPROPEPTI-UTA, 2019

**Tabla 13. Datos de los estándares de N. del 08-04-2019**

<b>ESTÁNDARES</b>	<b>P. SOL</b>	<b>P.</b>	<b>Fact Dil.</b>	<b>[N]</b>	<b>ABS</b>
	<b>STOCK</b>	<b>TOTAL</b>			
	<b>g</b>	<b>G</b>		<b>mg/100</b>	<b>645 nm</b>
<b>STD – 0</b>	0,0000	0,5000		0,000	0,000
<b>STD – 1</b>	0,0557	0,5276	4,8942	0,222	0,169
<b>STD – 2</b>	0,0986	0,5261	4,8942	0,395	0,324
<b>STD – 3</b>	0,153	0,5260	4,8942	0,612	0,464
<b>STD – 4</b>	0,2073	0,5267	4,8942	0,829	0,582
<b>STD – 5</b>	0,2568	0,5225	4,8942	1,035	0,678
<b>STD – 6</b>	0,3087	0,5246	4,8942	1,239	0,836
<b>STD – 7</b>	0,4244	0,5349	4,8942	1,670	1,146
<b>STD – 8</b>	0,4969	0,5187	4,8942	2,017	1,198

**Fuente:** Laboratorio BIOPROPEPTI-UTA, 2019

**Tabla 14.** Datos de los estándares de N. del 09-04-2019

<b>ESTÁNDARES</b>	<b>P. SOL STOCK</b>	<b>P. TOTAL</b>	<b>Fact Dil.</b>	<b>[N]</b>	<b>ABS</b>
	<b>g</b>	<b>G</b>		<b>mg/100</b>	<b>645 nm</b>
<b>STD – 0</b>	0,0000	0,5000		0,000	0,000
<b>STD – 1</b>	0,1062	0,5336	4,8361	0,424	0,317
<b>STD – 2</b>	0,1551	0,5269	4,8361	0,627	0,447
<b>STD – 3</b>	0,2087	0,5247	4,8361	0,847	0,603
<b>STD – 4</b>	0,2605	0,5269	4,8361	1,053	0,735
<b>STD – 5</b>	0,3236	0,5383	4,8361	1,281	0,832
<b>STD – 6</b>	0,4221	0,5331	4,8361	1,687	1,111
<b>STD – 7</b>	0,5017	0,5240	4,8361	2,040	1,254

**Fuente:** Laboratorio BIOPROPEPTI-UTA, 2019

**Tabla 15.** *Contenido de proteína bruta de las diferentes harinas*

HARINAS	PROT. 1 %	PROT. 2 %	PROT. 3 %	PROT. 4 %	PROM. PROT. %	DESV. EST. %	CV %
Chocho	46,04	45,66	47,04	46,42	<b>46,22</b>	<b>0,50</b>	<b>1,07</b>
Chocho	45,48	46,37	46,50	46,24			
Firiguero Prov. 1	22,71	22,36	22,26	22,41	<b>22,56</b>	<b>0,32</b>	<b>1,44</b>
Firiguero Prov. 1	22,49	23,26	22,34	22,70			
Firiguero Prov. 2	23,24	23,49	23,54	23,69	<b>23,65</b>	<b>0,25</b>	<b>1,04</b>
Firiguero Prov. 2	23,95	23,69	23,59	24,00			
Frejol Frutilla	19,93	19,95	20,12	20,10	<b>19,43</b>	<b>0,67</b>	<b>3,45</b>
Frejol Frutilla	19,03	18,37	18,96	18,98			
Haba pallar	18,52	18,36	18,44	18,52	<b>17,80</b>	<b>0,71</b>	<b>4,01</b>
Haba pallar	17,11	17,19	17,19	17,03			
Habichuela	20,07	20,16	19,60	20,07	<b>20,38</b>	<b>0,50</b>	<b>2,45</b>
Habichuela	20,76	20,94	20,43	21,04			
Zarandaja Prov. 1	23,71	24,16	24,40	23,92	<b>24,30</b>	<b>0,35</b>	<b>1,46</b>
Zarandaja Prov. 1	24,34	24,74	24,62	24,54			
Zarandaja Prov. 2	25,50	25,70	25,38	25,66	<b>25,52</b>	<b>0,19</b>	<b>0,73</b>
Zarandaja Prov. 2	25,14	25,67	25,59	25,51			
Papa Puca Shungo	6,48	6,47	6,53	6,46	<b>6,43</b>	<b>0,08</b>	<b>1,28</b>
Papa Puca Shungo	6,43	6,34	6,39	6,30			
Zanahoria Blanca	4,05	3,94	4,02	4,00	<b>3,93</b>	<b>0,09</b>	<b>2,25</b>
Zanahoria Blanca	3,84	3,87	3,81	3,91			
Maca Amarilla	8,70	8,73	8,65	8,41	<b>8,59</b>	<b>0,12</b>	<b>1,35</b>
Maca Amarilla	8,44	8,57	8,55	8,65			
Amaranto	13,80	13,54	13,67	13,91	<b>13,35</b>	<b>0,43</b>	<b>3,25</b>
Amaranto	13,13	12,76	12,92	13,05			
Quinua	15,61	15,57	15,65	15,19	<b>15,25</b>	<b>0,32</b>	<b>2,09</b>
Quinua	15,07	15,10	14,88	14,91			

Sigue en la siguiente pagina

HARINAS	PROT. 1 %	PROT. 2 %	PROT. 3 %	PROT. 4 %	PROM. PROT. %	DESV. EST. %	CV %
7 Harinas Prov. 1	11,06	11,24	10,85	10,82	<b>11,10</b>	<b>0,18</b>	<b>1,60</b>
7 Harinas Prov. 1	11,18	11,10	11,28	11,25			
7 Harinas Prov. 2	10,60	10,37	10,67	10,46	<b>10,53</b>	<b>0,14</b>	<b>1,38</b>
7 Harinas Prov. 2	10,54	10,68	10,63	10,29			

**Fuente:** Laboratorio BIOPROPEPTI-UTA, 2019  
*Coefficiente de variación (CV). Desviación estándar (Desv. Est.).*

**Tabla 16.** *Contenido de proteína soluble de las diferentes harinas*

HARINAS	PROT. 1 %	PROT. 2 %	PROT. 3 %	PROT. 4 %	PROM. PROT. %	DESV. EST. %	CV %
<b>Chocho</b>	22,23	21,99	21,74	21,49	<b>22,09</b>	<b>0,35</b>	<b>1,58</b>
Chocho	21,84	22,71	22,03	22,15			
<b>Firiguero Prov. 1</b>	18,79	18,75	18,34	18,57	<b>18,51</b>	<b>0,24</b>	<b>1,28</b>
Firiguero Prov. 1	18,60	18,26	18,30	18,18			
<b>Firiguero Prov. 2</b>	16,87	16,80	16,27	16,63	<b>16,93</b>	<b>0,38</b>	<b>2,24</b>
Firiguero Prov. 2	17,19	17,32	17,16	17,64			
<b>Frejol Frutilla</b>	13,61	14,04	13,50	13,55	<b>13,29</b>	<b>0,44</b>	<b>3,34</b>
Frejol Frutilla	12,86	12,92	12,83	13,03			
<b>Haba pallar</b>	13,61	13,77	13,54	13,36	<b>13,58</b>	<b>0,28</b>	<b>2,05</b>
Haba pallar	13,64	13,03	13,84	13,87			
<b>Habichuela</b>	13,42	12,96	13,51	12,54	<b>12,92</b>	<b>0,37</b>	<b>2,85</b>
Habichuela	12,78	12,69	12,55	12,92			
<b>Zarandaja Prov. 1</b>	8,72	8,85	8,79	8,89	<b>8,71</b>	<b>0,13</b>	<b>1,46</b>
Zarandaja Prov. 1	8,60	8,66	8,64	8,53			
<b>Zarandaja Prov. 2</b>	8,46	8,51	8,62	8,35	<b>8,54</b>	<b>0,10</b>	<b>1,15</b>
Zarandaja Prov. 2	8,60	8,64	8,60	8,57			
<b>Papa Puca Shungo</b>	4,15	4,16	4,12	4,16	<b>4,21</b>	<b>0,08</b>	<b>1,89</b>
Papa Puca Shungo	4,25	4,34	4,30	4,24			

Sigue en la siguiente pagina

HARINAS	PROT. 1	PROT. 2	PROT. 3	PROT. 4	PROM. PROT. %	DESV. EST. %	CV %
	%	%	%	%			
Zanahoria Blanca	1,26	1,27	1,31	1,28	<b>1,25</b>	<b>0,03</b>	<b>2,64</b>
Zanahoria Blanca	1,25	1,21	1,22	1,22			
Maca Amarilla	4,56	4,53	4,65	4,58	<b>4,27</b>	<b>0,34</b>	<b>4,05</b>
Maca Amarilla	3,91	4,07	4,02	3,82			
Amaranto	3,63	3,62	3,65	3,63	<b>3,58</b>	<b>0,08</b>	<b>2,11</b>
Amaranto	3,49	3,47	3,50	3,62			
Quinua	4,25	4,24	4,28	4,29	<b>4,21</b>	<b>0,06</b>	<b>1,49</b>
Quinua	4,12	4,16	4,17	4,16			
7 Harinas Prov. 1	4,51	4,48	4,52	4,46	<b>4,42</b>	<b>0,09</b>	<b>1,97</b>
7 Harinas Prov. 1	4,35	4,34	4,32	4,33			
7 Harinas Prov. 2	3,47	3,49	3,53	3,45	<b>3,44</b>	<b>0,06</b>	<b>1,73</b>
7 Harinas Prov. 2	3,39	3,43	3,39	3,35			

**Fuente:** Laboratorio BIOPROPEPTI-UTA, 2019  
*Coficiente de variación (CV). Desviación estándar (Desv. Est.).*

**Tabla 17.** *Contenido de índice de solubilidad de proteína (PSI) de las diferentes harinas*

HARINAS	PSI PROT. 1	PSI PROT. 2	PSI PROT. 2	PSI PROT. 4	PROM. PROT. %	DESV. EST. %	CV %
	%	%	%	%	%		
Chocho	48,29	48,15	46,21	46,30	<b>47,65</b>	<b>0,97</b>	<b>2,04</b>
Chocho	48,02	48,98	47,37	47,90			
Firiguero Prov. 1	82,75	83,89	82,43	82,87	<b>81,89</b>	<b>1,74</b>	<b>2,13</b>
Firiguero Prov. 1	82,68	78,51	81,89	80,11			
Firiguero Prov. 2	72,59	71,52	69,12	70,21	<b>71,81</b>	<b>1,50</b>	<b>2,09</b>
Firiguero Prov. 2	71,77	73,09	72,72	73,49			
Fréjol Frutilla	68,30	70,39	67,07	67,44	<b>68,43</b>	<b>1,28</b>	<b>1,87</b>
Fréjol Frutilla	67,59	70,31	67,69	68,65			

Sigue en la siguiente pagina

<b>HARINAS</b>	<b>PSI</b>	<b>PSI</b>	<b>PSI</b>	<b>PSI</b>	<b>PROM.</b>	<b>DESV.</b>	<b>CV %</b>
	<b>PROT. 1</b>	<b>PROT. 2</b>	<b>PROT. 2</b>	<b>PROT. 4</b>	<b>PROT.</b>	<b>EST. %</b>	
	<b>%</b>	<b>%</b>	<b>%</b>	<b>%</b>	<b>%</b>		
<b>Haba pallar</b>	73,52	74,98	73,43	72,16	<b>76,44</b>	<b>3,60</b>	<b>4,71</b>
<b>Haba pallar</b>	79,71	75,80	80,52	81,42			
<b>Habichuela</b>	66,88	64,28	68,93	62,50	<b>63,46</b>	<b>3,00</b>	<b>4,73</b>
<b>Habichuela</b>	61,59	60,60	61,45	61,42			
<b>Zarandaja Prov. 1</b>	36,78	36,65	36,01	37,19	<b>35,85</b>	<b>0,93</b>	<b>2,60</b>
<b>Zarandaja Prov. 1</b>	35,31	35,01	35,07	34,76			
<b>Zarandaja Prov. 2</b>	33,17	33,11	33,95	32,55	<b>33,49</b>	<b>0,53</b>	<b>1,57</b>
<b>Zarandaja Prov. 2</b>	34,23	33,68	33,63	33,58			
<b>Papa Puca Shungo</b>	63,96	64,28	63,09	64,40	<b>65,61</b>	<b>1,93</b>	<b>2,94</b>
<b>Papa Puca Shungo</b>	66,15	68,43	67,31	67,25			
<b>Zanahoria Blanca</b>	31,08	32,21	32,56	31,88	<b>31,87</b>	<b>0,58</b>	<b>1,83</b>
<b>Zanahoria Blanca</b>	32,60	31,37	32,01	31,29			
<b>Maca Amarilla</b>	52,35	51,88	53,78	54,48	<b>49,69</b>	<b>3,88</b>	<b>4,81</b>
<b>Maca Amarilla</b>	46,30	47,47	47,04	44,18			
<b>Amaranto</b>	26,30	26,76	26,69	26,10	<b>26,80</b>	<b>0,53</b>	<b>1,96</b>
<b>Amaranto</b>	26,55	27,21	27,07	27,73			
<b>Quinoa</b>	27,19	27,22	27,36	28,23	<b>27,60</b>	<b>0,39</b>	<b>1,43</b>
<b>Quinoa</b>	27,38	27,55	28,05	27,86			
<b>7 Harinas Prov. 1</b>	40,82	39,87	41,66	41,22	<b>39,80</b>	<b>1,29</b>	<b>3,25</b>
<b>7 Harinas Prov. 1</b>	38,96	39,12	38,26	38,52			
<b>7 Harinas Prov. 2</b>	32,78	33,62	33,04	32,94	<b>32,63</b>	<b>0,57</b>	<b>1,76</b>
<b>7 Harinas Prov. 2</b>	32,12	32,16	31,89	32,53			

**Fuente:** Laboratorio BIOPROPEPTI-UTA, 2019

*Coefficiente de variación (CV). Desviación estándar (Desv. Est.). Índice de solubilidad de la proteína (PSI).*



## ANEXO B

### RESULTADOS DEL PERFIL DE AMINOÁCIDOS DE LA HABA PALLAR



"Laboratorio de ensayo acreditado por el SAE con acreditación  
N° OAE LE 1C 05-004"



#### INFORME DE ENSAYOS

Fecha de Informe:	18/12/2018	Orden:	7550	Informe:	6852-18	Página:	1/2
-------------------	------------	--------	------	----------	---------	---------	-----

<b>INFORMACIÓN DEL CLIENTE:</b>							
Nombre:	DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO - DIDE						
Dirección :	AV. LOS CHASQUIS S/N RIO GUAYLLABAMBA						
Teléfono:	3700090	E. Mail:	--				

<b>DATOS DE LA MUESTRA</b>							
Tipo de Muestra:	CEREALES Y DERIVADOS	Fecha de Recepción:	05/12/2018				
Tipo de Producto:	HABA PALLAR	Cód. de Laboratorio:	CG-C-609-05-12-18				
Cantidad Recibida:	1 de 200g	Muestreo:	Realizado por el cliente				
Condición:	Muestra se recibe en condiciones no adecuadas (Funda Abierta), Funda plástica						

<b>INFORMACION PROPORCIONADA POR EL CLIENTE</b>							
Nombre:	HABA PALLAR						
Fecha de Elab.:	--	Fecha de Exp.:	--				
Contenido Declarado:	--	Lote:	--	Forma de conservación:	Ambiente		
Presentaciones:	--						
Material de envase:	--						

<b>RESULTADOS ANALISIS QUÍMICOS</b>							
Fecha de Análisis	06/12/2018 - 10/12/2018		Página R 38-5.10:	19385/HPLC-1505			
Condiciones ambientales:	Temperatura:		22°C - 33°C		Humedad Relativa: 24% - 62%		

Parámetros	Unidad	Resultados	Incertidumbre	Requisitos	Método de Referencia
Proteínas (N x 6,25)	g/100g	21,99	± 0,44	--	AOAC 20TH 979.09

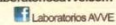
Perfil de Aminoácidos*					
Acido Aspártico	g/100g	2,32	--	--	MMQ-HPLC-12
Serina	g/100g	1,47	--	--	MMQ-HPLC-12
Acido Glutámico	g/100g	2,01	--	--	MMQ-HPLC-12
Histadina	g/100g	0,96	--	--	MMQ-HPLC-12
Glicina	g/100g	1,09	--	--	MMQ-HPLC-12
Arginina	g/100g	1,14	--	--	MMQ-HPLC-12
Treonina	g/100g	1,18	--	--	MMQ-HPLC-12
Alanina	g/100g	1,17	--	--	MMQ-HPLC-12
Prolina	g/100g	1,05	--	--	MMQ-HPLC-12
Cistina	g/100g	0,75	--	--	MMQ-HPLC-12

REV 08/09-11

**Datos de Contacto:**  
 Dirección Laboratorio Matriz: Parque Industrial California 1, Calle Arq. Modesto Luque Rivadeneira,  
 Edificio Comercial 3 Local 4 A, Km. 11 1/2 vía a Daule.  
 PBX. Matriz: (5934) 2103206. Teléfonos Parque California 1: 2103017 / 2103026 ext. 235 Cal.: 0998078518

Dirección Laboratorio de Microbiología: Parque Industrial California 2, Bodega D44  
 Km. 11 1/2 vía a Daule.  
 Teléfono: (5934) 2 103365 ext. 101. Teléfonos Parque California 2: 2 103199 ext. 443

E-mail: margot.aviles@laboratoriosave.com  
 cotizaciones.compras@laboratoriosave.com  
 padia.aviles@laboratoriosave.com  
 lorena.aviles@laboratoriosave.com  
 www.laboratoriosave.com





"Laboratorio de ensayo acreditado por el SAE con acreditación  
N° OAE LE 1C 05-004"



### INFORME DE ENSAYOS

Fecha de informe:	18/12/2018	Orden:	7550	Informe:	6851-18	Página:	2/2
-------------------	------------	--------	------	----------	---------	---------	-----

Perfil de Aminoácidos*					
Tirosina	g/100g	0,61	--	--	MMQ-HPLC-12
Valina	g/100g	1,28	--	--	MMQ-HPLC-12
Metionina	g/100g	0,67	--	--	MMQ-HPLC-12
Lisina	g/100g	1,58	--	--	MMQ-HPLC-12
Isoleucina	g/100g	1,18	--	--	MMQ-HPLC-12
Leucina	g/100g	2,26	--	--	MMQ-HPLC-12
Fenilalanina	g/100g	1,27	--	--	MMQ-HPLC-12
		21,99			

Los ensayos marcados con (\*) no están incluidos en el alcance de la acreditación del SAE  
(\*) Este parámetro no se encuentra dentro del alcance de acreditación A2LA

#### OBSERVACIONES

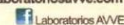
Se podrán realizar modificaciones al presente documento, hasta 6 meses después de su emisión, a excepción de que las autoridades regulatorias lo soliciten o por un sustento técnico válido, de acuerdo al criterio del laboratorio.  
Estos resultados corresponden exclusivamente a la muestra analizada.  
La contra muestra se almacena en el laboratorio por 1 mes  
Prohibida su reproducción total o parcial, sin previa autorización de LABORATORIOS AVVE S.A.  
Las observaciones y opiniones no se encuentran dentro del Alcance de Acreditación de A2LA y SAE.  
Los registros generados por el análisis de la(s) muestra(s) son mantenidas en los archivos del laboratorio por 5 años  
Válido solo el Informe Original

Q.F. Paola Avilés  
Jefe Dpto. Físico Químico

REV 08/09-11

Datos de Contacto:  
Dirección Laboratorio Matriz: Parque Industrial California 1, Calle Arq. Modesto Luque Rivadeneira,  
Edificio Comercial 3 Local 4 A Km. 11 1/2 vía a Daule.  
PBX. Matriz: (5934) 2103206. Teléfonos Parque California 1: 2103017 / 2103026 ext. 235 Cel: 0998078518  
Dirección Laboratorio de Microbiología: Parque Industrial California 2, Bodega D44  
Km. 11 1/2 vía a Daule.  
Teléfono: (5934) 2 103365 ext. 101. Teléfonos Parque California 2: 2 103199 ext. 443

E-mail: margot.aviles@laboratoriosavve.com  
cotizaciones.compras@laboratoriosavve.com  
paola.aviles@laboratoriosavve.com  
lorena.aviles@laboratoriosavve.com  
www.laboratoriosavve.com



Fuente: Investigación y proyecto REDU, 2018

## ANEXO C

### RESULTADOS DE PROTEÍNA BRUTA DE LA ZARANDAJA

MC-LSAIA-2201-04

	INSTITUTO NACIONAL AUTONOMO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS ESTACION EXPERIMENTAL SANTA CATALINA DEPARTAMENTO DE NUTRICION Y CALIDAD LABORATORIO DE SERVICIO DE ANALISIS E INVESTIGACION EN ALIMENTOS Panamericana Sur Km. 1. Cutuglagua Tlfs. 2690691-3007134, Fax 3007134 Casilla postal 17-01-340	
---	--	---

INFORME DE ENSAYO No: 19-096

**NOMBRE PETICIONARIO:** Sr. Jonathan Caiza  
**DIRECCION:** Machachi  
**FECHA DE EMISION:** 4 de junio de 2019  
**FECHA DE ANALISIS:** Del 29 de mayo al 4 de junio de 2019

**INSTITUCION:** Particular  
**ATENCION:** Sr. Jonathan Caiza  
**FECHA DE RECEPCION.:** 28 de mayo de 2019  
**HORA DE RECEPCION:** 11H50  
**ANALISIS SOLICITADO** Proteína

ANÁLISIS	HUMEDAD	PROTEÍNAQ					IDENTIFICACIÓN
METODO	MO-LSAIA-01.01	MO-LSAIA-01.04					
METODO REF.	U. FLORIDA 1970	U. FLORIDA 1970					
UNIDAD	%	%					
19-0593	8,64	26,47					Harina 1

Los ensayos marcados con Q se reportan en base seca.  
 OBSERVACIONES: Muestra entregada por el cliente

  
**Dr. Iván Samaniego, MSc.**  
**RESPONSABLE TÉCNICO**



  
**Ing. Bladimir Ortiz**  
**RESPONSABLE CALIDAD**

Este documento no puede ser reproducido ni total ni parcialmente sin la aprobación escrita del laboratorio.  
 Los resultados arriba indicados solo están relacionados con el objeto de ensayo


NOTA DE DESCARGO: La información contenida en este informe de ensayo es de carácter confidencial, está dirigido únicamente al destinatario de la misma y solo podrá ser usada por este. Si el lector de este correo electrónico o fax no es el destinatario del mismo, se le notifica que cualquier copia o distribución de este se encuentra totalmente prohibido. Si usted ha recibido este informe de ensayo por error, por favor notifique inmediatamente al remitente por este mismo medio y elimine la información.

**Fuente:** Laboratorio de servicio de análisis e investigación en alimentos INIAP, 2019




## ANEXO D

### RESULTADOS DE PROTEÍNA BRUTA DE HABA PALLAR Y ZARANDAJA




UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO  
FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERÍA EN ALIMENTOS Y BIOTECNOLOGÍA  
LABORATORIO DE CONTROL Y ANÁLISIS DE ALIMENTOS  
Dir: Av. Los Chasquis y Río Payamino, Huachi, Telf: 2 400987 ext. 5517, e-mail: laconal@uta.edu.ec  
Ambato-Ecuador



---

**CERTIFICADO DE ANÁLISIS DE LABORATORIO**

Certificado No: 19-084		801-870 09				
Solicitud N°: 19-084		Pág. 1 de 1				
Fecha recepción: 23 de mayo de 2019		Fecha de ejecución de ensayos: 31 de mayo de 2019				
<b>Información del cliente:</b>						
Empresa:	C.L.RUC: 1704627550					
Representante: Cecilia Mercedes Carpio	Tlf: 0995266280					
Dirección: Río Tintag y Cervantes	Email: cecliac606@gmail.com					
Ciudad: Ambato						
<b>Descripción de las muestras:</b>						
Producto: Harina de haba pallar, harina de zarandaja	Peso: 5g					
Marca comercial: n/a	Tipo de envase: frasco de plástico					
Lote: n/a	No de muestras: dos					
F. Elb.: n/a	F. Exp.: n/a					
Conservación: Ambiente: X Refrigeración: Congelación:	Almac. en Lab: n/a, no sobre muestra					
Cierres seguridad: Ninguno: X Intactos: Rotos:	Muestreo por el cliente: 23 de mayo de 2019					
<b>RESULTADOS OBTENIDOS</b>						
Muestras	Código del laboratorio	Código cliente	Ensayos solicitados / Técnica	Métodos utilizados	Unidades	Resultados
Harina de haba pallar	08419201	Ninguno	Proteína Kjeldahl	AOAC Ed 20, 2016 2001.11	%(Nx6,25)	17,4
Harina de zarandaja	08419202	Ninguno	Proteína Kjeldahl	AOAC Ed 20, 2016 2001.11	%(Nx6,25)	25,9
Conds. Ambientales: 20,7 °C; 58,8%HR						
			 Gladys Risueño Directora de Calidad			
Autorización para transferencia electrónica de resultados: Si						
Fecha de emisión del certificado: 31 de mayo de 2019						
<p style="font-size: small;">Nota: Los resultados consignados se refieren exclusivamente a la muestra recibida. El Laboratorio no es responsable por el uso incorrecto de esta información. No es un documento negociable. Solo se permite su reproducción, sin fines de lucro y haciendo referencia a la fuente.</p> <p style="font-size: x-small;">"La información que se está enviando es confidencial, exclusiva y reservada para su destinatario, y no puede ser divulgada. Si usted no es el destinatario de esta información, es requerido eliminarla inmediatamente. La distribución o copia del mismo está prohibida y será sancionada según el precepto legal pertinente."</p>						

**Fuente:** Laboratorio de control y análisis de alimentos LACONAL, 2019

## ANEXO E

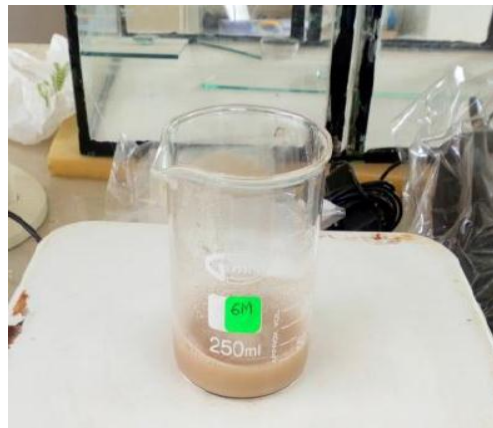
### FOTOGRAFÍAS DEL DESARROLLO DE LA PARTE EXPERIMENTAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

#### MATERIA PRIMA



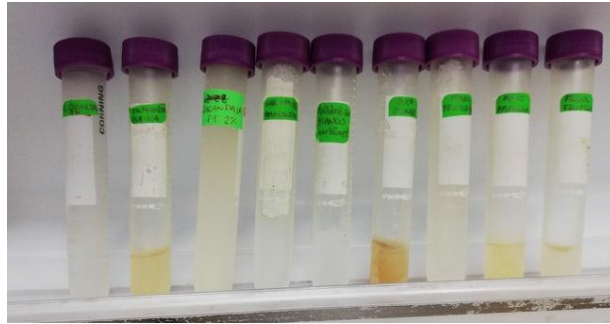
**Figura 12.** Harinas procedentes del proyecto REDU

#### SOLUBILIZACIÓN DE LA PROTEINA



**Figura 13.** Solubilización de las proteínas de las harinas a pH 8,0

## PROTEINA SOLUBLE



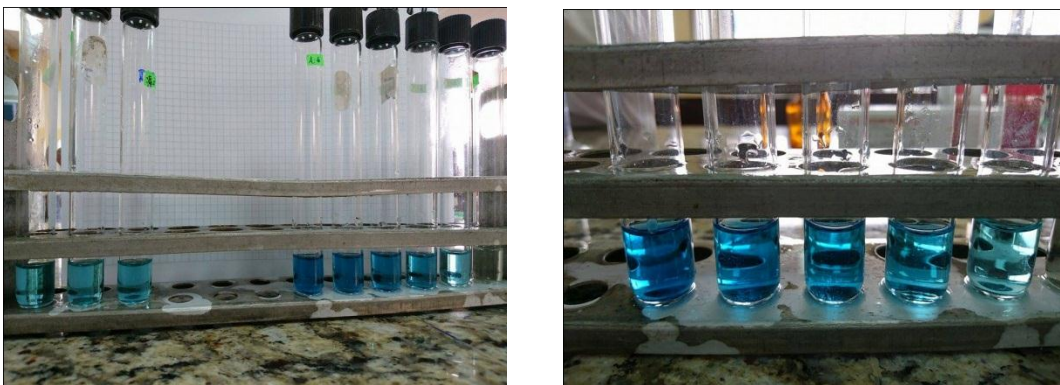
**Figura 14.** Muestras centrifugadas

## DIGESTIÓN POR MICROKJELDAHL



**Figura 15.** Digestión de muestras

## CUANTIFICACIÓN PROTEICA

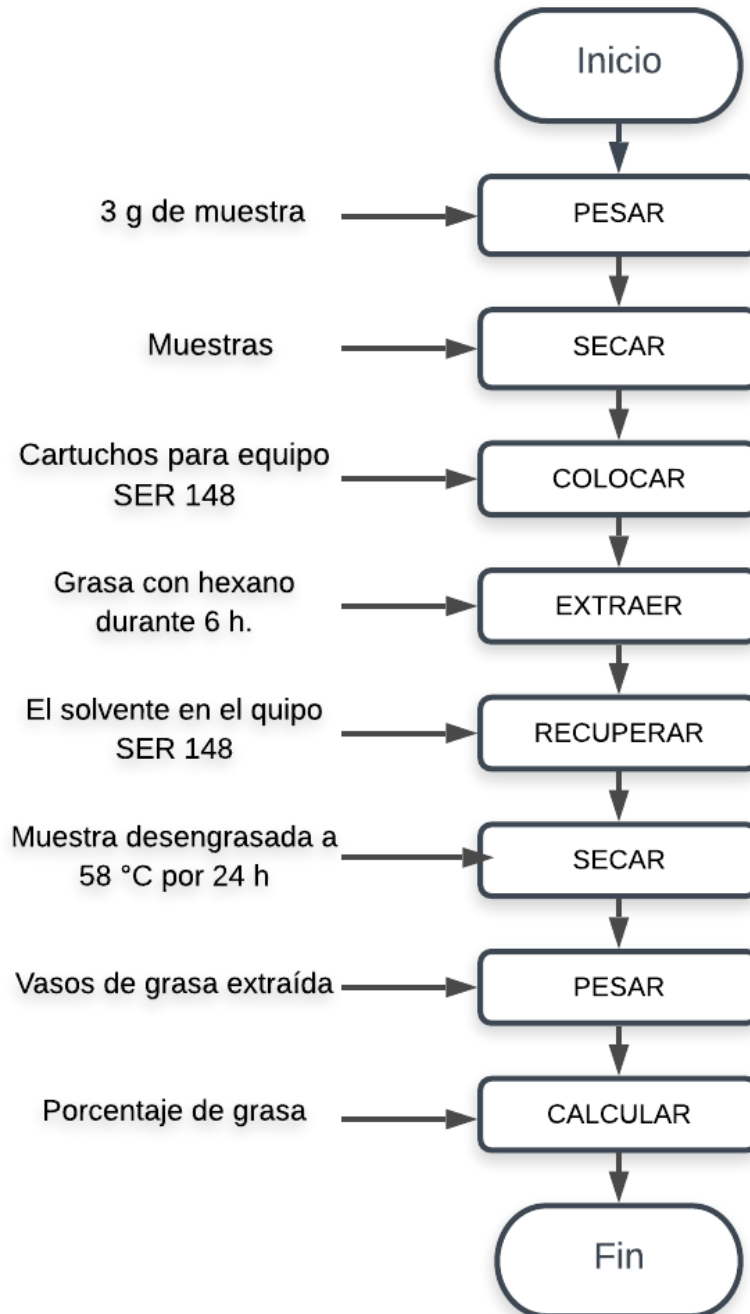


**Figura 16.** Muestras para cuantificar el contenido de  $\text{NH}_4^+$  mediante lecturas de absorbancia a 645 nm

## ANEXO F

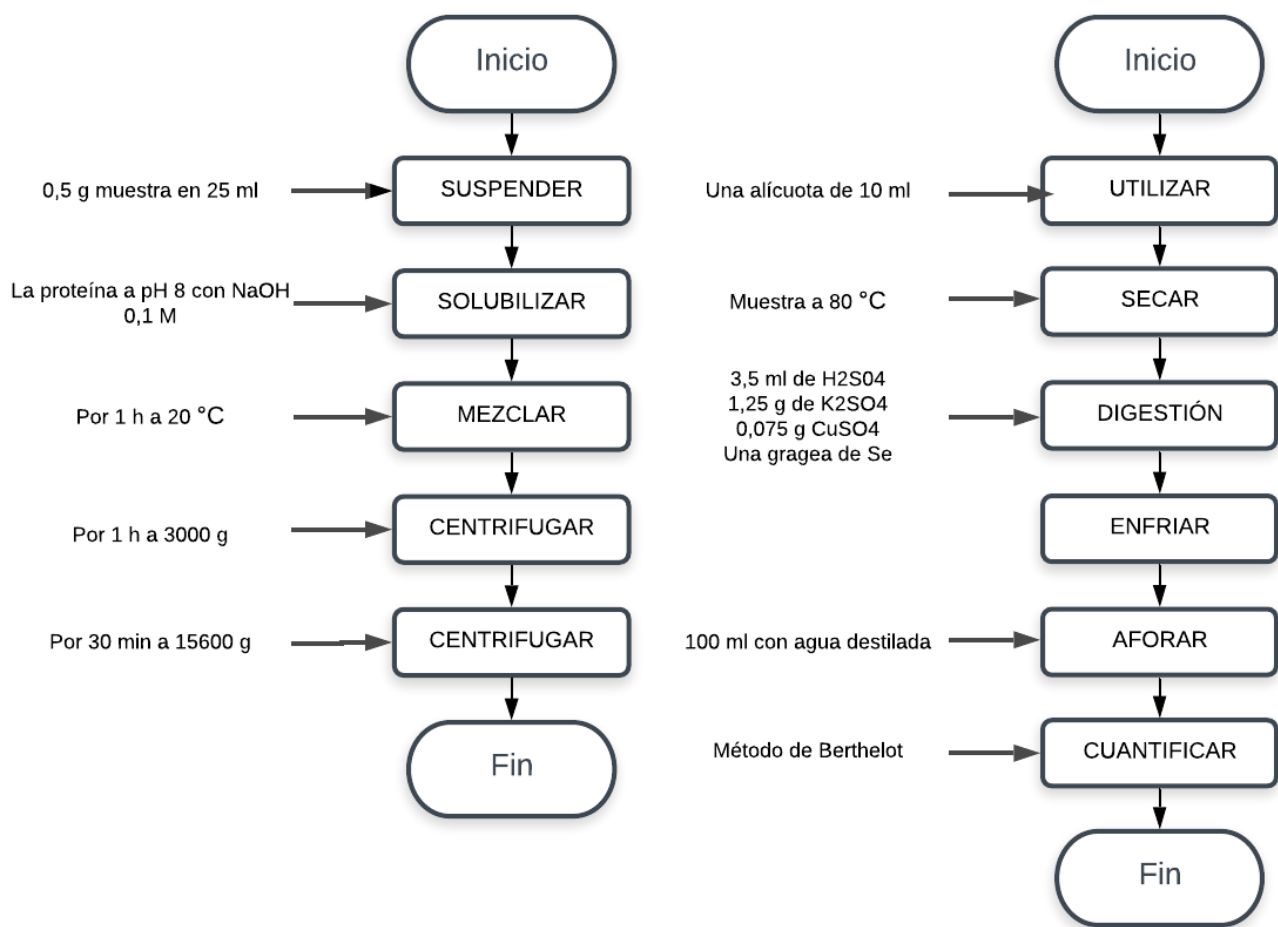
### DIAGRAMA DE PROCESOS DE LA METODOLOGÍA

#### EXTRACCIÓN DE GRASA



**Figura 17.** Procedimiento para la elaboración de extracción de grasa en el equipo SER 148

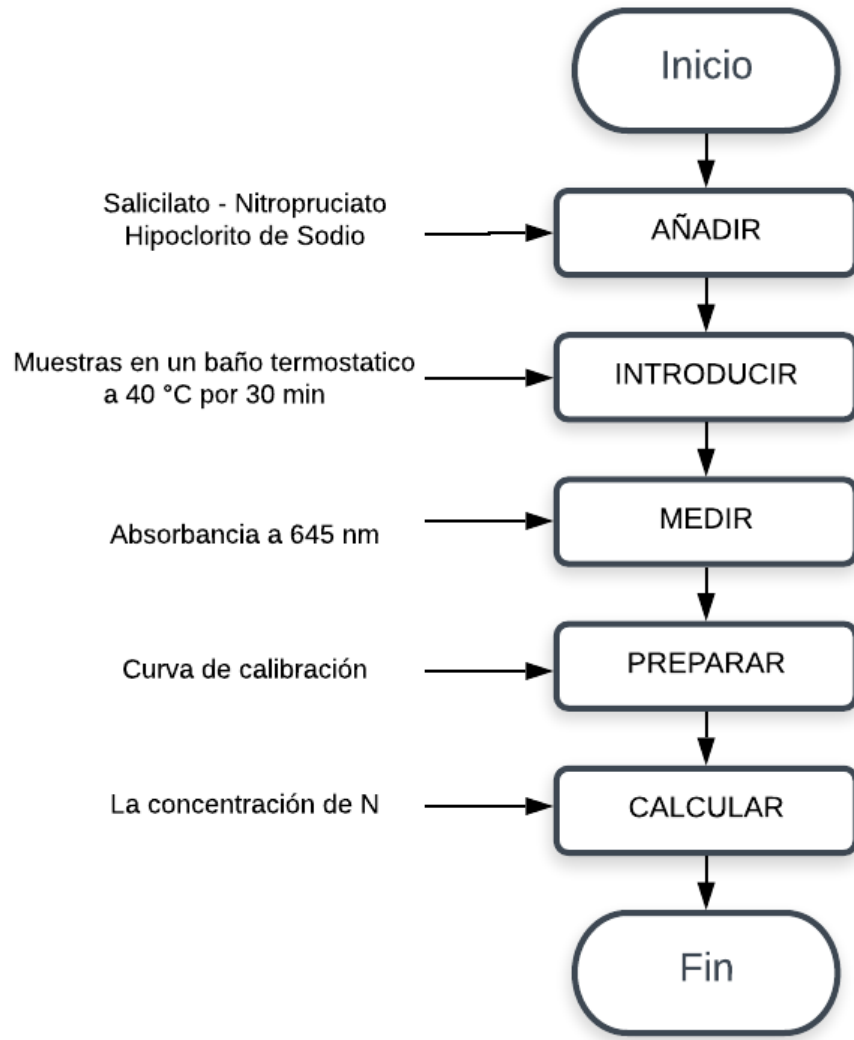
## DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE DE SOLUBILIDAD DE LAS PROTEÍNAS (PSI)



**Figura 18.** Procedimiento para la determinación del (PSI)



## CUANTIFICACIÓN DEL NITRÓGENO



**Figura 19.** Procedimiento para la cuantificación del Nitrógeno