



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE SALUD PÚBLICA**  
**CARRERA DE GASTRONOMÍA**

“COMPARACIÓN DE HARINA DE CHOCHO (LUPINUS MUTABILIS  
SWEET) DESHIDRATADA Y LIOFILIZADA, PARA LA  
ELABORACIÓN DE PAN ARTESANAL”.

**TRABAJO DE TITULACIÓN**

**TIPO: PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

Presentado para optar al grado académico de:

**LICENCIADA EN GESTIÓN GASTRONÓMICA**

**AUTORA: SANDRA PAOLA PONCE PINOS**

**TUTOR: Lcdo. FABIAN MAURICIO GAIBOR MONAR**

RIOBAMBA – ECUADOR

2018

**@2018, SANDRA PAOLA PONCE PINOS**

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo la cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca los derechos de autor.

**ESCUELA SUEPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**

**FACULTAD DE SALUD PÚBLICA**

**ESCUELA DE GASTRONOMÍA**

El tribunal de trabajo de titulación certifica que: El trabajo de Titulación tipo proyecto de investigación “COMPARACIÓN DE HARINA DE CHOCHO (LUPINUS MUTABILIS SWEET) DESHIDATADA Y LIOFILIZADA, PARA LA ELABORACIÓN DE PAN ARTESANAL”. de responsabilidad de la señorita SANDRA PAOLA PONCE PINOS, ha sido minuciosamente revisado por los miembros del tribunal de trabajo de titulación quedando autorizada su presentación.

FIRMA

FECHA

Lcdo. Fabián Mauricio Gaibor Monar.

**DIRECTOR DEL TRABAJO DE  
TITULACIÓN.**

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Lcdo. Juan Carlos Salazar.

**MIEMBRO DEL TRIBUNAL.**

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Ing. Rafael Inty Salto Hidalgo

**DOCUMENTALISTA**

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Yo, SANDRA PAOLA PONCE PINOS soy responsable de las ideas, doctrinas y resultados expuestos en este Trabajo de Titulación y el patrimonio intelectual del Trabajo de Titulación pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Sandra Paola Ponce Pinos.

## **DEDICATORIA**

Agradezco y dedico este trabajo a mis Padres por siempre apoyarme en todo lo que me he propuesto, por ser las personas que constantemente han estado ahí en cada paso y decisión que he tomado, a mi hermana Jacqueline por ser el mejor ejemplo de fuerza, perseverancia y superación; a mi prometido Johan, mi pilar fundamental aquel que me ha acompañado y me ha incentivado a ser más de lo que yo misma puedo creer ser capaz, por ver esas grandes fortalezas donde yo veo debilidades. Con amor.

**Sandra.**

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a todas las personas que son parte de la Escuela de Gastronomía, por haber sido partícipes de mi formación profesional y brindarme todos los conocimientos que obtuve durante estos años de carrera; de forma especial al Lcdo. Mauricio Gaibor M. y Lcdo. Juan Salazar por guiarme a través de este proceso y brindarme sus grandes conocimientos. Con cariño.

**Sandra.**

## TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN.....	xiv
ABSTRACT .....	xv
<b>CAPÍTULO I</b>	
<b>1. ANTECEDENTES.....</b>	<b>1</b>
<b>1.1 Problemática .....</b>	<b>1</b>
<b>1.2 Justificación.....</b>	<b>2</b>
<b>1.3 Objetivos.....</b>	<b>4</b>
<i>1.3.1 General.....</i>	<i>4</i>
<i>1.3.2 Específicos.....</i>	<i>4</i>
<b>CAPÍTULO II</b>	
<b>2. MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>5</b>
<b>2.1 Botánica de las plantas .....</b>	<b>5</b>
<b>2.2 Leguminosas.....</b>	<b>5</b>
<i>2.2.1 Composición química de las leguminosas .....</i>	<i>7</i>
<i>2.2.2 Propiedades favorables de las legumbres .....</i>	<i>10</i>
<b>2.3 Chocho .....</b>	<b>12</b>
<i>2.3.1 Origen.....</i>	<i>12</i>
<i>2.3.2 Composición química del grano de chocho .....</i>	<i>13</i>
<i>2.3.3 Importancia y diversidad agronómica del chocho.....</i>	<i>15</i>
<i>2.3.4. Características botánicas del chocho .....</i>	<i>16</i>
<i>2.3.5 Cultivo .....</i>	<i>19</i>
<i>2.3.4 Alcaloides del chocho .....</i>	<i>21</i>
<i>2.3.5 Procesamiento y consumo del chocho .....</i>	<i>22</i>
<b>2.4. Pan .....</b>	<b>27</b>
<i>2.4.1 Historia.....</i>	<i>27</i>
<i>2.4.2 Pan en Ecuador .....</i>	<i>28</i>
<i>2.4.3 El pan en la actualidad.....</i>	<i>30</i>
<b>2.5 Métodos de obtención de harinas .....</b>	<b>30</b>
<i>2.5.1 Deshidratación .....</i>	<i>30</i>
<i>2.5.2 Liofilización .....</i>	<i>30</i>
<b>2.6 Obtención harina de chocho .....</b>	<b>33</b>
<i>2.6.1 Método de deshidratación para la obtención de la harina de chocho .....</i>	<i>33</i>

### CAPÍTULO III

<b>3.</b>	<b>METODOLOGÍA</b> .....	37
<b>3.1</b>	<b>Procesamiento del chocho para la obtención de harina</b> .....	38
<i>3.1.1</i>	<i>Recepción materia prima</i> .....	38
<i>3.1.2</i>	<i>Hidratación</i> .....	38
<i>3.1.3</i>	<i>Cocción</i> .....	38
<i>3.1.4</i>	<i>Desagüe</i> .....	38
<i>3.1.5</i>	<i>Deshidratación por calor concentrado o calor seco</i> .....	38
<i>3.1.6</i>	<i>Deshidratación por liofilización</i> .....	39
<i>3.1.7</i>	<i>Molienda y tamizado</i> .....	39
<i>3.1.8</i>	<i>Materiales y Equipos</i> .....	40
<b>3.2</b>	<b>Formulación para la elaboración de pan a partir de la harina de chocho deshidratada.</b> .....	41
<i>3.2.1</i>	<i>Receta estándar</i> .....	43
<b>3.1</b>	<b>Técnicas</b> .....	44
<b>3.2</b>	<b>Instrumentos</b> .....	45
<i>3.2.1</i>	<i>Fichas de evaluación sensorial</i> .....	45
<i>3.2.2</i>	<i>Exámenes de laboratorio</i> .....	45
<b>3.4</b>	<b>Población y muestra</b> .....	46
<b>3.5</b>	<b>Hipótesis</b> .....	46
<b>3.6</b>	<b>VARIABLES</b> .....	46
<i>3.6.2</i>	<i>Independiente</i> .....	47
<b>3.7</b>	<b>Operacionalización de las variables</b> .....	47

### CAPÍTULO IV

<b>3.</b>	<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b> .....	52
<b>4.1</b>	<b>Análisis Bromatológico de las harinas de chocho deshidratada y liofilizada</b> .....	52
<b>4.2</b>	<b>Análisis Microbiológico de las harinas de chocho deshidratada y liofilizada.</b> .....	53
<b>4.3</b>	<b>Análisis de minerales de las harinas de chocho deshidrata y liofilizada.</b> .....	54
<b>4.4</b>	<b>Evaluación de aceptabilidad del Pan Artesanal a base de harina de chocho deshidrata.</b> .....	56
<b>4.5</b>	<b>Elaboración de Pan Artesanal con harina de chocho deshidrata en diferentes porcentajes.</b> .....	60
<i>4.5.1</i>	<i>Sustitución 75-25% en la elaboración de Pan Artesanal a base de harina de chocho deshidrata.</i> .....	60
<i>4.5.2</i>	<i>Sustitución 70-30% en la elaboración de Pan Artesanal a base de harina de chocho deshidrata.</i> .....	61
<i>4.5.3</i>	<i>Sustitución 65-35% en la elaboración de Pan Artesanal a base de harina de chocho deshidrata.</i> .....	62

<i>4.5.4 Descripción de la miga y alveolos del pan elaborado a base de harina de chocho deshidratada.</i> .....	63
<b>CONCLUSIONES</b> .....	64
<b>RECOMENDACIONES</b> .....	65
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	
<b>ANEXOS</b>	

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1-2</b> Análisis bromatológico del chocho amargo y desamargado.....	14
<b>Tabla 2-2</b> Parientes silvestres del chocho ( <i>lupinus mutabilis</i> ) .....	16
<b>Tabla 3-2</b> Composición de ácidos grasos del chocho.....	23
<b>Tabla 4-2</b> Comparación de la composición del chocho y soya .....	23
<b>Tabla 5-2</b> Chocho y Soya: contenido de proteínas y grasa en granos y leche (%).....	24
<b>Tabla 1-3</b> Formulaciones de porcentajes para sustitución de harina de chocho para la elaboración de pan .....	41
<b>Tabla 2-3</b> Parámetros de observación .....	45
<b>Tabla 3-3</b> Operacionalización de las variables.....	47
<b>Tabla 4-3</b> Método Chi-cuadrado, valores observados.....	48
<b>Tabla 5-3</b> Método Chi-cuadrado, frecuencias esperadas.....	49
<b>Tabla 6-3</b> Método Chi-cuadrado, calculo chi-cuadrado.....	50
<b>Tabla 1-4</b> Análisis Bromatológico H. de chocho Deshidratada .....	53
<b>Tabla 2-4</b> Análisis Bromatológico H. de chocho Liofilizada.....	53
<b>Tabla 3-4</b> Análisis Microbiológico H. de chocho Deshidratada .....	54
<b>Tabla 4-4</b> Análisis Microbiológico H. de chocho Liofilizada.....	54
<b>Tabla 5-4</b> Análisis de minerales H. Deshidratada .....	55
<b>Tabla 6-4</b> Análisis de minerales H. Liofilizada.....	55

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

<b>Gráfico 1-4:</b> Análisis de aceptabilidad Color, muestra A y muestra B .....	56
<b>Gráfico 2-4:</b> Análisis de aceptabilidad Olor, muestra A y muestra B .....	57
<b>Gráfico 3-4:</b> Análisis de aceptabilidad Sabor, muestra A y muestra B.....	58
<b>Gráfico 4-4</b> Análisis de aceptabilidad Textura, muestra A y muestra B.....	59

## ÍNDICE DE IMÁGENES

<b>Imagen 1-4:</b> Pan Artesanal a base de harina de chocho deshidratada en porcentaje de sustitución 75-25% .....	60
<b>Imagen 2-4:</b> Pan Artesanal a base de harina de chocho deshidratada en porcentaje de sustitución 70-30% .....	61
<b>Imagen 3-4:</b> Pan Artesanal a base de harina de chocho deshidratada en porcentaje de sustitución 65-35% .....	62

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1-2</b> Utilización harina de chocho en elaboración de pan.....	36
<b>Figura 1-3</b> Proceso de obtención de harina de chocho por Deshidratación. ....	39
<b>Figura 2-3</b> Proceso de obtención de harina de chocho por Liofilización.....	40
<b>Figura 3-3</b> Diagrama de procesos para la elaboración de pan con harina de chocho.....	44
<b>Figura 1-4</b> Requisitos físicos y químicos de la harina .....	51

## RESUMEN

El objetivo del presente trabajo de titulación fue realizar la comparación de dos tipos de harina de chocho obtenidos por dos métodos: el método de deshidratación o calor concentrado y el método de liofilización o deshidrocongelación. Para la obtención de las harinas se trabajó con 500 gr de chocho desamargado, para cada proceso de obtención se usó el deshidratador Stainless Steel Deshidrydrator y el Liofilizador Beacoup PI-33, tomando 100 gr de muestra de cada una de las harinas para los análisis de laboratorio, obteniendo resultados de estudios bromatológicos, microbiológicos y de minerales, de esta forma basándonos en la “NORMA INEN 616: 2006 HARINA DE TRIGO. REQUISITOS” se determinó que la harina de chocho deshidratada presentó mejores características nutrimentales e inocuas. Una vez seleccionada la harina de chocho deshidratada, se realizó distintas formulaciones para la elaboración de pan tipo artesanal, con sustitución proporcional de harina de trigo por harina de chocho deshidratada en cantidades de (75-25%, 70-30% y 65-35%), después de varias pruebas realizadas se determinó que el pan con sustitución 70% harina de trigo 30% harina de chocho cumplió con los parámetros establecidos en la “NORMA INEN 0096: 1979 PAN ESPECIAL.REQUISITOS”. Se aplicó una evaluación sensorial de aceptabilidad a los docentes de la Escuela de Gastronomía de la ESPOCH, bajo el método de una escala hedónica, se pudo determinar que la muestra B aromatizada con ralladura de limón obtuvo mejores resultados en cuanto a sabor y olor. Resultado similar obtuvo la muestra A en cuanto a color y textura. Luego de haber realizado los análisis de laboratorio y elaborar el pan se concluye que la harina de chocho si aporta una mejora nutricional del pan, proporcionando un producto que es apetecible e inocuo al consumidor.

**Palabras clave:** <TECNOLOGÍA Y CIENCIAS MÉDICAS>, <GASTRONOMÍA>, <LEGUMINOSAS>, <CHOCHO (*Lupinus Mutabilis Sweet*)>, <DESHIDRATACION>, <LIOFILIZACION>, <HARINA DE CHOCHO>, <PAN ARTESANAL>, <PANIFICACIÓN>.

## ABSTRACT

The present research work was to purpose with the objective of making the comparison of two types of lupine flour obtained by two methods: the dehydration or concentrated heat Methods and the lyophilization or dehydrogenation method. To obtain the flours, we worked with 500 g of unbroken lupine. For each obtaining process, the Stainless Steel Dehydrator dehydrator and the Beacoup PI-33 lyophilizer were used. taking 100 gr sample of each of the flours for laboratory analysis, obtaining results of bromatological, microbiological and minerals' studies, in this way based on the "NORMA INEN 616: 2006 HARINA DE TRIGO. REQUISITOS", it was determined that the flour of dehydrated pussy presented better nutritional characteristics and innocuous. The dried dehydrated lupine flour was selected different formulations were made of elaboration artisan-type bread with proportional replacement wheat flour by dehydrated lupine flour in quantities of 75- 25%, 70-30% and 65-35%; after several tests carried out. It was determined that bread replacing 70% wheat flour, 30% lupine flour complied with the parameters established from "NORMA INEN 0096: 1979 PAN ESPECIAL. REQUISITOS". A general evaluation of acceptability was applied to the teachers of the School of Gastronomy of the ESPOCH, under the method of a hedonic scale, it was determined that sample B flavored with lemon zest obtained better results in terms of taste and smell. Similar result obtained sample A in terms of heat and texture. After having made the analysis of the laboratory analysis and making the bread, it is concluded that the lupine flour if it provides a nutritional improvement of the bread, providing a product that is appetizing and innocuous to the consumer.

**Keywords:** <TECHNOLOGY AND MEDICAL SCIENCES>, <GASTRONOMY>, <LEGUMINOUS>, <CHOCHO (*Lupinus Mutabilis Sweet*)>, < DEHYDRATION>.

# CAPÍTULO I

## 1. ANTECEDENTES

### 1.1 Problemática

La industria alimentaria en la actualidad ha ido incrementando de forma considerable las distintas técnicas para obtener productos con excelentes características, pero lamentablemente mientras más avanza la industria podemos observar cómo se producen productos carentes de beneficios nutricionales. El pan es un producto de mayor consumo en el país, en las familias, según un estudio realizado por el INEC 2012, donde menciona que los alimentos con mayor consumo en el país son el pan, arroz y bebidas gaseosas.

El pan, aunque en la historia fue de gran ayuda, en la actualidad los ingredientes que se utilizan para su fabricación no aportan un valor nutricional, al contrario, han sido motivo de algunas enfermedades, el trigo se ha vuelto un producto híbrido con altas cantidades de glutamina causando la irritación de las paredes del intestino.

Al presentar un consumo frecuente de pan en los hogares, como mínimo dos veces al día, nos vemos inmiscuidos a preguntarnos si lo que consumimos en realidad es un aporte beneficioso o perjudicial para nuestra salud, además que este producto alimenticio se encuentra entre las bases de la pirámide alimenticia.

La elaboración del pan actual es muy distinta a la tradicional que se realizaba años atrás, se han modificado procesos y se han incrementado diversos preservantes, las harinas que se utilizan son refinadas hasta un 75%, produciendo un pan con alto contenido glucémico.

De igual manera se puede apreciar en la actualidad la elaboración de pan pasa por procesos muy distintos a los que se utilizaba en épocas anteriores, y han transformado tanto su textura como su sabor, ofreciendo panes de poca calidad lo cual según algunos autores es la razón de la

disminución de consumo de pan, ya que al llevar ciertos aditivos y la fabricación de forma industrial pierde significativamente nutrientes.

Además, al momento de elaborar el pan, se ha perdido de forma notable las técnicas tradicionales que eran empleadas y daban al pan su valor agregado, como son los pre fermentos o masas madres, al igual que el tiempo y la forma en la que colocaban las masa a leudar. Los distintos métodos de cocción que eran utilizados y daban al pan un sabor característico que en los panes elaborados de forma industrial no se aprecia.

## **1.2 Justificación**

La investigación está fomentada por el creciente interés que la sociedad busca para alimentarse de mejor manera, frente a esta necesidad se intenta presentar una alternativa para consumir los nutrientes necesarios por medio de un pan a base de harina de chocho, ya que esta leguminosa presenta un buen porcentaje de proteína y el pan es parte de la dieta diaria de la sociedad actual.

En el presente, el mundo se está auto diagnosticando y tratando de cambiar su forma de alimentación gracias al incremento de enfermedades que se van desarrollando con el paso del tiempo, asociado a la forma errónea de nutrición que llevamos, se ha visto el aumento de consumo de frutas y verduras a su dieta.

En las cuales se puede apreciar en varias investigaciones alimentarias y en productos ya distribuidos en el mercado a las leguminosas como un gran aporte nutrimental para el ser humano al aplicarlo a la industria panadera, de las cuales se han derivado varios productos.

El chocho es una gran fuente de minerales y propiedades nutritivas, es una leguminosa que se distingue por su contenido de proteína y por sus características agronómicas. El mineral predominante del chocho es el calcio, componente principal de dientes, huesos y células a través del aparato digestivo absorben para asegurar el crecimiento y mantener la solidez estructural del cuerpo, además también es rico en fósforo que es aquel que actúa como controlador del calcio y mantiene la actividad del músculo cardíaco.

Al someter las legumbres a la deshidratación por calor seco correspondiente a que la actividad del agua ( $A_w$ ) se reduzca y el sabor del producto cambia radicalmente, de modo contrario que la liofilización ayuda a mantener el sabor original.

La liofilización es el proceso que nos ayuda a la deshidratación o deshidrocongelación de un producto evitando un proceso térmico, así, pasando por un estado de sublimación es decir de sólido a gas generado en torno al vacío, de esta manera logrando conservar en su mayoría las propiedades del chocho podemos obtener una harina rica en proteínas y minerales que la obtenemos emplear en diferentes porcentajes a la elaboración de pan artesanal, mejorando su calidad nutricional.

El pan es uno de los productos más antiguos consumidos por el hombre, ha sido base de alimentación en diferentes épocas, pero gracias a los cambios en los procesos de la industria alimentaria podemos emplear diferentes técnicas, procesos y combinaciones. La implementación de la harina de chocho sea deshidratada o liofilizada para la obtención de pan artesanal, puede aportar un producto con un alto valor nutricional.

## **1.3 Objetivos**

### ***1.3.1 General***

- Elaboración de harinas de chocho (*lupinus mutabilis sweet*) obtenidas por el método de deshidratación y por el método de liofilización para la elaboración de pan tipo artesanal

### ***1.3.2 Específicos***

- Obtener las harinas de chocho a través del método de deshidratación y del método de liofilización para comparar sus propiedades nutricionales
- Analizar las características bromatológicas y microbiológicas de las harinas obtenidas por el método de deshidratación y por el método de liofilización.
- Seleccionar la harina de chocho que presente las mejores características nutricionales e inocuas.
- Sustituir distintos porcentajes de harina de trigo por harina de chocho seleccionada por su rendimiento nutricional y características inocuas, para la formulación de pan tipo artesanal.
- Evaluar la aceptabilidad del pan tipo artesanal elaborado con la sustitución de diferentes porcentajes de harina de trigo por harina de chocho seleccionada por su rendimiento nutricional.

## **CAPÍTULO II**

### **2. MARCO TEÓRICO**

#### **2.1 Botánica de las plantas**

Se puede considerar una planta como un sistema abierto. Están relacionadas con un gran número de movimientos de materia y energía, los cuales se realizan en sus superficies. El agua, sales minerales y oxígeno que penetran en ellas pasan por una serie compleja de reacciones ordenadas dirigidas por la energía solar y cuyo resultado es el milagro del crecimiento y desarrollo que caracterizan a la vida. Sin embargo, una planta se comporta como cualquier objeto húmedo del medio ambiente: se calienta y enfría como consecuencia de la absorción y liberación de energía por medio de procesos de convección, irradiación y evaporación (Jensen, 1988).

#### **2.2 Leguminosas**

La Etnohistoria de los alimentos aborígenes en el Ecuador menciona que las leguminosas figuran entre los primeros productos alimenticios cultivados por el hombre. Su domesticación se remota a los tiempos neolíticos, en que el hombre pasaba de la recolección, la caza y la pesca, a una nueva fase de desarrollo consistente en la producción de alimentos. Las leguminosas aparecen muy pronto en el desarrollo de la agricultura del nuevo mundo y pasan a formar parte de la dieta de los pueblos nativos (Estrella, 1990).

Antiguamente en el viejo mundo predominaba el cultivo del trigo y cebada ocupando las leguminosas un puesto secundario pero importante. Con el transcurso de los siglos, las especies de leguminosas se han extendido en todo el mundo destacándose en América del Sur los cultivos de habas, lentejas, arvejas, chochos, soja, maní, frejoles, entre otros., en donde las semillas maduras y secas de estas leguminosas que tienen un elevado valor nutritivo se conservan sin mayores problemas y juegan un papel importante en los regímenes alimentarios de la mayoría del mundo (Merino Peñafiel, 1988).

En la alimentación humana y animal se utilizan hasta 150 especies de leguminosas, siendo las más relevantes para el consumo humano las, lentejas, frejol, garbanzos, habas y arvejas. En su composición interesa destacar los contenidos de proteínas, de hidratos de carbono de asimilación lenta, de minerales (calcio, hierro, zinc), fibra (soluble) y algunos componentes bioactivos minoritarios. El consumo humano de legumbres es menor en Europa que en otras regiones del mundo y muestra una amplia variabilidad. La posibilidad de utilizar legumbres cocidas, listas para su uso, facilita el aumento de su consumo en el hogar y la adaptación a los cambios sociales, económicos y culturales. El cocinado mejora el perfil nutricional de los frejol, ya que reduce componentes tóxicos termolábiles y de oligosacáridos, manteniendo el contenido en proteína y fibra (Alonso, Rovira, Vegas, & Pedrosa, 2010).

Los leguminosos granos o legumbres, son plantas de las que se utilizan sus semillas para la alimentación tanto animal como humana. Son una buena fuente proteica, interesando también por su bajo contenido lipídico y el tipo de fibra dietética que contienen (Alonso, Rovira, Vegas, & Pedrosa, 2010).

Las legumbres son clave en la seguridad nutricional de grandes grupos de población. Constituyen la principal fuente de proteínas en muchos países en desarrollo, en especial entre los grupos de población más pobres, que obtienen las proteínas y la energía de fuentes vegetales. Mientras que en los países desarrollados donde el consumo de legumbres había ido disminuyendo con los años, la consideración de alimentos saludables ha favorecido el incremento de su consumo (Alonso, Rovira, Vegas, & Pedrosa, 2010).

En la actualidad se cultivan en todo el mundo y están adaptadas a toda clase de climas. Las semillas maduras secas, tienen un gran valor nutritivo y se pueden conservar con facilidad; como fuente de alimentación humana y animal, solo las superan los cereales (Estrella, 1990).

Las leguminosas son ricas en lisina, un aminoácido esencial para la formación del colágeno que constituye a los cartílagos y tejidos conectivos. Aunque las leguminosas son deficitarias en aminoácidos azufrados como la metionina y cistina, en cambio estos abundan en los cereales. Por eso hay que combinarlos. El chocho es uno de los cultivos leguminosos más valiosos por su alto contenido de proteínas (44 a 47%), y de grasas y aceites (20 a 22%), tanto como la soya. Asimismo, otras especies como la lenteja registran un alto contenido de hierro, elemento básico

para combatir a la desnutrición. Igualmente, poseen vitaminas del grupo B, antioxidantes y fibras (Asociación Ecología, 2016)

### ***2.2.1 Composición química de las leguminosas***

#### *2.2.1.1 Proteínas*

Se menciona según el libro Legumbres publicado por la FAO en el 2016 las legumbres tienen mayor cantidad de proteína incluso que los cereales, pero a la vez carecen de aminoácidos, por esto es que recomiendan siempre que se acompañe con otro tipo de cereal para compensar (FAO, 2016).

Las semillas de leguminosas a comparación de los granos de cereales son ricas en un alto contenido de proteína, proveyendo a la población de una gran fuente de nutrientes. Las proteínas dietéticas juegan un papel importante en por sí mismas y pueden ser los precursores de péptidos biológicamente activos. La proteína que contiene las semillas de leguminosas como las arvejas y frijoles contienen entre un 17% y 20% y pueden alcanzar entre 38% y 40% en granos de soja dependiendo de la especie (Sánchez Villegas & Sánchez Tainta , 2017).

Las globulinas, proteínas de reserva de los cotiledones, que son sintetizadas durante el periodo de formación de la semilla para ser luego utilizadas como fuentes de energía, carbono y nitrógeno a lo largo del proceso de germinación y crecimiento de la plántula, son los principales constituyentes proteicos de las leguminosas (65% - 80%) (Delgado Andrade, Olías , Jiménez López , & Clemente , 2018).

Las albúminas aunque menos cuantificadas carecen de importantes globulinas (15% - 25%) que juegan un papel biológico destacando en las semillas de las legumbres ya que están constituidas fundamentalmente por enzimas y proteínas citoplasmáticas, en estas quedan englobadas proteínas tales como lecitinas, inhibidores de amilasa y proteasas (Duranti, 2006).

Los aminoácidos en las leguminosas se presentan en niveles bajos en azufrados pero altos en lisina y como resultado nos demuestra que se complementan con las proteínas de los cereales. En

forma general las leguminosas presentan un porcentaje proteico bajo a las de origen animal y se debe a la baja presentación de aminoácidos azufrados, la resistencia a la digestión de ciertas proteínas, la relación estructura – digestibilidad y presencia de compuestos anti-nutritivos que dificultan la digestibilidad de las proteínas. Además de su calidad proteica, estas proteínas contienen péptidos bio-activos con propiedades beneficiosas para la salud (Clemente, 2000).

#### *2.2.1.2 Carbohidratos*

Las principales fuentes de carbohidratos presentes en las leguminosas están compuestos por el almidón, fibra y oligosacáridos, contienen un alto porcentaje de carbohidratos (35%-45%) en semilla seca (Salunke & Kadam, 1989).

Las legumbres poseen un alto valor de fibra dietética contribuyendo a un bajo contenido de índice glicémico. La fibra es un conjunto de moléculas heterogéneas como hemicelulosa, pectinas y lignina derivada de carbohidratos estructurales. El forro de la semillas poseen altos niveles de celulosa, mientras que los cotiledones indican niveles elevados de pectinas, celulosa y glicanos (Guillon & Champ , 2002). Las legumbres poseen un mayor fibra soluble que los cereales y tubérculos, además está constituida por pectinas, gomas, mucílagos, hemicelulosas y sacáridos; se ha documentado que hasta un 25% de la fibra total de las legumbres secas son solubles, frente a los bajos porcentajes detectados en el trigo (Ros & Periago , 2005).

Alto consumo de fibra soluble es asociado con una disminución de colesterol y relacionado al bajo incremento de enfermedades coronarias. Además, es una gran fuente de resistencia en glucosa e insulina (Sánchez Villegas & Sánches Tainta , 2017).

#### *2.2.1.3 Lípidos*

Los lípidos se encuentran presentes en bajos porcentajes en las legumbres (1% - 2%) (Ros & Periago , 2005). Estos pertenecen a un conjunto heterogéneo de ácidos grasos, di- glicéridos y triglicéridos, aunque las leguminosas no presentan gran fuente de ácidos grasos, se destaca que su fracción de grasa se caracteriza por presentar un alto contenido de ácidos grasos monoinsaturados (oleico), y poliinsaturados (linoleico). Y cabe mencionar que la guía alimentaria

de Canadá recomienda el consumo de legumbres para sustituir el consumo de carne y reducir el consumo de grasas saturadas (Canada, 2011).

### 2.2.1.4 Vitaminas y minerales

Según el tipo de vitaminas estas se clasifican en solubles e hidrosolubles, las legumbres poseen gran cantidad de vitaminas hidrosolubles, haciendo una comparación se puede mencionar que contienen la misma o mayor cantidad de tiamina del que poseen los cereales y el aporte de niacina varía entre 2- 3mg/100gr (Ros & Periago , 2005). Cabe mencionar que el ácido fólico, vitamina la cual es esencial para prevenir la anemia y los defectos del tubo neural durante la gestación, se ha considerado que 100 gr de legumbres como garbanzos y lentejas cubre la totalidad de las necesidades diarias un adulto sano (Ros & Periago , 2005).

Se recomienda que, para preservar el contenido de ácido fólico en legumbres, remojar por tiempos prolongados para que ayuden a una cocción más rápida y evitar por medio de procesos térmicos pérdidas nutricionales (Hoppner & Lampi, 1993).

Componentes	Unidades	Judías			Lentejas	Garbanzos	Guisantes verdes	Soja	Habas	Altramuz
		Negras	Biancas	Pintas						
Agua	g	11.02	12.10	11.33	8.26	7.68	78.86	8.54	10.98	10.44
Energía	kcal	341	337	347	352	378	81	445	341	371
Proteína	g	21.6	22.33	21.42	24.63	20.47	5.42	36.49	26.12	36.17
Lípidos totales	g	1.42	1.50	1.23	1.06	6.04	0.40	19.94	1.53	9.74
Carbohidratos	g	62.36	60.75	62.55	63.35	62.95	14.45	30.16	58.29	40.37
Fibra total	g	15.5	15.3	15.5	10.7	12.2	5.7	9.3	25.0	18.9
Azúcares totales	g	2.12	3.88	2.11	2.03	10.70	5.67	7.33	5.70	-
<b>Minerales</b>										
Ca	mg	123	147	113	35	57	25	277	103	176
Fe	mg	5.02	5.49	5.07	6.51	4.31	1.47	15.70	6.70	4.36
Mg	mg	171	175	176	47	79	33	280	192	198
P	mg	352	407	411	281	252	108	704	421	440
K	mg	1483	1185	1393	677	718	244	1797	1062	1013
Na	mg	5	5	12	6	24	5	2	13	15
Zn	mg	3.65	3.65	2.28	3.27	2.76	1.24	4.89	3.14	4.75
<b>Vitaminas</b>										
Tiamina (B <sub>1</sub> )	mg	0.900	0.775	0.713	0.873	0.477	0.266	0.874	0.555	0.640
Riboflavina (B <sub>2</sub> )	mg	0.193	0.164	0.212	0.211	0.212	0.132	0.870	0.333	0.220
Niacina (B <sub>3</sub> )	mg	1.955	2.188	1.174	2.605	1.541	2.090	1.623	2.832	2.190
Piridoxina (B <sub>6</sub> )	mg	0.286	0.428	0.474	0.540	0.535	0.169	0.377	0.366	0.357
Ac. ascórbico (C)	mg	-	-	6.3	4.5	4.0	40.0	6.0	1.4	4.8
Folatos	µg	444	364	525	479	557	65	375	423	355
Filoquinona (K)	µg	5.6	2.5	5.6	5.0	9.0	24.8	47.0	9.0	-
<b>Lípidos</b>										
Saturados	g	0.366	0.170	0.235	0.154	0.603	0.071	2.884	0.254	1.156
Monosaturados	g	0.123	0.128	0.229	0.193	1.377	0.035	4.404	0.303	3.940
Poliinsaturados	g	0.610	0.873	0.407	0.526	2.731	0.187	11.255	0.627	2.439
Número NDB <sup>(1)</sup>		16014	16037	16042	16069	16056	11304	16108	16052	16076

<sup>(1)</sup>Datos obtenidos de USDA National Nutrient Database for Standard Reference Release 28 para 100g de semilla cruda, ligeramente modificada en mayo de 2016. Disponible en: <http://ndb.nal.usda.gov/ndb/search>

<sup>(2)</sup>Número NDB: código de identificación del alimento en la base de datos.

Los guiones indican cantidades no detectables o datos no proporcionados para ese alimento.

### Figura 1-2 Vitaminas y Minerales presentes en leguminosas

Fuente: Campos-Vega,R., Loarca-Piña, G. y Oomah, B. D. 2010.

### *2.2.1.5 Compuestos fotoquímicos*

Las legumbres contienen varios compuestos bioactivos y fotoquímicos, que en los años 80 y 90 se mencionaba que eran perjudiciales para la salud, pero ante algunos estudios demostrados en los mismos años se ha determinado que las legumbres poseen efectos metabólicos y fisiológicos saludables para el metabolismo. Contienen proteínas que son resistentes al proceso digestivo, las cuales permanecen activas en el tracto gastrointestinal (Alonso, Rovira, Vegas, & Pedrosa, 2010).

### *2.2.2 Propiedades favorables de las legumbres*

#### *2.2.2.1 Cardiovascular*

Una de las principales causas de muerte a nivel mundial es causada por enfermedades cardiovasculares (30%), encontrando incidentes mayores en países desarrollados. Pese a que se puede determinar patrones hereditarios al desarrollo de esta patología, se demuestra por medio de estudios científicos que dependen del estilo de vida, y en especial a la dieta de cada individuo. Se ha verificado que consumir cuatro raciones de legumbres a la semana reduce un 22% sufrir enfermedades cardiovasculares (Bazzano, Thompson, Tees, Nguyen, & Winham, 2011, págs. 94-103).

Las leguminosas son gran fuente de proteínas que son prácticas para la reducción de colesterol en la sangre, como las proteínas de soja a las que le atribuyen grandes propiedades beneficiosas para la salud cardiovascular (Cesare, Triolo, Bosisio, & Bondioli, 2012, págs. 1176-1183).

Distintos estudios realizados demuestran que la ingesta constante de legumbres contribuye gran cantidad de fibra y compuestos bioactivos, los que ayudan a disminuir la cantidad de lípidos y colesterol, que previenen su absorción en el intestino delgado dando como resultado un efecto hipocolesterolemico (Pittaway, Robertson, & Ball, 2008).

#### 2.2.2.2 *Obesidad*

Uno de los mayores problemas a nivel mundial es el sobrepeso y la obesidad, en especial en países desarrollados donde el índice se incrementa con el paso de los años como la hipertensión, diabetes, y enfermedades cardiovasculares. En distintos análisis de dietas para este tipo de personas se puede observar la aplicación de legumbres en dietas hipocalóricas, así ayudando a ciertas características metabólicas en personas con sobrepeso y obesidad (Dolores Parra & Martínez, 2009).

El consumo de alimentos ricos en fibra ayudan a un mayor estado de saciedad y también duradero en el tiempo, aunque no se encuentren pruebas científicas sobre el papel de las leguminosas en el control de peso, índice de masa corporal o circunferencia abdominal, se puede establecer que por la fibra que estas poseen, se puede mantener un control del apetito, como por ejemplo el garbanzo considerado un alimento con bajo índice glicémico, incrementa los niveles de secreción de colecistoquinina, hormona intestinal que regula la sensación del apetito (McCrory, Hamaker, Lovejoy, & Eichelsdoerfer, 2010).

#### 2.2.2.3 *Actividad antioxidante*

Las legumbre son catalogadas como antioxidantes naturales, ya que la hipótesis antioxidante, vitaminas y compuestos fotoquímicos, pueden jugar un papel importante en la etiología de enfermedades crónicas, en especial cardiovasculares, debido a que se trata de herramientas fundamentales contra la lucha de las especies reactivas de oxígeno, originada durante el metabolismo de los sistemas biológicos (Blomhoff, 2005).

El perfil antioxidante de las legumbres de consumo estará determinado de una parte por el contenido natural en compuestos fenólicos de la variedad y, de otra, por los efectos que los tratamientos tecnológicos y culinarios puedan tener sobre la conservación de estos compuestos en el producto final. Así, se ha establecido que la cantidad de glucósidos de flavanoles puede incrementarse de forma significativa tras el cocinado de los garbanzos o la germinación de lentejas (Matthews, 1989).

## 2.3 Chocho

*Lupinus tricolor*. *Lupinus mutabilis* sweet (LEGUMINOSAE FABACEAE). (Estrella, 1990).  
Nombre común: Aymara: tauri (Bolivia); Quechua: tarwi, tarhui (Bolivia, Perú), chuchus muti (Bolivia), chocho, chochito (Ecuador y Norte del Perú), chuchus (Bolivia), ccequilla (Azangaro Perú); Castellano: altramuz, lupino, chocho; Inglés: Andean lupine, pearl lupin (M. Moraes R., 2006).

### 2.3.1 Origen

El chocho es una leguminosa anual, de la cual se utiliza en la alimentación el grano, conocido como chocho en el norte de Perú y Ecuador, Tarwi en el centro de Perú y Tauri en el sur de Perú y Bolivia (Baldeon Salgado, 2012).

Es una leguminosa nativa de la región andina, domesticada en un tiempo indeterminado. Según el botánico peruano Fortunato Herrera, varios autores han atestiguado la antigüedad de su cultivo especialmente en las sierras de clima templado, en el Cuzco y en la provincia de Condesuyo. Se han encontrado, además, evidencias cerámicas del chocho, en vasija estilo Tiahuanaco de la costa (Estrella, 1990).

Durante milenios de años se ha constituido en la base proteica y en algunos casos única de la alimentación humana, en particular de la población campesina de la región interandina de Ecuador y Perú. El chocho siempre se lo ha consumido cocido y luego por un proceso de desagüe para eliminar alcaloides o contenidos tóxicos que producen un sabor amargo e impiden el uso directo en la alimentación (Merino Peñafiel, 1988).

En su “Historia del Perú” Zarate (1913; 469) cita el altramuz entre las “viandas que comían”, los indios de aquella tierra. En Europa se conocían algunas especies de *Lupinus* (*L. albus*; *L. luteus*) que llamaban altramuz; este nombre se hizo extensivo a la especie americana. Entre los alimentos que tenían los antiguos caranquis en la actual provincia de Imbabura, se cita el altramuz (Ponce de león 1965). A mediación del siglo XVIII, los indios del obispado de Quito, contaban entre sus alimentos a los chochos (Rodríguez Ocampo 1965).

Caídas en sus observaciones de la vegetación nacional realizadas en 1804, relata que al llegar a Latacunga vio:

“que la providencia había puesto en manos de los hombres un grano (el chocho) que en ninguna parte se cría mejor que en los arenales de Callo”. Añadiendo: “se ven por todas partes sementeras de esta planta que se produce con el mayor vigor y de un verde subido y frondoso, al lado de un trigo moribundo”. Este grano lo recogen en uno de los ríos por espacio de tres a cuatro días, y así lo conducen a Quito y lo consumen” ( Jose, 1936)).

Al parecer el cultivo de chocho comienza a disminuir desde mediados del siglo XIX, sobre todo en que se destina a la alimentación, sembrándose únicamente en las alturas como abono para mejorar el rendimiento del terreno, o como cerco protector de otros cultivos A comienzo del siglo, según Cordero (1950: 30 ), el cultivo de chocho era prácticamente nulo en las regiones australes de la sierra; “ pero en varias provincias del norte prosigue, es muy estimado su grano alimenticio y su abundante follaje. Los tallos secos sirven también como combustible, donde ha escasez de leña. (Estrella, 1990)

la actualidad se consume aun el tradicional tostado con chochos, menestras, o el ají de chocho en la zonas centro del país (Estrella, 1990).

### ***2.3.2 Composición química del grano de chocho***

Chocho, *Lupinus mutabilis* sweet contiene altas cantidades de proteínas y aceite, características nutricionales que pueden ser iguales al de la soja (Villacrés, Rubio , Egas, & Segovia , 2006).

Debido a la presencia de alcaloides quinolizidinicos contiene 42% de proteína en grano seco, pero al someterlo al proceso de desamargado que comprende la eliminación de alcaloides, permite concentrar el contenido de proteína, registrando valores de 51% en grano seco (Villacrés, Rubio , Egas, & Segovia , 2006).

El chocho posee (18% - 21% ) contenido de aceite, en los que predominan los ácidos grasos como, Oleico 40.40% la grasa del chocho puede ejercer efectos digestivos favorables gracias a la estimulación de hormonas gastrointestinales; linoleico 37.10% ácido esencial que aparte de

representar un aporte energético posee propiedades que lo hacen único e irremplazable en las etapas más difíciles del desarrollo ; y Linoleico 2.90% (Sanchez, 2004, pág. 210).

**Tabla 1-2** Análisis bromatológico del chocho amargo y desamargado

<b>Componente</b>	<b>Chocho amargo</b>	<b>Chocho desamargado</b>
Proteína (%)	47.80	50.05
Grasa (%)	18.90	21.22
Fibra (%)	11.07	10.37
Cenizas (%)	4.52	2.54
Humedad (%)	10.13	77.05
ELN (%)	17.62	11.82
Alcaloides (%)	3.26	0.03
Azucares totales (%)	1.95	0.73
Azucares reductores (%)	0.42	0.61
Almidón total (%)	4.34	2.88
K (%)	1.22	0.02
Mg (%)	0.24	0.07
Ca (%)	0.12	0.48
P (%)	0.60	0.43
Fe (ppm)	78.45	74.25
Zn (ppm)	42.84	63.21
Mn (ppm)	36.72	18.47
Cu (ppm)	12.65	7.99

**Fuente:** Allauca V. 2005. Desarrollo de la tecnología de elaboración de chocho (lupinus mutabilis sweet) germinado fresco, para aumentar el valor nutritivo del grano. Riobamba. ESPOCH.

**Realizado por:** Sandra Ponce, 2018.

La fibra que contiene la cascara del chocho, incluyen componentes que no pueden ser degradados por las enzimas digestivas del hombre. Su contenido en el grano desamargado asciende a 10.37% e implica gran importancia debido a la capacidad para saciar, siendo beneficioso para evitar enfermedades como la obesidad, sobrepeso, estreñimiento y compresión del tracto intestinal (Villacrés, Rubio , Egas, & Segovia , 2006).

El mineral predominante en el chocho es el calcio en un promedio de 0.48%. Es un elemento blanquecino que los dientes y huesos conservan para crecimiento y mantener solidez, este se encuentra en la cascara del grano por lo que se recomienda ingerirlo entero (Villacrés, Rubio , Egas, & Segovia , 2006).

El fósforo contiene de la misma manera gran fuente en un 0.43% y este actúa como controlador del calcio en el mantenimiento del sistema óseo, actividad cardíaca y producción de energía; el equilibrio entre estos dos minerales es de gran importancia ya que se puede ocasionar la formación de cristales de fosfato de calcio (destruyen articulaciones y causan inflamaciones) (Villacrés, Rubio , Egas, & Segovia , 2006).

De los micro elementos presentes en el chocho destaca el hierro 78.45ppm, es un mineral básico para la producción de hemoglobina, transporte de oxígeno e incremento a la resistencia de enfermedades (Villacrés, Rubio , Egas, & Segovia , 2006).

### ***2.3.3 Importancia y diversidad agronómica del chocho***

La variedad genética del chocho es amplia en cuanto a la arquitectura de la planta, su capacidad de adaptación a diferentes tipos de suelos, climas, altitud y etapa vegetativa. De la misma manera su variación en su contenido nutricional, aceites, proteínas, tolerancia, etc., a distintos tipos de enfermedades y plagas. El tono de su grano, flor y planta es versátil. Su origen se encuentra en las regiones andinas porque es donde podemos apreciar una mayor variabilidad genética y se han detectado aproximadamente 83 tipos de este *Lupinus* (M. Moraes R., 2006).

Se ha determinado varias especies silvestres de *lupinus* que son utilizados en zonas andinas como alimentación, medicina, cultural y en varios rituales (M. Moraes R., 2006).

**Tabla 2-1** Parientes silvestres del chocho (*Lupinus mutabilis*)

N°	Especie
1	<i>Lupinus Cuzcensis</i>
2	<i>Lupinus Tomentosus</i>
3	<i>Lupinus Microphyllus</i>
4	<i>Lupinus Panaculatus</i>
5	<i>Lupinus Aridulus</i>
6	<i>Lupinus Ananeanus</i>
7	<i>Lupinus Condensiflorus</i>
8	<i>Lupinus Chlorolepis</i>
9	<i>Lupinus Tarapacensis</i>
10	<i>Lupinus Subferuquinosus</i>
11	<i>Lupinus Dorae</i>
12	<i>Lupinus Macbrideanus</i>
13	<i>Lupinus Ballianus</i>
14	<i>Lupinus Gilbertianus</i>
15	<i>Lupinus Eriocladius</i>

**Fuente:** Morales, M; Ollgaard, B; Kvist, P; Borchsenius, F; Balslev, H. 2006. El tarwi (*Lupinus Mutabilis* Sweet ) y sus parientes. Botánica Económica de los andes centrales. Universidad Mayor de San Andres. La Paz.

**Realizado por:** Sandra Ponce, 2018.

Esta leguminosa andina ayuda a la atracción y fijación de nitrógeno atmosférico en el suelo, a su vez sirve como repelente de plagas, lo que significa un gran aporte económico para algunos cultivos. Los alcaloides como la lupinina y esparteína que contienen las hojas, las semillas y el tallo de la planta de chocho han sido utilizados antiguamente junto con el paico como repelente para los cultivos de papas y la quinua. A demás se utilizaban en la ganadería para el control de los parásitos en los animales de forma interna y externa, prácticas que han ido desapareciendo con el uso de agroquímicos industriales (Asociación Ecología, 2016).

#### **2.3.4. Características botánicas del chocho**

El chocho almacena en grandes cantidades nitrógeno atmosférico 100 kg/ha, ayudando a una mayor fertilidad del suelo, esta leguminosa ha sido sembrada en zonas andinas desde épocas anteriores a los incas. Se adaptan en varias zonas como áreas templadas o con bajos grados. Actualmente el consumo de esta leguminosa ha ido decayendo con el paso del tiempo en países andinos, por falta de información acerca de su uso, los minerales y nutrientes que este aporta,

además también por la falta de atención de instituciones que están destinadas al impulso del consumo de estos productos andinos (M. Moraes R., 2006).

Bajos varios sistemas de producción los sembríos del chocho se han mantenido en varios países como en Ecuador, Perú, Bolivia, Chile y Argentina. Los incas fueron los que trabajaron con esta planta y la domesticaron, dejando plasmado en varias piezas de cerámica. El sabor amargo del chocho es una de las razones por lo que esta especie se ha visto afectada por la presencia de alcaloides y se requiere un lavado para la eliminación de estos, a diferencia de otras especies de leguminosas que carecen de alcaloides y pues esto es una de las razones de la disminución de cultivos de chochos. (M. Moraes R., 2006).

#### *2.3.4.1 Raíz*

Las raíces de la planta de chocho son pivotante, profundizadora, con nudos nitrificantes, que fijan el nitrógeno atmosférico de la planta, según (Tapia M. , 1979) el desarrollo de la raíz alcanza entre 1 a 1.5 m.

Para (Gross R. , 1982) el desarrollo de la planta depende por la fertilización, suministro de agua, tipo de suelo, propiedades físicas y químicas del subsuelo, modulación y otros factores. Además, menciona que la simbiosis entre la planta del lupino y las bacterias moduladoras que viven en las raíces tiene gran importancia ya que estas fijan el nitrógeno del aire y proporcionan a la planta sales y nutrientes nitrogenados penetrando a los pocos días de la germinación de las células epidérmicas de la raíz.

#### *2.3.4.2 Tallo*

El tallo es semi-leñoso, cilindro, en cuyo interior presenta un tejido esponjoso con abundante ramificación, cuya altura dependiendo del eco-tipo oscila entre 50 y 280 cm (Tapia , Castillo, & Mazón , 1996).

La altura de la planta depende del eje principal que puede ser entre 0,5 y 2 m. Por lo general el tallo de la planta es leñoso y se lo puede utilizar como combustible, gracias a su alto contenido

de fibra y celulosa. El color del tallo puede ser verde oscuro o castaño y en las especies silvestres de rojizo a morado (Baldeon Salgado, 2012).

#### *2.3.4.3 Hojas*

Las hojas de la planta de chocho son digitadas, compuestas, pecioladas de cinco o más folíolos. Sus flores tienen la típica forma de papilionáceas; la corola está formada por cinco pétalos y la quilla envuelve al pistilo y a los diez estambres. El chocho es una especie de autogama y de polinización cruzada, pudiendo alcanzar hasta el 40% de alogamia dependiendo del lugar donde crezca la planta (Caicedo & Peralta, El cultivo de chocho (*lupinus mutabilis* sweet) fitonutricion, enfermedades y plagas, en el Ecuador , 2001).

Pericles en su tesis acerca del chocho menciona a (Gross 1982) quien indica que el color de las hojas puede variar de amarillo verdoso a verde oscuro, dependiendo del contenido de antiocianina. Además, Pericles indique que las hojas de la planta de chocho e de forma digitada generalmente compuesta por ocho folíolos que varían entre ovalados a lanceolados. En la base del pecíolo existen hojas estipulares, muchas veces rudimentarias. Se diferencian de otro *lupinus* en que sus hojas tienen menos vellosidades (Baldeon Salgado, 2012).

#### *2.3.4.4 Flores*

El chocho pertenece a la subfamilia papilionoideas por lo cual presenta una corola grande de 1 a 2 cm, con cinco pétalos y compuesta por un estandarte, dos quillas y dos alas (Baldeon Salgado, 2012).

Dependiendo del tipo de ramificación que tenga la planta de chocho puede llegar a dar hasta tres floraciones sucesivas, llegando florecer hasta alrededor de 1000 (Baldeon Salgado, 2012).

La coloración de la flor depende desde el inicio de formación hasta llegar a la maduración de un azul claro hasta uno muy intenso de allí se origina el nombre científico de *mutabilis*, es decir que cambia o va variando según su desarrollo. Los colores más típicos son la tonalidad azul y en

algunos casos morada, no son tan comunes las tonalidades blancas, crema, rosa o amarillo (Baldeon Salgado, 2012).

#### *2.3.4.5 Fruto*

El fruto es una vaina alargada de 5 a 12 cm, pubescente y contiene de 3 a 8 granos, estos son ovalados, comprimidos en la superficie y con una amplia variedad en cuanto al color, el mismo que va desde blanco puro hasta negro (Caicedo & Peralta, Zonificación potencial, sistemas de producción y procesamiento artesanal del chocho (*Lupinus mutabilis sweet*) en Ecuador, 2000).

#### *2.3.4.6 Semilla*

Las semillas de chocho varían dependiendo del tamaño de la vaina, puede ser entre 5 a 12 cm; también de la forma de la semilla puede ser ovalada, redonda o semicuadrangular y pueden medir entre 0.5 y 1.5 cm. Las variedades de las semillas dependen del tipo de especie a la que pertenecen y condiciones del crecimiento. El chocho está recubierto por una cascara o Tegumento que representa el 10% de su peso (Baldeon Salgado, 2012).

### **2.3.5 Cultivo**

#### *2.3.5.1 Exigencias climáticas*

El chocho se cultiva en áreas secas y arenosas ubicadas entre los 2600 y 3400 m.s.n.m, con precipitaciones de 300 a 600 mm anuales, la temperatura debe variar entre 7 y 14°C, tolera la sequía y el granizo. Es susceptible a excesos de humedad y ligeramente tolerable a heladas (Caicedo & Peralta, El cultivo de chocho (*lupinus mutabilis sweet*) fitonutricion, enfermedades y plagas, en el Ecuador , 2001).

En el Ecuador los cultivos de chocho están ubicados en una franja altitudinal que va desde los 2500 m.s.n.m paralela al área cerealera del centro y del norte del callejón interandino hasta los 3400 m.s.n.m y 3600 m.s.n.m con riesgos de heladas y granizadas (Caicedo & Peralta , Áreas de culltivo; Sistemas de producción; Procesamiento del chocho; Control de calidad, 2000).

Por lo general el chocho es una planta de clima moderado, aunque sus exigencias de temperatura pueden ser variables de acuerdo al origen genético de la semilla. *Lupinus Mutabilis Sweet* en estado adulto es resistente a las heladas, por el contrario, la planta joven es muy susceptible al frío (Caicedo & Peralta , Áreas de cultivo; Sistemas de producción; Procesamiento del chocho; Control de calidad, 2000).

#### 2.3.5.2 Suelos

Para el óptimo desarrollo del chocho el suelo debe tener algunas características: Estructura adecuada, Presencia balanceada de macronutrientes y micronutrientes, abastecimiento adecuado de agua, cantidad suficiente de bacterias de *Rhizobium Lupino* (Caicedo & Peralta , Áreas de cultivo; Sistemas de producción; Procesamiento del chocho; Control de calidad, 2000).

A diferencia de otras leguminosas el chocho se adapta a suelos pobres dando una planta rustica, los más aceptables son los de textura arenosa, escasos en materia orgánica. Pero cuando hay presencia de humedad, el chocho se desarrolla mejor en suelos franco arenosos y requiere un balance adecuado de nutrientes, no necesita niveles elevados de nitrógeno pero si la presencia de fosforo y potasio (Caicedo & Peralta , Áreas de cultivo; Sistemas de producción; Procesamiento del chocho; Control de calidad, 2000).

Los suelos donde se desarrolla esta leguminosa requiere un PH de 5 a 7 ya que en suelos ácidos la fijación del nitrógeno es muy escasa, la tierra tiene que ser abundante en nutrientes, y que contenga facilidad de drenaje, en algunos países como Bolivia y Perú siembran esta leguminosa a orillas de ríos y valles (M. Moraes R., 2006).

Existen varias formas para el cultivo del chocho, pero se recomienda realizar una rotación de varios cultivos que ayuden a un mejor desarrollo de la planta, ya que ciertos cultivos proveen minerales que son buenos para la planta, esta práctica ayuda a la fertilidad del suelo y rompe algunos ciclos patógenos que pueden causar daños a la raíz. El cultivo del chocho es recomendable rotarlo con cereales y tubérculos como la papa ya que aprovecha el remanente del cultivo (Caicedo & Peralta, El cultivo de chocho (*lupinus mutabilis sweet*) fitonutricion, enfermedades y plagas, en el Ecuador , 2001).

La cosecha se realiza cuando la planta, vainas y granos están secos (coloración amarillenta) y se cortan plantas o vainas; tradicionalmente según el INIAP, en una investigación realizada acerca de zonificación de sistemas de producción del chocho; menciona que en las cuatro provincias Chimborazo, Pichincha, Imbabura y Cotopaxi aun realizan la cosecha con el trillado, mediante el golpe de vainas secas con varas de madera, procediendo luego a aventar y posterior la venta (Caicedo & Peralta, Zonificación potencial, sistemas de producción y procesamiento artesanal del chocho (*Lupinus mutabilis* sweet) en Ecuador, 2000).

La Botánica Económica de los Andes centrales, en una publicación acerca del Chocho, señala que la cosecha se realiza cuando la leguminosa ha alcanzado su madurez. Separan los granos de las vainas secas con golpes, palos curvos o con el pisoteo del ganado. La forma más típica de realizar la cosecha es cortar, emparvar, trillar, aventar y almacenar. Es un proceso que demanda esfuerzo y mano de obra, por lo que se ha utilizado trilladoras de soya y frijol, obteniendo buenos resultados (M. Moraes R., 2006).

#### ***2.3.4 Alcaloides del chocho***

Los alcaloides que presenta el chocho llegan a ser uno de los problemas de obtención, concentrado y aislado proteico, por lo que es recomendable utilizar un buen método para el desamargado del chocho, evitando las pérdidas de proteínas (Aranda Tarazona & Bocanegra Reyes, 2018).

El chocho en crudo es rico en contenido de lupanina, lupanidina, esparteína entre otros., su presencia es natural, son tóxicos y de sabor amargo, por este motivo estos alcaloides han llegado a ser motivo de estudio para algunas investigaciones, determinando que la lupanina se encuentra como el alcaloide más común (Aranda Tarazona & Bocanegra Reyes, 2018).

Tarazona y Bocanegra en su tesis mencionan a (Mori y Paz 2008), quienes indican que el contenido de alcaloides en el chocho varía entre 0.02% y 4.45% y en el follaje de 0.1% a 0.4%; los alcaloides reportados son los quinolizidinicos tales como: lupanina, esparteína, 13-hidroxilupanina, 4-hidroxilupanina, isolupanina, entre otros. Entre todos los indicados, los que se presentan en mayor proporción son la lupininas (27% - 74%), estos alcaloides quinolizidinicos amargos en la semilla del chocho son sustancias anti nutritivas, que hasta el momento han sido mayor obstáculo para su utilización en la alimentación humana y animal, se reporta que las

variedades mejoradas denominadas dulces tienen un contenido de alcaloides menor al 1,16% (Aranda Tarazona & Bocanegra Reyes, 2018).

En una publicación del INIAP, acerca de las propiedades y aplicaciones de los alcaloides del chocho, cita a (Wink 1992) quien menciona que los alcaloides del chocho no afectan a las semillas en germinación de las plantas de cereales o leguminosas, sino que afectan en la germinación de la planta a partir de la raíces (Villacrés, y otros, 2009).

### ***2.3.5 Procesamiento y consumo del chocho***

Los granos de chocho son amargos por naturaleza gracias a los alcaloides que este posee (esparteína, lupunina), debido a esto es imposible su consumo tanto para los animales como para las personas. El chocho debe pasar por un proceso de deslupinación o desamargado, que consiste en remojar el grano por un tiempo aproximado de 12 horas, por efecto de la hidratación estos ganan volumen y se hinchan, posterior se somete a un periodo térmico por un tiempo de 1 hora cambiando el agua a los 30 min (M. Moraes R., 2006).

Después de un proceso de hidratación y cocción, se sumerge los granos de chocho en agua unos 2 a 3 días, varias familias de las zonas andinas aun utilizan este método tradicional para el desamargado, con la diferencia que al remojar los granos procuran cambiar el agua cada 6 horas y este proceso de les toma aproximadamente un periodo de 5 días (M. Moraes R., 2006).

Las semillas son excepcionalmente nutritivas. Las proteínas y aceites constituyen más de la mitad de su peso, estudios realizados en más de 300 diferentes genotipos muestran que la proteína varía de 41- 51% y el aceite de 14-24% (Tabla 1) (Gross R. E., 1988) . En base a análisis bromatológico, posee en promedio 35.5% de proteína, 16.9% de aceites, 7.65% de fibra cruda, 4.145% de cenizas y 35.77% de carbohidratos, encontrando correlación positiva entre proteína y alcaloides, mientras que es negativa entre proteína y aceite (Tabla 2) (Gross R. E., 1988). Se han realizado ensayos de panificación utilizando harina de chocho, siendo recomendable sustituir hasta un 10% de la harina de trigo sin desmejorar la calidad del pan en volumen, textura, aroma, suavidad, color de corteza, simetría de forma y sabor, así mismo el pan elaborado con 80% de trigo +10% quinua +10% chocho, resultó ser el más económico (M. Moraes R., 2006).

**Tabla 3-2** Composición de ácidos grasos del chocho

Ácidos	%
Oleico (Omega 9)	40.4
Linoleico (Omega 6)	37.1
Linolenico (Omega 3)	2.9
Palmítico	13.4
Palmitoleico	0.2
Esteárico	5.7
Mirístico	0.6
Araquídico	0.2
Behénico	0.2
Erústico	0.0
Cociente Polisat/Satur	2.0

**Fuente:** Gross, R., E. von Baer, F. Koch, R. Marquard, L.1988. Chemical composition of a new variety of the Andean. Journal of Food composition and Analysis (Vol 1). Pág., 353-361.

**Elaborado por:** Sandra Ponce, 2018.

**Tabla 4-2** Comparación de la composición del chocho y soya

Componente	Chocho	Soya
Proteína	44.3	33.4
Grasa	16.5	16.4
Carbohidratos	28.2	35.5
Fibra	7.1	5.7
Ceniza	3.3	5.5
Humedad	7.7	9.2

**Fuente:** Gross, R., E. von Baer, F. Koch, R. Marquard, L.1988. Chemical composition of a new variety of the Andean. Journal of Food composition and Analysis (Vol 1). Pág., 353-361.

**Elaborado por:** Sandra Ponce, 2018.

### 2.3.5.1 Productos derivados del chocho

El chocho es altamente consumido en poblaciones andinas, en especial madres que están dando de lactar y niños que están en su proceso de desarrollo, también controla enfermedades como diabetes, gota, etc., ya que puede ser un gran sustituto de la proteína animal (Asociación Ecología, 2016).

Actualmente podemos encontrar varios productos elaborados a partir del chocho, se menciona según la Asociación ecológica, que la leche de chocho contiene la misma cantidad de proteína que la normal de vaca e incluso superior a la de soya, teniendo en cuenta que contiene un valor de grasa bajo en comparación a la leche tradicional (Asociación Ecología, 2016).

**Tabla 5-2** Chocho y Soya: contenido de proteínas y grasa en granos y leche (%)

<b>Especie y derivados</b>	<b>Proteína</b>	<b>Grasa</b>
<b>Especie</b>		
Chocho	49,6	27,9
Soya	36,5	20,1
<b>Derivados</b>		
Leche de soya	3,4	1,3
Leche de Chocho	3,5	1,6
Leche de Vaca	3,5	3,8

**Fuente:** Asociación Ecológica, T. 2016. Leguminosas y plantas silvestres en la alimentación y agricultura. Leisa. Pág 5.

**Elaborado por:** Sandra Ponce, 2018.

Para personas que son alérgicas a la lactosa, la leche de soya es una gran opción, el chocho a demostrado nuevos usos potenciales como aceites y leches vegetales

#### *2.3.5.2 Usos del chocho*

Para el consumo del chocho, los granos son remojados en agua y sometidos a cocción, en las zonas andinas son lavados en una malla con agua circulante del río por unos siete a diez días, con el fin de eliminar su contenido de alcaloide, que le da sabor amargo. El chocho así cocinado, sin alcaloide y sin sabor amargo, es consumido de varias formas tradicionales. En las últimas cuatro décadas se han hecho pruebas para que esta leguminosa andina sea usada como equivalente a la soya por su contenido de proteínas y de aceite, en cantidad y calidad similares. El contenido de proteínas y grasa de la leche de chocho es similar al de la leche de soya y de vaca, excepto en grasa (Asociación Ecología, 2016).

El agua que se obtiene de la cocción del chocho es de color amarilla, de olor fuerte y muy amarga, esta se la puede colocar en envases y resérvala, pues es un muy buen repelente de plagas para sembríos (M. Moraes R., 2006).

Ecuador por medio del INIAP en distintas publicaciones ha trabajado en varios procesos para la eliminación de los alcaloides que posee el chocho, y que sea apto para el consumo humano en un manual publicado por esta institución, en un proceso industrial se manifiesta que se debe remojar

el grano al menos de 12 a 14 horas, cocinándolo por 30 a 40 min y posteriormente el desamargado por un lapso de 72 horas (Peralta, y otros, 2012).

La forma de consumo del chocho varía según la ciudad, región o país, depende mucho de las costumbres o culturas que las personas tengan, se puede utilizar en ensaladas, cremas, postres o los tradicionales ceviches de chochos como es en el Ecuador en la zona centro del país (M. Moraes R., 2006).

Otro de los usos del chocho también es en la etapa de florecimiento, donde se la puede usar como abono verde obteniendo un mejoramiento de materia orgánica, estructura y humedad. Los alcaloides que posee el chocho son utilizados para el control de los parásitos en animales. Además, se conoce que es muy común encontrar cultivos de chocho para separar parcelas de otros cultivos ya que por sus alcaloides ayuda como inhibidor de plagas o de animales que puedan causar daño. Los tallos ya secos de la planta sirven como combustible gracias a su riqueza en celulosa y gran aporte calórico (M. Moraes R., 2006).

#### *2.3.5.3 Uso tradicional*

Los usos del chocho de formas tradicionales se ven más arraigadas en varias culturas de los países andinos, cabe recalcar que es una leguminosa a través de los años se la ha consumido de forma tradicional, en la cultura Aymara (Perú) según el artículo publicado por la revista Botánica Económica de los Andes Centrales, indica algunas formas tradicionales en que esta cultura peruana consume aun el chocho o Tauri como ellos lo nombran (M. Moraes R., 2006).

- Tauri Xuq'u: El tradicional chocho desamargado que las madres campesinas compran en los mercados comúnmente en los días de feria, acompañado de habas tostadas, o tostado (M. Moraes R., 2006).
- Zarza de Tarwi: Por lo general el chocho es consumido en fiestas, como uso ritual, se lo consume en Zarza que básicamente es una ensalada de chocho con cebolla, tomate, lechuga, papa, pan, aceite y ají rocoto. En este ritual se consume esta ensalada en nombre de las almas de las personas que fallecieron, se lo realiza el 2 y 3 de noviembre de cada año (M. Moraes R., 2006).

- Wayk'ani o puré de tarwi: Se licua el chocho sin cascara, se lo lleva a cocción con un refrito de ají, cebolla, tomate, ajo, pimiento, trozos de carne y papa para que espese, se lo sirve acompañado de mellocos (M. Moraes R., 2006).
- Torreja de tarwi: Es una tortilla de chocho que se realiza mezclando la mitad de harina de trigo con harina de chocho, agregando agua, sal, hojas de quínoa picadas, cebolla, zanahoria y huevo. Se las fríe y se sirven con papas sancochadas (M. Moraes R., 2006).
- Umita de tarwi: Es una humita que se realiza a base de harina de chocho con harina de maíz, leche, queso, azúcar, huevo y pasas; se realiza la masa y se coloca dentro de hojas de choclo y se cocinan al horno tradicional o de piedra (M. Moraes R., 2006).

#### *2.3.5.4 Usos medicinales*

En la cultura Aymara (Puno – Perú), según los conocimientos y saberes de esta población, utilizan también el chocho como medicinal, ya que señalan que controla diferentes enfermedades.

- Diabetes: Se realiza una masa en proporciones 2 a 1 de harina de chocho sin desamargar y agua, se lo lleva a cocción, y se ingiere en ayunas. Se menciona que ayuda a disminuir los síntomas (M. Moraes R., 2006).
- Males Renales: Se utiliza el agua de cocción o agua de remojo del chocho, se añade sal y se la coloca con un paño en la parte afectada, esta enfermedad se ve afectada a personas que sufren dolores en las plantas de los pies y calambres, esta agua disminuye los dolores y cura dichos males (M. Moraes R., 2006).
- Resaca: Al ingerir el chocho entero desamargado, se puede curar los malestares provocados por el licor (M. Moraes R., 2006).
- Parásitos externos: Se rocía al ganado con agua de chocho desamargado, hollín de cocina y ajeno; esto sirve para eliminar las garrapatas (M. Moraes R., 2006).

## **2.4. Pan**

### **2.4.1 Historia**

El pan es considerado uno de los productos más antiguos de la historia, pues ha sido considerado un alimento primordial en la alimentación humana a lo largo de la historia, debido a las características nutricionales que este posee a partir de los cereales.

Se lo conoce con nombre de “pan” al producto que resulta de la cocción de la masa que se obtiene por la composición de la harina de trigo y sus ingredientes básicos, uno de ellos es la levadura que ayuda a la fermentación de la masa. Se encuentra en el primer nivel de la pirámide alimenticia por sus propiedades alimentarias y nutritivas, va de la mano con la fibra que provienen de los cereales de los que se obtienen las harinas (Sisa Buñay & López Perez, 2016)

El pan es el representante de todos los productos creados a través de la historia, fue el primero que se formó a partir de cereales, fue el sustento de muchas familias y culturas en diversas épocas, conocido como símbolo religioso de varias religiones (Diaz Yubero , 2011).

Su comienzo fue desde que el hombre comenzó la domesticación de los productos y caza de los animales, crearon una masa rustica al golpear los cereales y juntarlos junto con el agua, esta fue expuesta al calor del fuego generando una pasta seca tipo galleta que duraba días, así esta se cree que fue el primer pan creado por el hombre (Vasquez Alban , 2013).

Esta pasta seca tomo el nombre de “ázimo” y llego a ocupar un parte preponderante en la alimentación diaria de los hombres de esa época así, acompañándole en el transcurso de la historia de la humanidad (Vasquez Alban , 2013).

El pan moderno se elaboró en Egipto alrededor del año 3000 A.C. Según cuenta la historia un artesano se olvidó hornear un pedazo de masa y al día siguiente, para evitar el castigo de su amo, mezcló esta masa que había fermentado en la nueva; el resultado era que el pan era mucho mejor, había nacido el pan fermentado. El proceso se mejoró finalmente para el año 1000 A.C, cuando

se logró aislar la levadura de la cerveza para agregarla directamente al pan (Vasquez Alban , 2013).

Los egipcios mejoraron además los procesos agrícolas, desarrollando nuevas variedades de trigo perfeccionaron los métodos de obtención de harinas e inventaron hornos donde se podían cocerse varios panes a la vez (Vasquez Alban , 2013).

Los griegos y los romanos tomaron las técnicas de panificación de Egipto y los llevaron a altos niveles de sofisticación. Florecieron las panaderías se diversificaron las masas, y se elaboraron más de treinta diferentes tipos de panes enriquecidos con: huevos, aceites, mieles, hierbas, especias, quesos, leche, etc. De la mano de los romanos, el pan se extendió por Europa y tomó matices distintos según cada región (Vasquez Alban , 2013).

Durante la edad media la elaboración de los panes retrocedió en sofisticación, aunque se mejoraron los procesos en agricultura y molienda. El pan convertido en el alimento básico de la población, era también un símbolo de estatus, los panes blancos y enriquecidos eran para las clases altas, y los oscuros elaborados con los desechos y los peores granos eran para los más pobres. Con la llegada del renacimiento, la modernidad y la revolución industrial, la molinería y la panadería se profesionalizaron e incorporaron nuevas técnicas, tecnologías y maquinarias (Vasquez Alban , 2013).

#### ***2.4.2 Pan en Ecuador***

En 1499 nace en la ciudad de Malinas Bélgica, Joost Rycke Van Marcelar, más conocido como Fray Jodoco Rycke, consagrado a sacerdote en 1525. En 1532 se le anuncia que será enviado como misionero a las Indias en unión de otros frailes importantes. Este hecho fue muy importante y tuvo que prepararse bastante en todos los aspectos (Vazquez , 1985).

Cuando llegó a Ecuador con su amigo inseparable Fray Pedro Gasseal, ya estaba fundada la ciudad de San Francisco de Quito, y Sebastián de Benalcázar, al repartir los solares a los vecinos, señaló para los franciscanos la destruida residencia de los capitanes del Emperador Inca Huayna-Cápac (Vazquez , 1985).

Fray Jodoco construyo su vivienda consistente en una pobre choza de paja que sirvió también de capilla, en la esquina donde hoy está la iglesia de cantuña (Vazquez , 1985).

Desde entonces empieza sus labores extraordinarias de civilización. Amo al indio y le enseñó a leer y escribir, los catequizo; enseñó la labranza del terreno utilizando herramientas que el mismo hizo construir para que los trabajos fueran prácticos y suaves. Enseñó a arar con bueyes. Los indígenas lo hacían con unas pobres herramientas de madera. Instruyo en el arte de la pintura y otras artesanías. También enseñó a tocar algunos instrumentos de soplo. Se preocupó de reparar el colector de aguas que venia del Pichincha. A este fraile se le debe el despertar de muchos aspectos culturales en el territorio que hoy es Ecuador (Vazquez , 1985).

Instalado en Quito, ensayo en un cántaro de barro la siembra del trigo y vio que los resultados eran buenos, que las semillas que trajo se adaptaban y podían proliferar en nuestro país y es así como en el convento de San Francisco de Quito, en el sitio mismo, en donde sembró el primer grano de trigo, existe un monumento dedicado a su memoria. Este grano de trigo dio sus frutos y se propago en tal forma que hubo después para repartir a otras ciudades y luego a toda América (Vazquez , 1985).

El cultivo de trigo trajo como consecuencia un cambio en la economía del pueblo. Fray Jodoco pidió al municipio adjudicar estas tierras a los indios para que sembraran. El cabildo concedió este pedido y también se lo adjudico al Español Alfonso Hernández una estancia pasado el rio Guayllabamba “ porque quería sembrar pan” (Vazquez , 1985).

La producción crecía y con el transcurso del tiempo se vio la necesidad de hacer harina para amasar. El Alcalde don Rodrigo Núñez de Bonilla pidió al cabildo un sitio para hacer el molino de trigo y el municipio irguió a los solicitantes para que hicieran la instalación lo más rápido posible, sin pena de quitarles los solares para dar a otros solicitantes en caso de no apurarse (Vazquez , 1985).

En vista que las siembras de trigo prosperaban en forma prodigiosa, fue necesario que el cabildo pusiese un arancel a los molinos y en 1544 se dispuso que por cada fanega de trigo que se muela se debía cobrar dos tomines de oro. El mismo año en septiembre el cabildo ordeno que se vendiesen 35 libras de pan por un peso de oro (Vazquez , 1985).

### ***2.4.3 El pan en la actualidad***

Se aprecia una constante disminución del 70% de consumo de pan desde la década de los 80, en los países con mayor desarrollo, se debe a varias causas, ya sea por el aumento de enfermedades producidas por este tipo de productos refinados como es el caso de la celiacía la intolerancia al gluten, diabetes, obesidad, etc.

Profesionales y autores acusan a la industrialización de los productos, perdiendo parte esencial de lo tradicional, natural ya que estas grandes industrias emplean aditivos o más conocidos como mejoradores que ayudan al aspecto que el pan debe poseer como en la vida útil del producto, los consumidores al conocer y ver estos tipos de procesos prefieren buscar otros tipos de alternativas de alimentación

## **2.5 Métodos de obtención de harinas**

### ***2.5.1 Deshidratación***

Se considera al proceso de deshidratación aquel que consiste en la eliminación de agua presente en los alimentos, impidiendo la proliferación de microorganismos y favoreciendo a la conservación de los alimentos por largos periodos, se lo realiza gracias a la aplicación de calor.

### ***2.5.2 Liofilización***

La liofilización conocida como Freeze-dying en inglés, es el proceso de deshidratación por el cual el agua es eliminada de un producto congelado pasando directamente al estado sólido (hielo) ha estado vapor. Estas transformaciones entre el estado sólido y el vapor reciben el nombre de sublimación y son producidas a bajas temperaturas y presiones. Al ser una deshidratación desde el estado congelado, constituye el mejor sistema de preservación de productos biológicos son cadena de frío evitando el crecimiento de organismos (hongos, moho, etc.), inhibiendo el deterioro por reacción química (cambio de sabor, aroma, pérdida de propiedades fisiológicas), facilitando la distribución y el almacenamiento. Para el caso de los alimentos tiene otras dos virtudes transcendentales, el producto no cambia de forma y es fácilmente re-hidratable (Ministerio de agroindustria Presidencia de la Nación , 2018).

Es un proceso costoso por medio del cual retiramos agua de una sustancia por medio de congelación y posterior sublimación a presión reducida del hielo formado, para dar lugar a un material quebradizo o esponjoso que posteriormente será molido con facilidad. A diferencia de otros métodos de obtención este es muy costoso, pero garantiza un producto con mayor calidad, debido que al no pasar por un proceso de calor conserva las propiedades nutricionales y organolépticas (Aguilera Gutiérrez , 2009).

#### *2.5.2.1 Historia liofilización*

Los primeros hechos de liofilización vienen desde culturas incas, la conservación de sus productos deshidratándolos en frío en lugares andinos. Los incas acostumbraban a depositar alrededor de 4000 m del nivel del mar en suelos secos de Sudamérica, por la noche colocaban las papas y por la baja temperatura, el sol del día y el viento seco, daba como resultado la sublimación del agua. Aun algunas culturas conservan estos métodos, como es el caso de algunas culturas en Perú y se lo conoce como Chuño. De la misma manera lo realizaron los Vikingos al pescado, estos dos procesos podrían ser nombrados una “protoliofilización” (Ministerio de agroindustria Presidencia de la Nación , 2018).

Los primeros principios de la liofilización se produjeron mediante la segunda guerra mundial, al preservar el plasma humano sin necesidad de una cadena de frío, y desde ese momento dio amplias aplicaciones en el ámbito farmacéutico para la conservación de antibióticos (Ministerio de agroindustria Presidencia de la Nación , 2018).

#### *2.5.2.2 Liofilización en la alimentación*

En la alimentación no es mantener toda la funcionalidad como en el caso de los fármacos. Es necesario cuidar el sabor, el aroma, textura y valor nutricional. Para esto se puede trabajar con temperaturas de -15 a -20°C y presiones de 1 Torr.

Si colocamos frutas y hortalizas a esas temperaturas y presiones estos se van a congelar. Obtendrá las características de un producto sólido y no tendrá movilidad mientras el agua sublima no hay contracción.

Si sometemos frutas u hortalizas a estas temperaturas y presiones sucede que el producto se congela. La estructura de un producto congelado, y por lo tanto sólido, no tiene movilidad y mientras el agua sublima no hay contracción formándose agujeros microscópicos. El resultado es una estructura de tipo esponja (la deshidratación que tiene lugar durante la liofilización es reversible porque la esponja mantiene su estructura original). A medida que el calor se transmite desde las placas calefactoras, la esponja se forma en la parte externa del producto dejando un núcleo congelado. El espesor de la esponja aumenta a medida que el proceso avanza, aumentando el aislamiento térmico del núcleo helado y la velocidad de sublimación cae abruptamente hasta finalizar el proceso. Es el momento en que se aproxima la temperatura de placa y producto, por ello es fundamental en la liofilización de frutas y hortalizas manejar correctamente la temperatura de placas al final del proceso para evitar excesiva temperatura superficial del producto provocando pérdidas importantes de calidad.

#### *2.5.2.3 Harina a base de leguminosas liofilizadas*

Las legumbres contienen un alto contenido nutritivo de proteína, carbohidratos, minerales y vitaminas, por lo que presenta gran viabilidad para deshidratar y obtener de harinas, las cuales pueden ser añadidas a la alimentación en cremas, purés, productos de repostería, panadería, entre otros., de la misma manera en diferentes grupos de poblaciones que puedan sufrir alguna patología como trastornos intestinales, celíacos, ancianos, etc. (Aguilera Gutiérrez , 2009).

La harina de leguminosas ha alcanzado una gran aceptabilidad en varios países alrededor del mundo, en la India por ejemplo se la ha remplazado la harina tradicional por harina de garbanzos en algunos platos tradicionales para personas con problemas celíacos, de la misma manera en Argentina se utiliza en un plato muy conocido como es la Fainá que se realiza a base de harina de garbanzo con algunos otros ingredientes (Aguilera Gutiérrez , 2009).

Algunas aplicaciones novedosas de la harina de leguminosas han ido tomando un papel muy importante en la sustitución de una parte de harina de trigo por de leguminosa para la elaboración

de diferentes productos de panadería y repostería, obteniendo mejores características organolépticas y obteniendo productos frescos por más tiempo (Moros, 2006).

## **2.6 Obtención harina de chocho**

Las verduras antes de ser procesadas tienen que pasar por un proceso, donde se pueda mejorar su valor nutritivo por medio de varias tecnologías donde se eliminan varias sustancias tóxicas y podemos hacer que sean agradables.

Según el estudio realizada en la universidad Mayor de San Andrés, la Paz – Bolivia, hace referencia a algunos productos utilizados a partir de los granos de chocho, pero en especial menciona que se han desarrollado varios ensayos de pan a base de harina de chocho y el porcentaje adecuado de la sustitución es del 10% para poder obtener un pan de calidad suave, delicado y con buena textura (M. Moraes R., 2006).

De igual manera Mujica en una investigación del chocho en Perú, relata que al usar el 15% de la harina de chocho para reemplazar harina tradicional en panadería, se puede obtener grandes resultados debido al contenido de grasa, mejora el valor proteico y calórico del pan. Como de la misma manera su conservación es más prolongada por efecto de regresión del almidón, dando mayor volumen por las propiedades emulsionantes que contiene la lecitina del chocho (Mujica, 1990).

### ***2.6.1 Método de deshidratación para la obtención de la harina de chocho***

#### ***2.6.1.1 Remojo***

Es un método práctico que ayuda a eliminar varias sustancias dañinas como galactósitos, ácidos, taninos, entre otros. Esta técnica consiste en el aumento de la semilla por medio de la hidratación y obteniendo una pérdida de carbohidratos y vitaminas solubles (Aguilera Gutiérrez , 2009).

Los elementos de esta semilla que ejercen mayor dominio en la absorción de agua son las proteínas, polisacáridos con almidón, hemicelulosas y pectinas. Siempre se utiliza el remojo como

paso clave antes de la cocción ya que ayuda a ablandar la semilla facilitando la cocción (Aguilera Gutiérrez , 2009).

#### *2.6.1.2 Cocción*

El proceso de cocción es uno de los tratamientos más antiguos utilizados en el procesado de leguminosas. En función de la composición química de la semilla, factores genéticos, condiciones de almacenamiento, procesado previo y tratamiento térmico utilizado, varía el grado de ablandamiento conseguido y el tiempo de cocción. Análogamente al proceso de remojo, la cocción tiene un doble efecto: por un lado, favorece la eliminación de factores antinutritivos como fitohemaglutininas o lectinas, inhibidores de proteasas y de  $\alpha$ -amilasa, compuestos volátiles cianogénicos, lectinas y complejos del ácido fítico (Kaur & Kapoor , 1990).

#### *2.6.1.3 Desamargado*

El desamargado se lo realiza por un proceso térmico-hídrico donde cambia de color, olor y sabor. En una investigación realizada por Ney Villacreses en una tesis sobre el procesamiento artesanal del chocho, para el lavado utiliza en relación agua-chocho 1:2.5 cambiando de agua cada tres veces al día por un lapso de 5 a 6 días (Villacreses Freire , 2011). Por medio de esto se elimina todos los alcaloides del chocho y este cambia su aspecto.

#### *2.6.1.4 Método de Deshidratado*

En algunos conceptos hacen relación al calor y masa, donde se los puede realizar por medio de diferentes métodos de calor, lo que de forma tradicional la gente suele realizar es exponer los granos al sol, para extraer de forma parcial el agua en condicionales ambientales ayudados del calor y corrientes de agua.

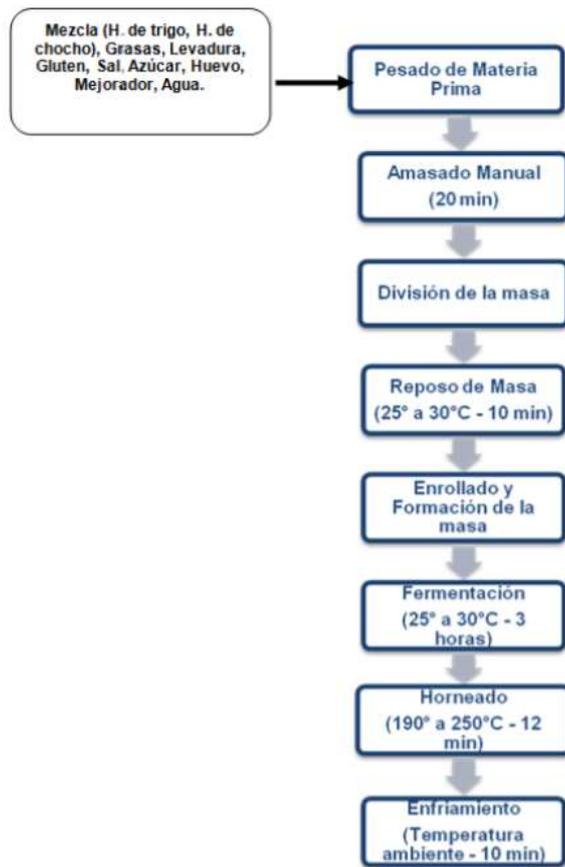
De la misma manera, pero de manera más sofisticada y menos común es por el método de concentración que se realiza ya en estudios en donde por medio de equipos se estabiliza una temperatura adecuada dependiendo si se busca deshidratas frutas, vegetales u otro tipo de alimento.

#### *2.6.1.5 Método de liofilización*

Es un proceso utilizado para retirar el agua de una sustancia mediante congelación y posterior sublimación a presión reducida del hielo formado, para dar lugar a un material quebradizo o esponjoso que posteriormente será molido con facilidad. Es una técnica bastante costosa y lenta si se compara con los métodos tradicionales de secado, pero da como resultado en productos de mayor calidad, ya que al no emplear calor se evitan en gran medida las pérdidas nutricionales y organolépticas. Por otra parte, la liofilización como técnica analítica se aplica a todas las muestras de legumbres, crudas, remojadas, cocidas y deshidratadas, permitiendo así la obtención de un material seco, apto para ser analizado. La aplicación de la liofilización a las muestras cocidas permitirá la comparación de esta técnica de eliminación de agua con la de deshidratación por calor (Aguilera Gutiérrez , 2009).

#### *2.6.1.6 Molienda y tamizado*

La molienda es una operación unitaria donde se consigue la pulverización y la dispersión del material sólido, lo que implica una reducción del tamaño de las partículas. La reducción se lleva a cabo dividiendo o fraccionando la muestra por medios mecánicos hasta el tamaño deseado. Los métodos de reducción más empleados en las máquinas de molienda son compresión, impacto, frotamiento de cizalla y cortado. A pesar de implicar sólo una transformación física de la materia sin alterar su naturaleza, es de suma importancia en diversos procesos de transformación de alimentos ((Aguilera Gutiérrez , 200.



**Figura 1-2** Utilización harina de chocho en elaboración de pan

Fuente: Apunte P., León G, 2012.

## CAPÍTULO III

### 3. METODOLOGÍA

Este trabajo de investigación es de tipo experimental, ya que se evalúan distintos parámetros como organolépticos, microbiológicos y bromatológicos, donde al reemplazar distintas cantidades de harina de trigo por harina de chocho obtenida mediante el método de deshidratación y método de liofilización, podemos obtener distintos resultados con los cuales se puede determinar la harina con las condiciones óptimas para su utilización.

Para la elaboración de las harinas de chocho se trabajó con 500 gramos de chocho Iniap-450, proveniente de la provincia de Chimborazo cantón Guamote; seleccionando los granos que estén en buen estado, sin impurezas y libres de plagas.

Se trabaja con una sustitución de varios porcentajes de harina de trigo por harina de chocho, empleando la harina de chocho obtenida ya sea por el método de deshidratación y liofilización, seleccionando aquella que alcance las medidas requeridas para su utilización, los porcentajes a sustituir serán:

- 75% harina de trigo, 25% harina de chocho.
- 70% harina de trigo, 30% harina de chocho.
- 65% harina de trigo, 35% harina de chocho.

En la obtención de las harinas de chocho por el método de deshidratación y método de liofilización se emplean los mismos procesos de obtención desde la recepción de materia prima hasta el desagüe, posterior a ello cada harina toma un método distinto.

### **3.1 Procesamiento del chocho para la obtención de harina**

#### ***3.1.1 Recepción materia prima***

En la recepción de materia prima se pesó, clasificó y se separó de manera manual los granos en mal estado.

#### ***3.1.2 Hidratación***

Se colocó en relación el agua 1:3 al chocho (por una porción de chocho tres veces la cantidad de agua), dejándolo hidratar por un lapso de tiempo de 24 horas donde pudimos ver que se hincharon hasta duplicar su tamaño.

#### ***3.1.3 Cocción***

A la materia prima hidratada se la colocó en ollas para su cocción buscando así eliminar los alcaloides que posee, con cambios continuos de agua cada 30 minutos por el tiempo de 2 horas a una temperatura de 90° C.

#### ***3.1.4 Desagüe***

El proceso de desagüe se lo realizó por el lapso de 4 días, con cambios de agua a temperatura ambiente cada 12 horas hasta que el amargor del chocho desapareció.

#### ***3.1.5 Deshidratación por calor concentrado o calor seco***

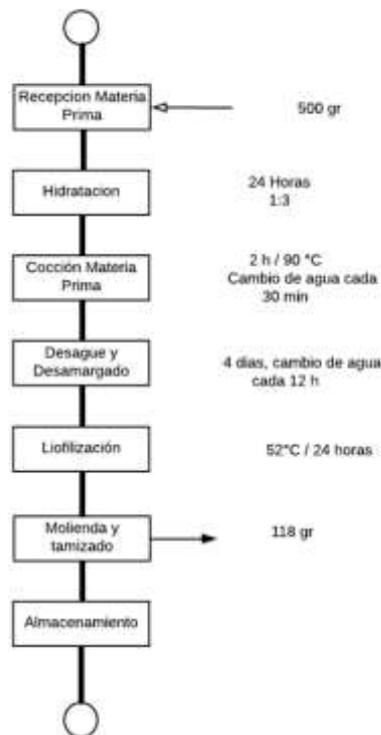
Se lo realizó en los laboratorios de la Escuela de Gastronomía por medio del equipo de deshidratación a una temperatura de 52° C en 24 horas.

### 3.1.6 Deshidratación por liofilización.

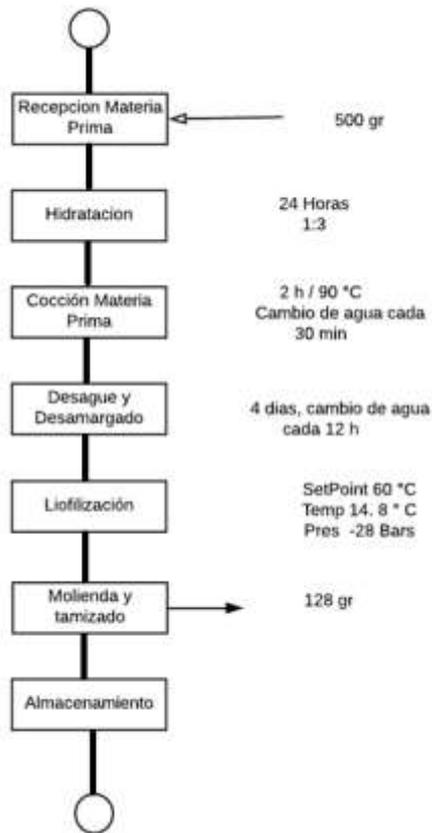
El proceso se lo realizó por medio del equipo liofilizador en el laboratorio de procesos industriales. La muestra antes de ser sometida al proceso de liofilización se congeló a  $-10^{\circ}\text{C}$  por 12 horas y, se mantuvo en el equipo liofilizador por 48 horas a una temperatura de  $14.8^{\circ}\text{C}$  con una presión de  $-28$  Bars.

### 3.1.7 Molienda y tamizado

Una vez que se obtuvo las muestras tanto por el método de deshidratación y por el método de liofilización se procedió a moler cada muestra con un molino de kitchen Aid y un molino manual después, por medio de tres tamices bien finos se pasó la harina hasta conseguir un polvo fino obteniendo así una muestra de 120 a 130 gr de la cual se tomó 100 gramos para los respectivos estudios de laboratorio.



**Figura 1-3** Proceso de obtención de harina de chocho por Deshidratación.  
**Realizado por:** Sandra Ponce, 2018.



**Figura 2-3** Proceso de obtención de harina de chocho por Liofilización.  
Realizado por: Sandra Ponce, 2018.

### 3.1.8 Materiales y Equipos

Materiales:

- Chocho
- Agua

Utensilios:

- Tamices
- Bowls
- Rasqueta
- Cuchara
- Cuchillo de sierra

Equipos:

- Deshidratador (Stainless Steel Deshidrydrator)
- Liofilizador (Beacoup PI-33)
- Balanza
- Molino
- Horno
- Leudadora
- Cacerolas
- Latas de horno
- Bandejas Plásticas

### 3.2 Formulación para la elaboración de pan a partir de la harina de chocho deshidratada.

En la formulación para obtener un pan con buenas características organolépticas, sensoriales y que sea aceptable se trabajó 3 tipos de formula.

**Tabla 1-3** Formulaciones de porcentajes para sustitución de harina de chocho para la elaboración de pan

<b>Formula</b>	<b>Peso Masa leudada</b>	<b>Peso inicial boleado</b>	<b>Peso final horneado</b>	<b>Unidades</b>
75 % harina de trigo 25% harina de chocho deshidratada.	1200 gr	60 gr	52 gr	16
70% harina de trigo 30 % harina de chocho deshidratada.	1204 gr	60 gr	53 gr	16
65% harina de trigo 35% harina de chocho deshidratada.	1208 gr	60 gr	51gr	16

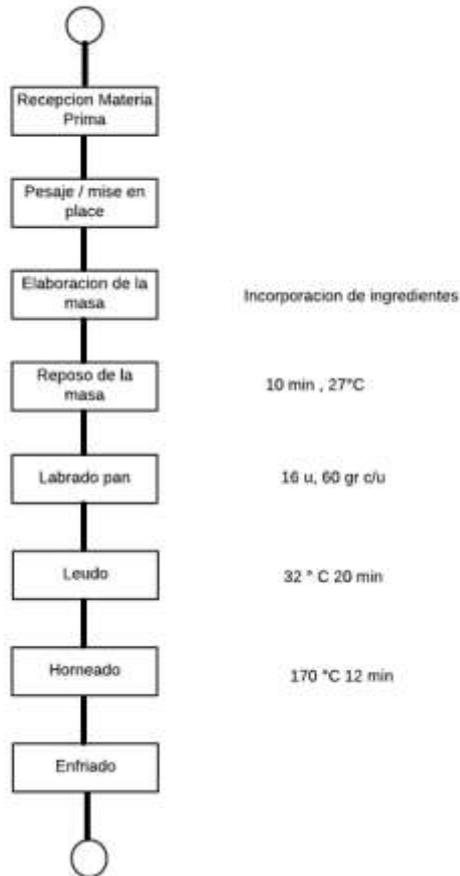
**Realizado por:** Sandra Ponce, 2018.

Para la elaboración de pan se ha reemplazado tres distintos porcentajes en la formulación de harina de chocho deshidratada en 500 gr de harina de trigo (75-25%, 70-30% y 65-35% ), para la determinación de los porcentajes se partió de un análisis de varios aspectos y características que un pan debe poseer y se los realizó por medio de experimentaciones en las que para concluir cual es el porcentaje apropiado se ha basado en la norma técnica ecuatoriana (pan NTE INEN 2945 el pan debe poseer varios requisitos para ser apto para el consumo).

### 3.2.1 Receta estándar

											
Código	NOMBRE DE LA/S PREPARACIÓN/ES: PAN ARTESANAL A BASE DE HARINA DE CHOCHO DESHIDRATADA						FECHA DE ELABORACIÓN: 08/ 11/ 2018			# pax: 16	
	TIPO DE MENÚ:	BOCADITO	ENTRADA	PLATO FUERTE	POSTRE	MENÚ COMPLETO	OTROS (especificar): Pan artesanal bollo lojano				
	CONSERVACIÓN:	Ambiente	X	Refrigeración		Congelación		Otros			
N°-	PRODUCTO		CANTIDAD	UNIDAD	MISE EN PLACE	CORTE	MÉTODO DE COCCIÓN	Técnicas culinarias aplicadas	APLICACIÓN	COSTO REFERENCIAL	COSTO TOTAL
1	Anís		½	cdta.					masa	0.25	0.1
2	Harina		500	gr	Tamizada				masa	0.6	0.3
3	Miel de Panela		145	gr	Derretida				masa	2.1	0.3
4	Yemas		2	u					masa	0.15	0.3
5	Manteca de cerdo		60	gr					masa	1.5	0.4
6	Levadura Fresca		40	gr					masa	3	0.24
7	Leche		C/n	-	Tibia				masa	0.8	0.8
<b>PROCESO DE PREPARACIÓN:</b> 1. Realizar el mise en place. 2. Realizar un cuenco y colocar todos los ingredientes a excepción de la leche. 3. Ir incorporando poco a poco todos los ingredientes junto con la leche. 4. Amasar hasta conseguir la incorporación total de los ingredientes y se genere el gluten. 5. Dejar reposar aproximadamente 10 min 6. Porcionar la masa en 60 gr cada uno 7. Bolear y llevar a la lata previamente engrasada							<b>DISEÑO MONTAJE TRADICIONAL/TÍPICO:</b>			<b>COSTO TOTAL NETO</b>	<b>2.44</b>
										<b>COSTO POR PAX</b>	<b>0.15</b>
										<b>UTILIDAD 33%</b>	<b>0.05</b>
										<b>IVA 12%</b>	<b>0.02</b>
										<b>P.V.P</b>	<b>0.35</b>

Realizado por: Sandra Ponce, 2018.



**Figura 3-1** Diagrama de procesos para la elaboración de pan con harina de chocho  
 Realizado por: Sandra Ponce, 2018.

### 3.1 Técnicas

En el presente trabajo se utilizó la observación como técnica de investigación. La técnica mencionada se realizó en los siguientes laboratorios de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

- Laboratorio 3 (Escuela de Gastronomía de la Facultad de Salud Pública)
- Laboratorio de procesos industriales (Escuela de Ciencias Químicas de la Facultad de Ciencias).

**Tabla 2-3** Parámetros de observación

<b>Laboratorio</b>	<b>Fecha</b>	<b>Hora</b>	<b>Duración</b>	<b>Temperatura</b>
Laboratorio 3	12 de junio del 2018	9:00 am	24 horas	52° C
Laboratorio de procesos industriales	22 de junio del 2018	8:00 am	48 horas	Setpoint: 60° C Temp: 14.8° C Press: -28 Bars

**Realizado por:** Sandra Ponce 2018.

## **3.2 Instrumentos**

### ***3.2.1 Fichas de evaluación sensorial***

Para la recolección de información se emplearon fichas de evaluación sensorial (Anexo P), que fueron aplicadas a docentes en la Escuela de Gastronomía, Facultad Salud Pública de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Las pruebas de evaluación sensorial fueron estructuradas bajo una escala hedónica, que establece de forma clara cuando un producto es preferido ante otros comparando la preferencia total de una muestra sobre los otros valores.

### ***3.2.2 Exámenes de laboratorio***

Se tomaron muestras de 100 gr de harina deshidratada y 100 gr de harina liofilizada para exámenes bromatológicos y microbiológicos; los exámenes bromatológicos determinaron proteína, humedad, cenizas, grasa, fibra y acidez. Los exámenes microbiológicos comprobaron aeróbicos mesofilos, coliformes totales, eschericha coli, mohos y salmonella. También se analizó un análisis de minerales de las harinas como el calcio, hierro y magnesio

### 3.4 Población y muestra

Esta investigación está dirigida a los docentes de la Escuela de Gastronomía de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, donde se manejará las distintas experimentaciones en los laboratorios de cocina de la institución.

Se seleccionó un grupo focal para trabajar en la evaluación de aceptabilidad, bajo características de una prueba hedónica, se escogió 21 profesionales que sean aptos para detectar las sensaciones analizadas, que posean conocimiento y práctica.

<b>Muestra</b>	<b>Sexo</b>	<b>Cantidad</b>
Docentes de la Escuela de Gastronomía	Hombres	13
	Mujeres	8

Realizado por: Sandra Ponce, 2018.

### 3.5 Hipótesis

La elaboración y selección de harinas de chocho (*Lupinus Mutabilis Sweet*) obtenidas por el método de deshidratación y por el método de liofilización, permite obtener un pan tipo artesanal inocuo, con alto rendimiento nutricional.

### 3.6 Variables

#### 3.6.1 Dependiente

Parámetros bromatológicos y microbiológicos de las harinas según la norma INEN 616:2006

### 3.6.2 Independiente

Comparación de harina de chocho deshidrata y liofilizada

### 3.7 Operacionalización de las variables

La comparación de harina de chocho deshidratada y liofilizada permite mejorar la calidad nutricional en la elaboración de pan artesanal.

**Tabla 3-1** Operacionalización de las variables

<b>Variables</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Técnicas</b>
Parámetros bromatológicos y microbiológicos de las harinas según la norma INEN 616:2006	Parámetros bromatológicos Parámetros microbiológicos Indicadores de nutrientes	Procesamiento y análisis de información
Comparación de harina de chocho deshidrata y liofilizada	Métodos deshidratación Método de liofilización	Observación Fichas Procesamiento de información

**Realizado por:** Sandra Ponce, 2018.

Para la comprobación de la hipótesis se utilizó el modelo estadístico de Chi-cuadrado el cual determinar si existe o no una relación entre variables planteando una hipótesis nula  $H_0$  y una hipótesis alternativa  $H_1$ .

En el presente estudio se plantea las siguientes hipótesis para su comprobación por medio del modelo estadístico.

$H_0$ : La comparación de las harinas de chocho deshidratada y liofilizada si mejoran la calidad nutricional del pan artesanal.

$H_1$ : La elaboración de pan artesanal con harina de chocho deshidratada o liofilizada, indistintamente no mejoran la calidad de pan.

La Tabla 3-4 muestra los valores observados durante los estudios realizados a la harina de chocho deshidratada y liofilizada y, la Tabla 3-5 muestra los valores esperados para la harina de chocho deshidratada y liofilizada, calculados mediante la siguiente fórmula

$$\frac{\text{Total de columna}(\text{Total de la fila})}{\text{Suma total}}$$

**Tabla 3-2** Método Chi-cuadrado, valores observados

<i>Parámetros</i>	<i>Deshidratada</i>	<i>Liofilizada</i>	<i>Total de la fila</i>
Proteína %	1	1	2
Humedad%	1	1	2
Grasa %	1	1	2
Fibra%	1	1	2
Aerobios mesofilos UFC/g	1	1	2
Coliformes totales UFC/g	1	0	1
Eschericha coli UFC/g	1	0	1
Mohos y Levaduras UFC/g	1	1	2
Salmonella UFC/25 gr	1.0	1	2
<b>Total de la columna</b>	9	7	16

Realizado por: Sandra Ponce, 2018.

**Tabla 3-3** Método Chi-cuadrado, frecuencias esperadas.

<i>Parámetros</i>	<i>frecuencia esperada deshidratada</i>	<i>frecuencia esperada liofilizada</i>
Proteína %	1.125	0.875
Humedad%	1.125	0.875
Grasa %	1.125	0.875
Fibra%	1.125	0.875
Aerobios mesofilos UFC/g	1.125	0.875
Coliformes totales UFC/g	0.5625	0.4375
Escherichia coli UFC/g	0.5625	0.4375
Mohos y Levaduras UFC/g	1.125	0.875
Salmonella UFC/25 gr	1.125	0.875

Realizado por: Sandra Ponce, 2018.

**Modelo estadístico:**

El cálculo de Chi-cuadrado se realizó con la fórmula que se presenta a continuación y su resultado se resume en la Tabla 3-6.

$$X^2_{calc} = \sum \frac{(f_0 - f_e)^2}{f_e}$$

Donde:

*f<sub>0</sub>*: Frecuencia de valor observado

*f<sub>e</sub>*: Frecuencia de valor esperado

**Tabla 3-4** Método Chi-cuadrado, calculo chi-cuadrado

<i>Parámetros</i>	<i>calculo deshidratada</i>	<i>calculo liofilizada</i>
Proteína %	0.01	0.02
Humedad%	0.01	0.02
Grasa %	0.01	0.02
Fibra%	0.01	0.02
Aerobios mesofilos UFC/g	0.01	0.02
Coliformes totales UFC/g	0.34	0.44
Eschericha coli UFC/g	0.34	0.44
Mohos y Levaduras UFC/g	0.01	0.02
Salmonella UFC/25 gr	0.00	0.00
<b>Suma total</b>	0.76	0.98

Realizado por: Sandra Ponce, 2018.

**Valor chi-cuadrado calculado**

$$X^2_{cal} = 0,76 + 0,98$$

$$X^2_{cal} = 1,75$$

**Nivel de significancia:**

Se trabajó con un nivel de significancia de 0,05 lo cual indica que existe una probabilidad del 0,95 de que la hipótesis nula sea verdadera.

**Grado de libertad:**

$$V = (\text{cantidad de filas} - 1) (\text{cantidad de columnas} - 1)$$

$$V = (9-1) (2-1)$$

$$V = 8$$

***Parámetro P:***

P= 1- nivel de significancia

P= 1-0,05

P= 0,95

***Valor crítico:***

El valor crítico de 15,507 se observó en una tabla de valores críticos para cálculo de Chi-cuadrado con 8 grados de libertad y parámetro p de 0,95.

Como el valor de Chi-cuadrado calculado es menor igual al valor crítico ( $1,75 \leq 15,507$ ) entonces se acepta la hipótesis nula “La comparación de las harinas de chocho deshidratada y liofilizada si mejoran la calidad nutricional del pan artesanal”.

## CAPÍTULO IV

### 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Resultados del análisis bromatológico y microbiológico de la harina de chocho deshidratada

La Figura 4-1 muestra los parámetros de la norma técnica ecuatoriana NTE INEN 616: 2006, tomados como referencia para el análisis tanto de la harina de chocho deshidratada y liofilizada en base a la cual se tomó los parámetros para los estudios de las harinas.

REQUISITOS	Unid.	Harina panificable		Harina Integral		Harinas especiales						Harinas para todo uso		Método de ensayo		
		Extra		Min.	Máx.	Pastificios		Galletas		Autoleud.		Min.	Máx.			
		Min.	Máx.			Min.	Máx.	Min.	Máx.	Min.	Máx.					
Humedad	%	-	14,5	-	15	-	14,5	-	14,5	-	14,5	-	14,5	-	14,5	NTE INEN 518
Proteína (base seca)	%	10	-	11	-	10	-	9	-	9	-	9	-	9	-	NTE IN EN 519
Cenizas (base seca)	%	-	*0,75	-	2,0	-	0,8	-	0,75	-	3,5	-	0,85	-	0,85	NTE INEN 520
Acidez (Exp. en ácido sulfúrico)	%	-	0,1	-	0,1	-	0,1	-	0,1	-	0,1	-	0,1	-	0,1	NTE INEN 521
Gluten húmedo	%	25	-	-	-	23	-	23	-	23	-	25	-	25	-	NTE INEN 529

\* Para el caso de harina panificables enriquecida extra, el porcentaje de cenizas será máximo de 1,6%.

**Figura 3-1** Requisitos físicos y químicos de la harina

Fuente: INEN 616: 2006

#### 4.1 Análisis Bromatológico de las harinas de chocho deshidratada y liofilizada

Del análisis bromatológico de las harinas de chocho deshidratada y liofilizada realizados en laboratorio el día 4 de julio del 2018 se obtuvieron los resultados mostrados en las Tablas 4-1 y 4-2.

Se determina que cumplen con la mayoría de los requisitos físico y químicos requeridos por la norma INEN 616: 2006; de la misma manera se puede apreciar que la harina obtenida por liofilización posee mayor cantidad de porcentaje proteico, pero no difiere con mayor cantidad, a simple vista, se puede establecer que la harina liofilizada posee mejores propiedades bromatológicas que debe poseer una harina

**Tabla 3-1** Análisis Bromatológico H. de chocho Deshidratada

<b>Parámetro</b>	<b>Unid</b>	<b>Resultado</b>
Proteína	%	51.33
Humedad	%	4.71
Cenizas	%	3.78
Grasa	%	25.47
Fibra	%	1.28
Acidez	%	0.17

**Realizado por:** Sandra Ponce, 2018.

**Tabla 3-2** Análisis Bromatológico H. de chocho Liofilizada

<b>Parámetro</b>	<b>Unid</b>	<b>Resultado</b>
Proteína	%	52.77
Humedad	%	3.77
Cenizas	%	2.25
Grasas	%	20,57
Fibra	%	1,25
Acidez	%	0,18

**Realizado por:** Sandra Ponce, 2018.

#### **4.2 Análisis Microbiológico de las harinas de chocho deshidratada y liofilizada.**

De las tablas 4-3 y 4-4 se exponen los resultados de los análisis Microbiológicos de las harinas de chocho Deshidratada y Liofilizada en los cuales se determinó la cantidad de microorganismos que se encuentran en una unidad formadora de colonias por cada 100 gr de muestra, resultando con mejores resultados la harina deshidratada a excepción de mohos y levaduras que contiene mayor cantidad.

Existen microorganismos que sobreviven a ciertas condiciones, como es el caso de Eschericha Coli, sabiendo que la liofilización es el proceso donde un producto congelado pasa directamente a la sublimación generado bajo vacío, es decir una deshidrocongelacion , se puede establecer que

sobreviven en mayor cantidad microorganismos resistentes a temperaturas bajas que la única forma de eliminarlos es por medio del efecto del calor.

**Tabla 3-3** Análisis Microbiológico H. de chocho Deshidratada

<b>Parámetro</b>	<b>Unid</b>	<b>Resultado</b>
Aerobios Mesófilos	UFC/ gr	180
Coliformes totales	UFC/gr	100
Eschericha coli	UFC/ gr	Ausencia
Mohos y Levadura	UFC/ gr	370
Salmonella	UFC/ gr	Negativo

**Realizado por:** Sandra Ponce, 2018.

**Tabla 3-4** Análisis Microbiológico H. de chocho Liofilizada.

<b>Parámetro</b>	<b>Unid</b>	<b>Resultado</b>
Aeróbicos mesofilos	UFC/g	230
Coliformes totales	UFC/g	120
Eschericha coli	UFC/g	60
Mohos y levaduras	UFC/g	120
Salmonella	UFC/25g	Negativo

**Realizado por:** Sandra Ponce, 2018.

#### **4.3 Análisis de minerales de las harinas de chocho deshidrata y liofilizada.**

En cuanto a los análisis de minerales realizados en laboratorio, se encontró que la harina deshidratada mantiene mayor cantidad de minerales como el hierro y magnesio, pero menor en el Calcio, esto se lo puede atribuir a que algunos minerales son resistentes al calor.

Un estudio realizado en España, Zaragoza sostiene que congelar las verduras antes de cocinarlas produce una pérdida de minerales hasta un 80% (Ruis, 2015)., como fue el caso de la liofilización que se congeló la muestra previamente 24 horas.

**Tabla 3-5** Análisis de minerales H. Deshidratada

<b>Parámetro</b>	<b>Unid</b>	<b>Resultado</b>
Calcio	mg/100 g	301
Hierro	mg/100 g	7.23
Magnesio	mg/ 100 g	52

**Realizado por:** Sandra Ponce, 2018.

**Tabla 3-6** Análisis de minerales H. Liofilizada

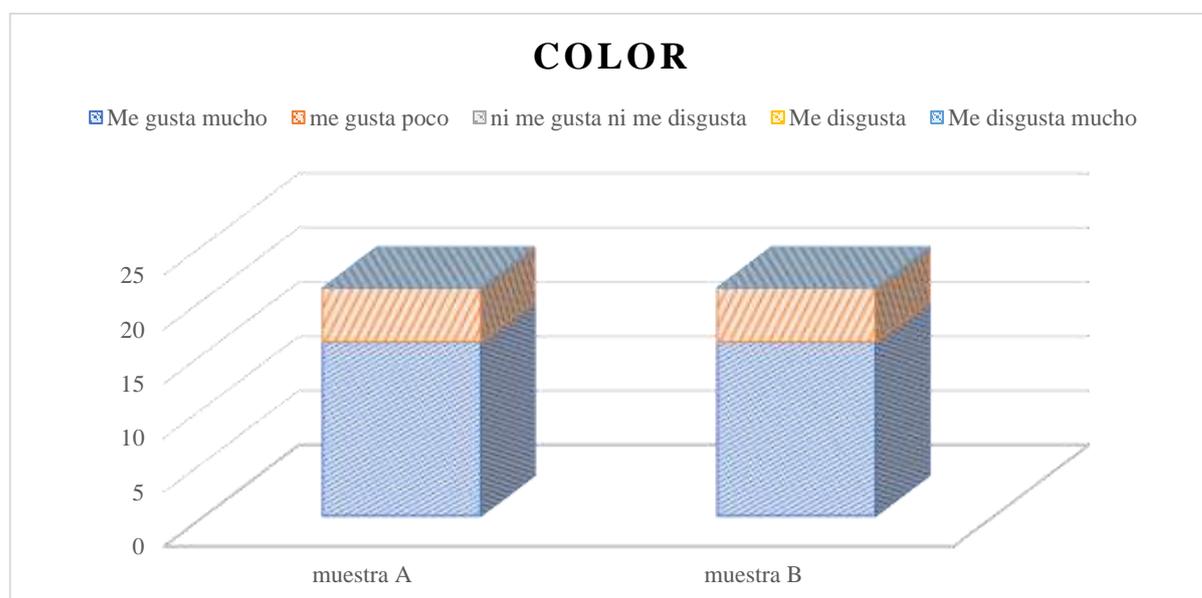
<b>Parámetro</b>	<b>Unid</b>	<b>Resultado</b>
Calcio	mg/100 g	352
Hierro	mg/100 g	5.01
Magnesio	mg/ 100 g	42

**Realizado por:** Sandra Ponce, 2018.

#### 4.4 Evaluación de aceptabilidad del Pan Artesanal a base de harina de chocho deshidrata.

Para la evaluación de aceptabilidad se trabajó con fichas de aceptabilidad sensorial, las cuales fueron aplicadas a 21 docentes de la Escuela de Gastronomía de la ESPOCH. En esta ficha los evaluados dieron su opinión respecto al color, olor, sabor y textura de dos muestras, muestra A y muestra B.

La elaboración de Pan Artesanal se trabajó con harina de chocho deshidrata, se manejó dos muestras con la misma masa, a diferencia que en la muestra B se aromatizó con ralladura de limón.



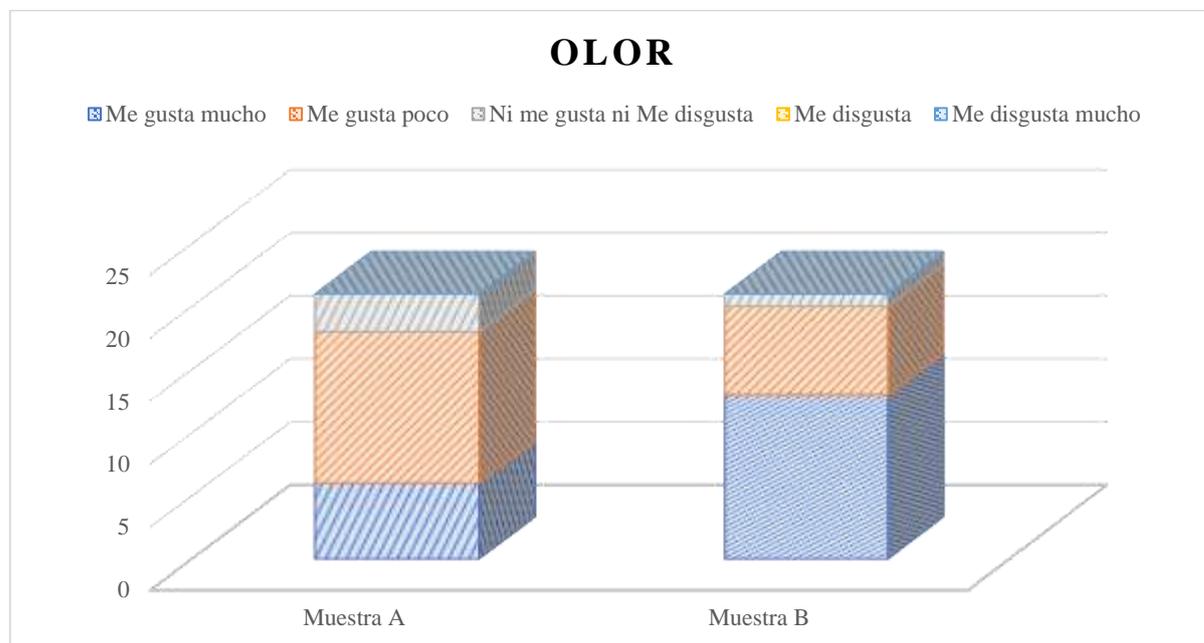
**Gráfico 1-4:** Análisis de aceptabilidad Color, muestra A y muestra B

Realizado por: Sandra Ponce, 2018.

	Muestra A	Porcentaje A	Muestra B	Porcentaje B
Me gusta mucho	16	76 %	16	76%
Me gusta poco	5	23%	5	23%
Ni me gusta ni me disgusta	0	0	0	0
Me disgusta	0	0	0	0
Me disgusta mucho	0	0	0	0
<b>TOTAL</b>	21	100%	21	100%

Realizado por: Sandra Ponce, 2018.

**Análisis:** El gráfico 1-4 nos indica que de las muestras A y B evaluadas obtuvieron la misma aceptabilidad referente al color, con lo que se puede determinar que las dos muestras fueron aceptadas por los encuestados.



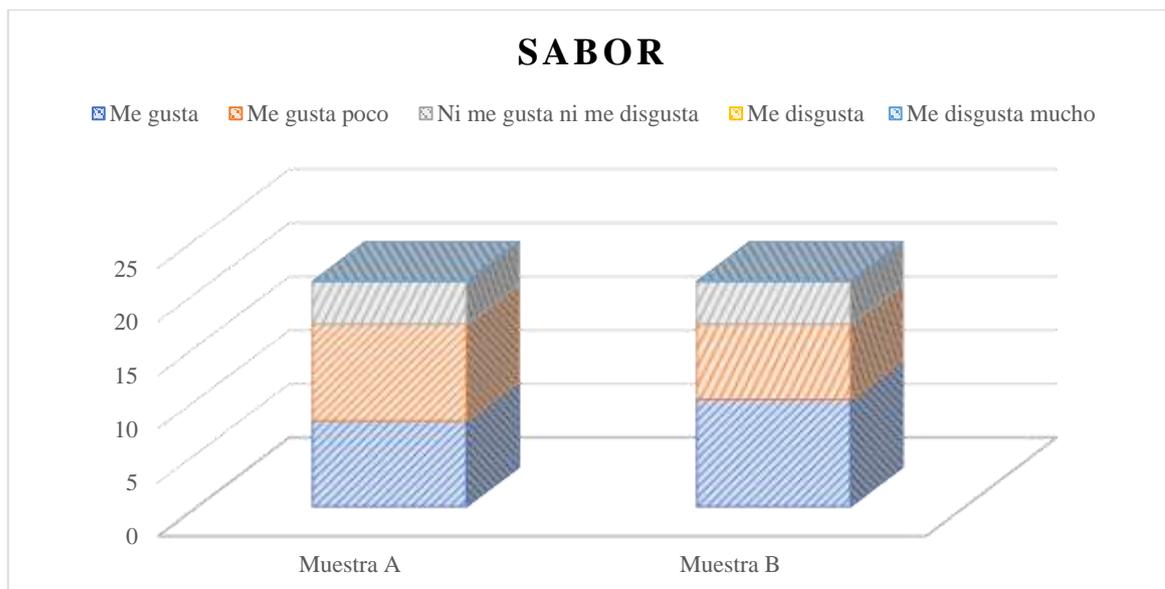
**Gráfico 2-4:** Análisis de aceptabilidad Olor, muestra A y muestra B.

Realizado por: Sandra Ponce, 2018.

	<b>Muestra A</b>	<b>Porcentaje A</b>	<b>Muestra B</b>	<b>Porcentaje B</b>
Me gusta mucho	6	29 %	13	62%
Me gusta poco	12	57.%	7	33%
Ni me gusta ni me disgusta	3	14%	1	5%
Me disgusta	0	0	0	0
Me disgusta mucho	0	0	0	0
<b>TOTAL</b>	21	100%	21	100%

Realizado por: Sandra Ponce, 2018.

**Análisis:** El gráfico 4-2, nos indica que la muestra B obtuvo mejores resultados por los encuestados de aceptabilidad de olor que la muestra A, por lo que la muestra aromatizada fue de mayor agrado.



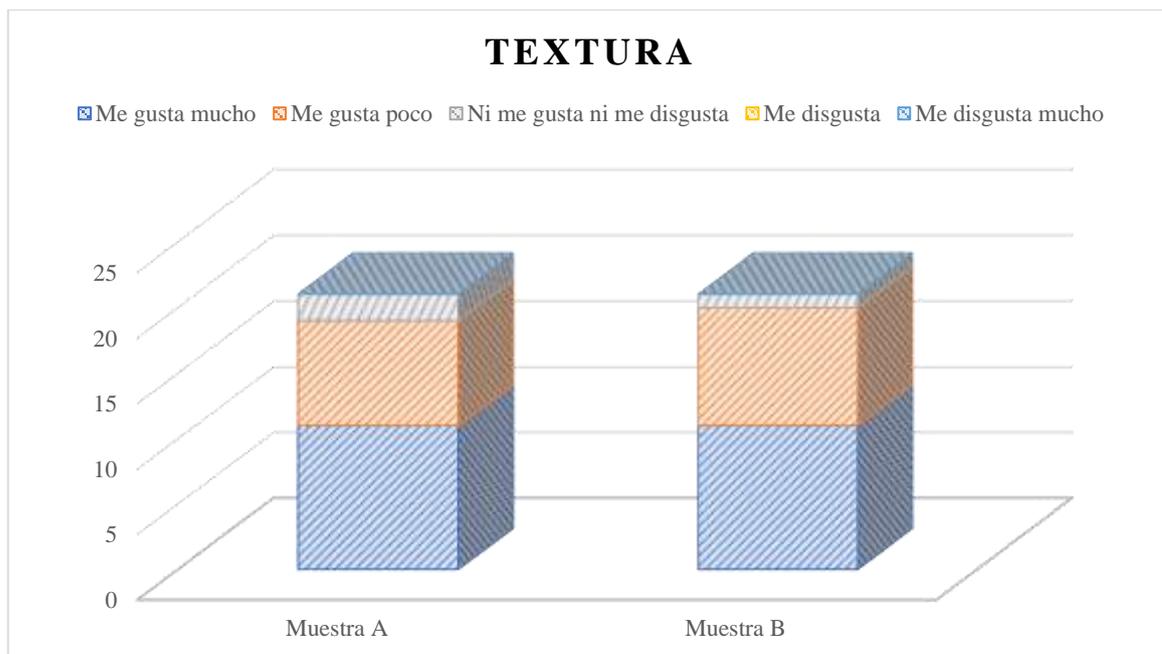
**Gráfico 3-4:** Análisis de aceptabilidad Sabor, muestra A y muestra B.

Realizado por: Sandra Ponce, 2018.

	<b>Muestra A</b>	<b>Porcentaje A</b>	<b>Muestra B</b>	<b>Porcentaje B</b>
Me gusta mucho	8	38 %	10	48%
Me gusta poco	9	43.%	7	33%
Ni me gusta ni me disgusta	4	19%	4	19%
Me disgusta	0	0	0	0
Me disgusta mucho	0	0	0	0
<b>TOTAL</b>	<b>21</b>	<b>100%</b>	<b>21</b>	<b>100%</b>

Realizado por: Sandra Ponce, 2018

**Análisis:** El gráfico 4-3 señala que de las muestras A y muestra B realizados a los encuestados fue de mayor agrado la muestra B determinando que fue la muestra que les atrajo más por su sabor.



**Gráfico 3-1** Análisis de aceptabilidad Textura, muestra A y muestra B.

Realizado por: Sandra Ponce, 2018.

	<b>Muestra A</b>	<b>Porcentaje A</b>	<b>Muestra B</b>	<b>Porcentaje B</b>
Me gusta mucho	11	52 %	11	52%
Me gusta poco	8	38.%	9	38%
Ni me gusta ni me disgusta	2	10%	1	5%
Me disgusta	0	0	0	0
Me disgusta mucho	0	0	0	0
<b>TOTAL</b>	<b>21</b>	<b>100%</b>	<b>21</b>	<b>100%</b>

Realizado por: Sandra Ponce, 2018.

**Análisis:** El gráfico 4-4 indica que referente a la evaluación realizada a los encuestados de la muestra A y muestra B las dos obtienen la misma aceptabilidad con respecto a la textura, es decir no difieren.

#### 4.5 Elaboración de Pan Artesanal con harina de chocho deshidrata en diferentes porcentajes.

##### 4.5.1 Sustitución 75-25% en la elaboración de Pan Artesanal a base de harina de chocho deshidrata.



**Imagen 1-4:** Pan Artesanal a base de harina de chocho deshidratada en porcentaje de sustitución 75-25%.  
**Realizado por:** Sandra Ponce, 2018.

Se realizó la sustitución de harina de trigo normal por harina de chocho deshidratada en un porcentaje 75-25%, basándose en la norma INEN 0096: 1979 PAN ESPECIAL REQUISITOS, para determinar los parámetros que debe cumplir el pan para ser apto de consumirlo se determina que:

- El pan posee un color uniforme, libre de elementos extraños.
- Su miga es elástica, porosa y uniforme.
- Posee olor característico de pan, se aprecia un olor leve en cuanto a la harina de chocho, sin rancidez ni amargor presente.
- Antes del momento del horneado pesó 60 gr, y después obtuvo un peso de 53 gr, determinando que de acuerdo a la pérdida del -12 % de humedad en el proceso de cocción se encuentra dentro de los parámetros aceptables.

El pan en general mostró buenos parámetros, pero no se lo seleccionó como la muestra para trabajar la evaluación sensorial debido a que se buscaba elaborar un pan con buenas características nutricionales agregando mayor cantidad de harina de chocho.

#### ***4.5.2 Sustitución 70-30% en la elaboración de Pan Artesanal a base de harina de chocho deshidrata.***



**Imagen 2-4:** Pan Artesanal a base de harina de chocho deshidratada en porcentaje de sustitución 70-30%.  
**Realizado por:** Sandra Ponce, 2018.

Se trabajó en una sustitución 70-30% de harina normal de trigo y harina de chocho deshidratada; basado en la norma INEN 0096: 1979 PAN ESPECIAL REQUISITOS se determinó los parámetros que debe cumplir el pan para ser apto al consumo:

- El pan posee un color uniforme, libre de elementos extraños.
- Su miga es elástica, porosa y uniforme, no presenta la misma característica de los alveolos como la primera sustitución, pero se encuentra dentro de las medidas aceptables.
- Posee olor característico de pan, se aprecia un olor un poco más fuerte en cuanto a la harina de chocho, con un poco de amargor que se lo atribuye a la característica natural del chocho.
- Antes del momento del horneado pesó 60 gr, y después obtuvo un peso de 53 gr, determinando que de acuerdo a la pérdida del -12 % de humedad en el proceso de cocción se encuentra dentro de los parámetros aceptables.

El pan presento buenas características tanto nutricionales como organolépticas por lo que fue la muestra que se tomó para trabajar la evaluación de aceptabilidad.

#### ***4.5.3 Sustitución 65-35% en la elaboración de Pan Artesanal a base de harina de chocho deshidrata.***



**Imagen 3-4:** Pan Artesanal a base de harina de chocho deshidratada en porcentaje de sustitución 65-35%.

**Realizado por:** Sandra Ponce, 2018.

En la sustitución de harina de trigo y harina de chocho deshidratada en un porcentaje 65-35% de acuerdo a la norma INEN 0096: 1979 PAN ESPECIAL REQUISITOS para comprobar si el pan es apto para el consumo, se pudo establecer:

- El pan posee un color uniforme, libre de elementos extraños.
- Su miga no es elástica, un poco porosa y uniforme, no presenta gran cantidad de alveolos, son pequeños.
- Posee olor característico de pan, se aprecia un olor fuerte de la harina de chocho, con mayor sabor de la leguminosa.
- Antes del momento del horneado el pan pesó 60 gr, y después obtuvo un peso de 51 gr, determinando que de acuerdo a la pérdida del -12 % de humedad en el proceso de cocción ha perdido - 15 % de humedad.

#### ***4.5.4 Descripción de la miga y alveolos del pan elaborado a base de harina de chocho deshidratada.***



**Realizado por:** Sandra Ponce, 2018.



**Realizado por:** Sandra Ponce, 2018.

Se tomó una muestra de pan por cada porcentaje de sustitución empleado, se puede apreciar de forma clara la cantidad de alveolos que posee cada muestra, visualizando que la primera sustitución 75-25% posee mayor cantidad de alveolos y tomando en cuenta el de mayor tamaño mide 4,5mm; la segunda sustitución 70-30% posee alveolos, pero en menor cantidad y menos tamaño midiendo uno de sus alveolos 3mm.

Y por último la sustitución 65-35%, posee alveolos de tamaño pequeño en mínima cantidad que no se aprecian de forma tan clara como en las dos anteriores muestras, llegando a medir 1,5mm.

## CONCLUSIONES

- Se elaboró las harinas de chocho por el método de deshidratación y por el método de liofilización.
- Se comparó las propiedades nutricionales por medio de exámenes bromatológicos, microbiológicos y de minerales realizados en laboratorio de las harinas de chocho obtenidos por los métodos de deshidratación y liofilización, concluyendo que la harina de chocho deshidratada presenta mejores resultados microbiológicos y de minerales, mientras que la harina de chocho liofilizada presenta mejores resultados Bromatológicos.
- Se seleccionó la harina de chocho deshidratada que presentó mejores propiedades nutricionales para la elaboración de Pan Artesanal debido que la muestra de harina de chocho liofilizada se encontraba contaminada aparentemente por mal manejo de prácticas de laboratorio, ya que se utilizó la misma muestra tanto como para el proceso de deshidratación y liofilización.
- La elaboración de pan artesanal se trabajó diferentes porcentajes de sustitución de harina de trigo por harina de chocho (75-25%, 70-30% y 65-35%), de las cuales se seleccionó el porcentaje 70-30% ya que fue la sustitución que presentó mejores resultados en la elaboración de Pan Artesanal.
- De acuerdo a la evaluación de aceptabilidad que se realizó para determinar el grado de aceptación, se pudo determinar que la muestra B aromatizada con limón obtuvo mejores resultados en cuanto a sabor y olor. Respecto a color y textura obtuvo los mismos resultados que la muestra A.
- Luego de haber realizado los análisis de laboratorio y elaborar el pan se puede concluir que la harina de chocho sí puede mejorar las características nutricionales del pan, proporcionando un producto que es apetecible e inocuo al consumidor y contribuye en su nutrición.
- Posteriormente de haber almacenado la muestra Patrón evaluada, en condiciones de armario por un lapso de cinco días se puede determinar que el pan aún guarda las condiciones apropiadas para su consumo respecto a color, miga y sabor.

## RECOMENDACIONES

- Se recomienda en los métodos de obtención de las harinas trabajar con una cantidad mínima de un kilo para obtener mayor cantidad de producto, ya que en el caso de esta leguminosa la harina que se obtiene al final de todo el proceso es 3 veces menor al peso inicial.
- Sería factible trabajar con tamices granulométricos que midan el tamaño de las partículas de la harina.
- En el proceso del desamargado del chocho se recomienda utilizar abundante agua y cambiarla cada lapso de tiempo determinado para que el amargor del chocho desaparezca.
- Al trabajar en los laboratorios lavar y desinfectar cada utensilio y equipo a utilizarse ya que pueden estar contaminados de agentes microbianos que contaminan la muestra.
- Es recomendable que al momento de pintar los panes con huevo realizarlo con atomizador, ya que por el peso de la harina de chocho este se baja.
- Si se agrega un agente ácido a este tipo de pan ayuda a neutralizar el olor y su sabor.
- Al realizar las masas procurar pesar al final de cada proceso para obtener mayor exactitud.

## BIBLIOGRAFÍA

- Agricultura, F. O.** (2016). *Legumbres semillas nutritivas para un futuro sostenible*. FAO.
- Aguilera Gutiérrez , Y.** (2009). *Harinas de leguminosas deshidratadas*. Madrid: Universidad autonoma de Madrid .
- Allauca, V.** (2005). *Desarrollo de la tecnología de elaboración de chocho ( lupinus mutabilis sweet ) germinado fresco, para aumentar el valor nutritivo del grano*. Riobamba : ESPOCH .
- Alonso, B. O., Rovira, R. F., Vegas, C. A., & Pedrosa, M. M.** (2010). *Papel de las leguminosas en la alimentación actual*. *Actividad Dietética*, 72;76.
- Aranda Tarazona, J., & Bocanegra Reyes, G.** (2018). *Evaluacion de parametros durante la extrusión de una mezcla de harinas de tarwi (lupinus mutabilis) y Arroz (Oryza Sativa) para la produccion de un snack*. Nuevo Chimbote. Perú: Universidad Naconal del Santa.
- Asociación Ecología, T. y.** (2016). *Leguminosas y plantas silvestres en la alimentacion y agricultura*. *Leisa revista de agroecologia* , 1-36.
- Baldeon Salgado, P.** (2012). *Procesamiento del chocho (Lupinus mutabilis sweet) para la obtencion de leche y yogurth como alternativos de consumo humano*. Guayaquil: Universidad de Guayaquil.
- Bazzano, L., Thompson, A., Tees, M., Nguyen, C., & Winham, D.** (02 de 2011). *Non-soy legume consumption lowers cholesterol levels: A meta-analysis of randomized controlled trials*. Obtenido de NMCD Nutrition Metabolism & Cardiovascular Diseases: [https://www.nmcd-journal.com/article/S0939-4753\(09\)00211-7/fulltext](https://www.nmcd-journal.com/article/S0939-4753(09)00211-7/fulltext)
- Blomhoff, R.** (2005). Dietary antioxidants and cardiovascular disease. *Current Opinion in Lipidology*. 16(1), 47-54.
- Caicedo , C., & Peralta , E.** (2000). *Áreas de culltivo; Sistemas de producción; Procesamiento del chocho; Control de calidad*. Quito: INIAP.
- Caicedo , C., & Peralta, E.** (2001). *El cultivo de chocho (lupinus mutabilis sweet) fitonutricion, enfermedades y plagas, en el Ecuador .* Quito: INIAP.
- Caicedo, C., & Peralta, E.** (2000). *Zonificación potencial, sistemas de producción y procesamiento artesanal del chocho (Lupinus mutabilis sweet) en Ecuador*. QUITO: INIAP.
- Canada, G. o.** (2011). *Eating Well with Canada´s Food Guide*. Health Canada .

- Cesare , R., Triolo, M., Bosisio, R., & Bondioli, A.** (28 de 04 de 2012). *Hypocholesterolaemic effects of lupin protein and pea protein/fibre combinations in moderately hypercholesterolaemic individuals*. *British Journal of Nutrition* , 1176-1183. Obtenido de *British Journal of Nutrition*: <https://www.cambridge.org/core/journals/british-journal-of-nutrition/article/hypocholesterolaemic-effects-of-lupin-protein-and-pea-protein-fibre-combinations-in-moderately-hypercholesterolaemic-individuals/4E3AF22B89F8FF5BCF7DD17CB42A54E3>
- Clemente, A.** (2000). *Enzymatic protein hidrolysates in human nutrition*. *Trends in food Science & technology* , 254-262.
- Delgado Andrade, C., Olías , R., Jiménez López , J., & Clemente , A.** (21 de 05 de 2018). *Aspectos de las legumbres nutricionales y beneficios para la salud humana*. Obtenido de *arbor.revistas.csic.es*: <http://dx.doi.org/10.3989/arbor.2016.779n3003>
- Díaz Yubero , I.** (Enero de 2011). *Historia y presente del pan. Importancia alimentaria y cualidades nutricionales*. Obtenido de *mercasa.es*: [http://www.mercasa.es/files/multimedios/1298393176\\_pag\\_070-079\\_Pan\\_yubero.pdf](http://www.mercasa.es/files/multimedios/1298393176_pag_070-079_Pan_yubero.pdf)
- Dolores Parra, I. A., & Martínez, A.** (2009). *Legume-, Fish-, or High-Protein-Based Hypocaloric Diets: Effects on Weight Loss and Mitochondrial Oxidation in Obese Men*. *Journal of Medicinal Food* Vol. 12, No. 1, 100-108.
- Duranti, M.** (2006). *Grain legume proteins and nutraceutical properties*. *Fitoterapia* , 67-82.
- Estrella, E.** (1990). *Leguminosas* . En E. Estrella, *EL PAN DE AMERICA* (pág. 103). Quito : ABYA-YALA.
- FAO.** (2016). *Legumbres semillas nutritivas para un futuro sostenible*.
- Gross, R.** (1982). *El cultivo y la utilizacion del tarwi (lupinus mutabilis sweet)*. Roma: Agencia Alemana de cooperacion tecnica .
- Gross, R. E.** (1988). *Chemical composition of a new variety of the Andean*. *Journal of Food composition and Analisis* Vol 1 , 353-361.
- Guillon, F., & Champ , M.** (2002). *Carbohydrate fractions of legumes: uses in human nutrition and potential for health*. *British Journal of Nutrition* , 293-306.
- Hoppner, K., & Lampi, B.** (1993). *Folate retention in dried legumes after different methods of meal preparation*. *Food Research International*, 45-48.
- Jensen, W. A.** (1988). *BOTÁNICA*. México,D.F: McGraw-Hill.

- Jose, C. F.** (1936). *Viaje al corazon del Barnuevo*. Bogota.
- Kaur , D., & Kapoor , A.** (1990). *Some antinutritional factor in rice bean (vigna umbellata): effects of domestic processing and cooking methods*. Food Chemistry, 171-179.
- M. Moraes R., B. Ø.** (2006). *El tarwi (Lupinus mutabilis Sweet.) y sus parientes silvestres*. Botánica Económica de los Andes Centrales, 458-482.
- Matthews, R.** (1989). *Legums Chemistry, technology and human nutrition*. New York: Marcel Dkker Inc.
- McCroory, M. A., Hamaker , B. R., Lovejoy, J. C., & Eichelsdoerfer, P. E.** (2010). *Pulse Consumption, Satiety, and Weight Management*. Advances in nutrition an international review journal , 17-30.
- Merino Peñafiel, S. S.** (1988). *Caracterizacion agronomica de cinco ecotipos de chocho (Lupinus mutabilis sweet)*. Riobamba: Escuela Superior Politecnica de Chimborazo .
- Ministerio de agroindustria Presidencia de la Nación .** (27 de 05 de 2018). *Alternativas de Aplicación del Proceso de Liofilización en Frutas y Hortalizas compatible con la Normativa Orgánica*. Obtenido de alimentosargentinos.gob.ar: [http://www.alimentosargentinos.gob.ar/contenido/valorAr/organicos/proyecto/archivos/Liofilizacion\\_frutas\\_hortalizas.pdf](http://www.alimentosargentinos.gob.ar/contenido/valorAr/organicos/proyecto/archivos/Liofilizacion_frutas_hortalizas.pdf)
- Moros, M.** (2006). *Aportaciones al estudio de la calidad panificable de trigos y harinas* . Madrid: Universidad Autonoma de Madrid.
- Mujica, A.** (1990). *Investigacion y produccion del tarwi (lupinus mutabilis sweet) en el Peru* . INIA , 49.
- Peralta, E., Mazón, N., Murillo, Á., Rivera , M., Rodriguez, D., Lomas , L., & Monar Carlos.** (11 de 2012). *Manual Agrícola de Granos Andinos*. Obtenido de Iniap.gob.ec: <http://www.iniap.gob.ec/nsite/images/documentos/MANUAL%20AGRICOLA%20GRANOS%20ANDINOS%202012.pdf>
- Pittaway, J., Robertson , I., & Ball, M.** (2008). *Chickpeas May Influence Fatty Acid and Fiber Intake in an Ad Libitum Diet, Leading to Small Improvements in Serum Lipid Profile and Glycemic Control*. Journal of the academy of nutrition and dietetics, 1009-1013.
- Ros, G., & Periago , M.** (2005). *Calidad y composicion nutritiva de hortalizas, verduras legumbres* . Tratado de Nutricion (tomo II Composicion y calidad nutritiva de los alimentos), 229-263.

**Ruis, M.** (13 de 05 de 2015). *lavanguardia.com*. Obtenido de [www.lavanguardia.com](http://www.lavanguardia.com): <https://www.lavanguardia.com/vida/20150513/54430607108/congelar-las-verduras-perdida-de-minerales.html>

**Salunke, D., & Kadam, S.** (1989). *Handbook of world food legumes*. Nutritional Chemistry processing technology and utilization (vol.1).

**Sánchez Villegas, A., & Sánchez Tainta, A.** (2017). *The prevention of cardiovascular disease through the mediterranean Diet*. Academic Press.

**Sanchez, R.** (2004). *Enciclopedia de la nutricion*. Madrid: Espasa Calpe S.A.

**Sisa Buñay, J. E., & López Perez, V. F.** (2016). *El Pan Artesanal de la parroquia Yaruquies como Patrimonio Alimentario, Propuesta Comunicacional Grafica de Packaging*. Riobamba: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

**Tapia, C., Castillo, R., & Mazón, N.** (1996). *Catalogo de recusos geneticos de raíces y tubérculos andinos en Ecuador*. Quito, EC: INIAP, Estación Experimental Santa Catalina, Departamento Nacional de Recursos Fitogenéticos y Biotecnología.

**Tapia, M.** (1979). *Manual de agricultura andina*. La Paz. Bolivia: Informes de conferencias y reuniones.

**Terranova Editores, L.** (1995). *Produccion Pecuaria*. Colombia: Panamericana Formas e Impresos S.A.

**Vazquez, N.** (1985). *Panes Tradicionales*. Cuenca: Centro Interamericano de artesanía y artes populares.

**Villacrés, E., Peralta, E., Cuadrado, L., Revelo, J., Abdo, S., & Aldaz, R.** (2009). *Propiedades y Aplicaciones de los Alcaloides del Chocho*. Quito: INIAP.

**Villacrés, E., Rubio, A., Egas, L., & Segovia, G.** (2006). *Usos alternativos del chocho*. Quito: INIAP.

**Villacreses Freire, N. R.** (Marzo de 2011). *repositorio.usfq.edu.ec*. Obtenido de [repositorio.usfq.edu.ec](http://repositorio.usfq.edu.ec): <http://repositorio.usfq.edu.ec/bitstream/23000/963/1/99493.pdf>

## ANEXOS

**Anexo A:** Chocho cocido y desamargado.



**Anexo B:** Chocho en la obtención de harina por el método de deshidratación.



**Anexo C:** Chocho en la obtención de harina por el método de Liofilización.



**Anexo D:** Chocho Deshidratado.



**Anexo E:** Chocho Liofilizado



**Anexo F:** Harina de chocho Deshidratada.



**Anexo G:** Harina de chocho Liofilizada.



**Anexo H:** Elaboración de masa de Pan Artesanal con harina de chocho deshidratada.



**Anexo I:** Reposo y leudo de la masa de pan artesanal con harina de chocho deshidrata.



**Anexo J:** Boleado de la masa de pan artesanal a base de harina de chocho deshidrata.



**Anexo K:** Elaboración de los panes artesanales con diferentes porcentajes de sustitución de harina de chocho deshidratada.



**Anexo L:** Pan artesanal a base de harina de chocho deshidratada horneado.



**Anexo M:** Comprobación de porcentaje de humedad perdida de los panes artesanales a base de harina de chocho deshidratada.



**Anexo N:** Corte sagital de los panes artesanales a base de harina de chocho deshidratada para medir tamaños de alvéolos.



**Anexo O:** Muestras A y Muestra B de pan artesanal a base de harina de chocho deshidratada.



**Anexo P: Ficha de Aceptabilidad.**

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO  
FACULTAD DE SALUD PÚBLICA  
ESCUELA DE GASTRONOMÍA

TESIS: Comparación de harina de chocho (*Lupinus mutabilis sweet*) obtenida por deshidratación y liofilización para la elaboración de pan tipo artesanal.

FICHA DE ACEPTABILIDAD SENSORIAL

Fecha: 08-10-2018

Delante de Usted tiene dos muestras de Pan Artesanal de harina de Chocho Deshidratada con una sustitución 70 - 30%, indique con una X su grado de aceptabilidad según la escala propuesta.

• Muestra A

	Me gusta mucho	Me gusta Poco	Ni me disgusta, ni me gusta	Me disgusta	Me disgusta Mucho
Color	X				
Olor		X			
Sabor	X				
Textura	X				

• Muestra B

	Me gusta mucho	Me gusta Poco	Ni me disgusta, ni me gusta	Me disgusta	Me disgusta Mucho
Color		X			
Olor	X				
Sabor	X				
Textura	X				

Comentario:

Es un producto apetecible

Nota:

Muestra B: Pan artesanal aromatizado con ralladura de limón.

Anexo Q: Ficha de aceptabilidad.

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO  
FACULTAD DE SALUD PÚBLICA  
ESCUELA DE GASTRONOMÍA

TESIS: Comparación de harina de chocho (*Lupinus mutabilis sweet*) obtenida por deshidratación y liofilización para la elaboración de pan tipo artesanal.

FICHA DE ACEPTABILIDAD SENSORIAL

Fecha: 08 / Noviembre / 2018

Delante de Usted tiene dos muestras de Pan Artesanal de harina de Chocho Deshidratada con una sustitución 70 - 30%, indique con una X su grado de aceptabilidad según la escala propuesta.

• Muestra A

	Me gusta mucho	Me gusta Poco	Ni me disgusta, ni me gusta	Me disgusta	Me disgusta Mucho
Color	X				
Olor		X			
Sabor	X				
Textura	X				

• Muestra B

	Me gusta mucho	Me gusta Poco	Ni me disgusta, ni me gusta	Me disgusta	Me disgusta Mucho
Color	X				
Olor	X				
Sabor	X				
Textura	X				

Comentario:

La muestra A es mas neutro y se podría acompañar con cualquier bebida  
La muestra B se tiene un mejor sabor, debido al limón.

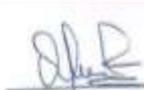
Nota:

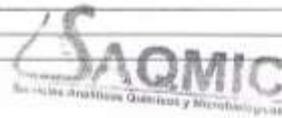
Muestra B: Pan artesanal aromatizado con ralladura de limón.

**Anexo R:** Examen Bromatológico y Microbiológico de la harina de chocho deshidratada.



**EXAMEN BROMATOLOGICO Y MICROBIOLÓGICO DE ALIMENTOS**  
CÓDIGO 175-18

CLIENTE: Srta. Sandra Ponce		
DIRECCIÓN:		TELÉFONO:
TIPO DE MUESTRA: Harina de chocho deshidratada		
FECHA DE RECEPCIÓN: 03 de julio del 2018		
FECHA DE MUESTREO: 03 de julio del 2018		
<b>EXAMEN FISICO</b>		
COLOR: Característico		
OLOR: Característico		
ASPECTO: Normal , libre de material extraño		
<b>PARÁMETROS</b>	<b>MÉTODO</b>	<b>RESULTADO</b>
Proteína %	INEN 543	51.33
Humedad %	INEN 540	4.71
Cenizas %	INEN 544	3.78
Grasa %	INEN 523	25.47
Fibra%	INEN 522	1.28
Acidez %	-	0.17
Calcio mg / 100g	-	301
Hierro mg / 100 g	-	7.23
Magnesio mg / 100 g	-	52.0
Aerobios mesófilos UFC/g	INEN 1529-5	180
Coliformes totales UFC/g	INEN 1529-7	100
Escherichia coli UFC/g	INEN 1529-8	Ausencia
Mohos y levaduras UFC/g	INEN 1529-10	370
Salmonella UFC/25g	REVEAL 2.0	Negativo
<b>OBSERVACIONES:</b>		
FECHA DE ANÁLISIS: 04 de julio del 2018		
FECHA DE ENTREGA : 13 de julio del 2018		
RESPONSABLE:		
 <b>Dra. Gina Álvarez R.</b>		
El informe sólo afecta a la muestra solicitada a ensayo, el informe no deberá reproducirse sino en su totalidad previo autorización de los responsables.		
*Las muestras son receptados en laboratorio.		



**Anexo S: Examen Bromatológico y Microbiológico de la harina de chocho Liofilizada.**



Servicios Analíticos Químicos y Microbiológicos  
en Aguas y Alimentos

**EXAMEN BROMATOLOGICO Y MICROBIOLÓGICO DE ALIMENTOS**

**CÓDIGO 174-18**

<b>CLIENTE:</b> Srta. Sandra Ponce		
<b>DIRECCIÓN:</b>		<b>TELÉFONO:</b>
<b>TIPO DE MUESTRA:</b> Harina de chocho liofilizada		
<b>FECHA DE RECEPCIÓN:</b> 03 de julio del 2018		
<b>FECHA DE MUESTREO:</b> 03 de julio del 2018		
<b>EXAMEN FISICO</b>		
COLOR: Característico		
OLOR: Característico		
ASPECTO: Normal, libre de material extraño		
PARÁMETROS	MÉTODO	RESULTADO
Proteína %	INEN 543	52.77
Humedad %	INEN 540	3.77
Cenizas %	INEN 544	2.25
Grasa %	INEN 523	20.57
Fibra%	INEN 522	1.25
Acidez %	-	0.18
Calcio mg / 100g	-	352.0
Hierro mg / 100 g	-	5.01
Magnesio mg / 100 g	-	42.0
Aerobios mesófilos UFC/g	INEN 1529-5	230
Coliformes totales UFC/g	INEN 1529-7	120
Eschericha coli UFC/g	INEN 1529-8	60
Mohos y levaduras UFC/g	INEN 1529-10	120
Salmonella UFC/25g	REVEAL 2.0	Negativo
<b>OBSERVACIONES:</b>		
<b>FECHA DE ANÁLISIS:</b> 04 de julio del 2018		
<b>FECHA DE ENTREGA:</b> 13 de julio del 2018		
<b>RESPONSABLE:</b>		
 <b>Dra. Gina Álvarez R.</b>		
<p>El informe sólo afecta a la muestra solicitada a ensayo, el informe no deberá reproducirse sino en su totalidad previo autorización de los responsables.                  *Las muestras son receptados en laboratorio.</p>		