



FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS APLICADAS

DESARROLLO DE UN SUPLEMENTO A BASE DE PROTEÍNA DE CHOCHO  
(*Lupinus mutabilis Sweet*) PARA DEPORTISTAS

Autora

Ximena Alexandra Alvarado Aguirre

Año  
2018



FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS APLICADAS

DESARROLLO DE UN SUPLEMENTO A BASE DE PROTEÍNA DE CHOCHO  
(*Lupinus mutabilis* Sweet) PARA DEPORTISTAS

“Trabajo de Titulación presentado en conformidad con los requisitos  
establecidos para optar por el título de Ingeniera Agroindustrial y de Alimentos”

Profesor Guía

M. Sc. Darío Miguel Posso Reyes

Autora

Ximena Alexandra Alvarado Aguirre

Año

2018

## **DECLARACIÓN DEL PROFESOR GUÍA**

“Declaro haber dirigido el trabajo, Desarrollo de un suplemento a base de proteína de chocho (*Lupinus mutabilis* Sweet) para deportistas, a través de reuniones periódicas con la estudiante Ximena Alexandra Alvarado Aguirre, en el semestre 2018-2, orientando sus conocimientos y competencias para un eficiente desarrollo del tema escogido y dando cumplimiento a todas las disposiciones vigentes que regulan los Trabajos de Titulación”.

---

Darío Miguel Posso Reyes

Máster en Ciencia e Ingeniería de los Alimentos

C.I: 1713040952

## **DECLARACIÓN DEL PROFESOR CORRECTOR**

“Declaro haber revisado este trabajo, Desarrollo de un suplemento a base de proteína de chocho (*Lupinus mutabilis* Sweet) para deportistas, de la estudiante Ximena Alexandra Alvarado Aguirre, en el semestre 2018-2, dando cumplimiento a todas las disposiciones vigentes que regulan los Trabajos de Titulación”.

---

Elsy Paola Carrillo Hinojosa  
Máster en Alimentos y Nutrición  
C.I: 1708625403

## **DECLARACIÓN DE AUTORÍA DEL ESTUDIANTE**

“Declaro que este trabajo es original, de mi autoría, que se han citado las fuentes correspondientes y que en su ejecución se respetaron las disposiciones legales que protegen los derechos de autor vigentes.”

---

Ximena Alexandra Alvarado Aguirre

C.I: 1723882583

## **AGRADECIMIENTOS**

A Dios primeramente por ayudarme en este proceso, darme fortaleza y poner en mi vida personas maravillosas.

A mis padres y hermanos por todo el apoyo y comprensión que tienen siempre conmigo.

A mi abuelita Tere y mi tía Rosita por ser mi apoyo incondicional y por todo su cariño.

A todos mis profesores, en especial a mi tutor Darío Posso, por sus enseñanzas y apoyo a lo largo de toda mi carrera.

A mis amigos y a todas las personas que han sido parte de mi desarrollo personal y profesional.

## **DEDICATORIA**

A Dios por ser el motor de mi vida. A mis padres Angel y Saida por cuidarme y apoyarme siempre, por ser mi mejor ejemplo de vida, por todo el amor que me brindan día a día.

A mis hermanos Miguel Angel y Matheo que son la alegría de mi vida y por quienes trato de ser mejor cada día.

A mis padres y hermanos por ser mi fuerza e inspiración para seguir siempre adelante y por ser el orgullo más grande que tengo y lo más importante en mi vida.

## RESUMEN

El presente trabajo tuvo como objetivo desarrollar un suplemento nutricional a base de proteína de chocho dirigido a deportistas. Para ello, se extrajo proteína aislada de chocho a través del método de precipitación isoeléctrica, la cual obtuvo un rendimiento en peso del  $42.54 \pm 0.63$  y una cantidad total de proteína del 43%. A partir del aislado proteico y de harina de chocho se formuló el suplemento líquido que luego fue secado por atomización el cual fue alto en proteína al cubrir el 38.16% de VDR por tamaño de porción. Se realizó un análisis de aceptación del producto a deportistas donde se evaluó dos formulaciones en líquido que variaron la cantidad de mora utilizada como saborizante, se evaluó también dos diámetros de la aguja de un Spray Dryer para obtener el suplemento en polvo. En ninguno de los dos casos existieron diferencias significativas al realizar el análisis de varianza en el programa Statgraphics, por lo que la cantidad de mora ni el tamaño de partícula influyeron en la aceptación del producto. Sin embargo basándose solo en los promedios obtenidos de cada tratamiento, se obtuvo un mayor puntaje superando el "me gusta" de la escala hedónica (4.0) en el suplemento líquido con mayor cantidad de mora y en el suplemento secado por atomización con aguja de diámetro de 1.0mm. Las pruebas de aceptación mostraron que el suplemento desarrollado les gustó a los deportistas encuestados. Por último al realizar el análisis beneficio costo a nivel piloto del suplemento se obtuvo un B/C de \$2.30 al otorgarle un PVP de \$25 a un envase de 2 libras.

**Palabras clave:** suplementos alimenticios, deportistas, proteína aislada, análisis de aceptación, beneficio costo

## ABSTRACT

The aim of this work was to develop a nutritional supplement based on lupine protein aimed at athletes. For this, the isolated protein of the lupine was extracted through the isoelectric precipitation method, which obtained a weight yield of  $42.54 \pm 0.63$  and a total protein amount of 43%. From the process of protein and lupine isolation, a liquid supplement was formulated, which was then spray dried having a high amount of protein, covering 38.16% of VDR per serving size. An acceptance test was made in which athletes had to try two different liquid formulations that varied in the amount of berry used as a flavoring. Two diameters of the needle of a Spray Dryer were also evaluated in order to obtain the powder supplement. When performing the analysis of variance in the Statgraphics program, in none of the two cases presented significant differences, meaning that neither the amount of berry nor the size of the particle influenced on the level of acceptance of the product. However, based only on the averages obtained from each treatment, a higher score was obtained by overcoming the "like" of the hedonic scale (4.0) in the liquid supplement with greater amount of blackberry and in the supplement dried by atomization with needle diameter of 1.0mm. The acceptance tests showed that the surveyed athletes did liked the developed supplement. At last, when performing the cost-benefit analysis of the supplement a B/C of \$ 2.30 was obtained, granting a \$ 25 RRP to a 2-lb package.

**Key words:** nutritional supplements, athletes, isolated protein, acceptability analysis, cost

# ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN .....	1
2. OBJETIVOS .....	2
2.1 Objetivo General.....	2
2.2 Objetivos específicos.....	2
3. MARCO TEÓRICO.....	3
3.1 Características de los suplementos alimenticios.....	3
3.2 Requerimientos nutricionales para deportistas .....	3
3.3 Clasificación de suplementos alimenticios para deportistas.....	5
3.4 Consumo de suplementos en deportistas .....	6
3.5 Tipos de proteína utilizadas en suplementos .....	7
3.6 El chocho andino como materia prima proteica .....	8
3.7 Tipos de extracción de proteína del chocho andino .....	12
4. MATERIALES Y MÉTODOS .....	14
4.1 Preparación del material vegetal: <i>Lupinus mutabilis</i> Sweet ...	14
4.2 Extracción de proteína aislada de chocho andino.....	15
4.3 Cuantificación de proteína en el extracto .....	16
4.4 Formulación del suplemento proteico .....	17
4.5 Secado por atomización del suplemento proteico.....	18
4.6 Pruebas afectivas de aceptación .....	19
4.7 Análisis Estadístico.....	20
4.8 Análisis Bromatológico.....	20

4.9 Análisis beneficio – costo.....	20
<b>5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....</b>	<b>21</b>
5.1 Determinación de concentración de proteína aislada de chocho.....	21
5.2 Formulación del suplemento.....	23
5.3 Análisis de aceptabilidad .....	24
5.4 Análisis Bromatológico.....	30
5.5 Resultados del análisis beneficio-costo .....	31
<b>6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>	<b>32</b>
6.1 CONCLUSIONES .....	32
6.2 RECOMENDACIONES.....	32
<b>REFERENCIAS.....</b>	<b>34</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>41</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Requerimiento de proteínas según la actividad física .....	5
Tabla 2. Comparación de grasa y proteína en chocho andino en base seca.....	9
Tabla 3. Composición nutricional de leguminosas en materia seca.....	9
Tabla 4. Cantidad de proteínas en el chocho andino (g/100g).....	10
Tabla 5. Aminoácidos de chocho. ....	11
Tabla 6. Comparación de calidad de proteína de chocho con adición de metionina.....	11
Tabla 7. Cantidad de proteína en harina, concentrado y aislado de chocho andino en base seca. ....	12
Tabla 8. Formulaciones de suplemento a base de proteína de chocho .....	23
Tabla 9. Información nutricional del suplemento a base de chocho .....	30

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Diagrama de flujo del proceso para elaborar harina de chocho .....	15
Figura 2. Proceso de extracción de proteína aislada de chocho .....	16
Figura 3. Diagrama de flujo del proceso de elaboración de suplemento .....	18
Figura 4. Aislado proteico de chocho andino.....	21
Figura 5. Promedios obtenidos en las pruebas de aceptación de formulaciones diferenciadas en la cantidad de mora. ....	25
Figura 6. Formulación de suplemento líquido con mayor cantidad de mora ....	25
Figura 7. Promedios obtenidos en las pruebas de aceptación de tratamientos diferenciados en el diámetro de aguja del Spray Dryer.....	27
Figura 8. Formulación de suplemento secado por atomización .....	28

## 1. INTRODUCCIÓN

El chocho andino (*Lupinus mutabilis* Sweet) es una leguminosa proveniente de los Andes de América del Sur, se encuentra en Perú, Bolivia, Colombia, Chile, el noroeste de Argentina y Ecuador. Adopta diversos nombres como lupino andino o amargo, tarwi, tarhui, chuchus muti y ccequilla (Jacobsen y Mujica, 2006; Tapia, 2015). Esta especie, del género *Lupinus*, se adapta a climas fríos que posean precipitaciones anuales de 300 a 600 mm, pudiendo llegar a tolerar heladas, siendo sensible cuando se tienen precipitaciones anuales mayores a 100 mm. Se cultiva entre los 2600 y 3500 msnm, encontrándose en zonas secas y arenosas (Caicedo, Peralta, Villacrés y Rivera, 2001). Dentro de Ecuador el chocho andino se encuentra en mayor proporción en las provincias de Cotopaxi y Chimborazo, de donde se obtiene el 70% de la producción total del país, el porcentaje restante se produce en Pichincha, Bolívar, Tungurahua, Imbabura y Carchi (Ministerio de Agricultura Ganadería Acuicultura y Pesca (MAGAP), 2016; Elena Villacrés, 2006). El Ecuador en el año 2014 llegó a cultivar 7.000 hectáreas de este grano andino, obteniendo 4.200 toneladas del mismo, según datos proporcionados por el MAGAP.

En el valor nutricional del chocho, se destaca su valor de proteína que oscila entre 41% y 51% en base seca, valores que han sido encontrados en semillas de diferentes genotipos, además dicho valor proteico aumenta al retirar los alcaloides y la grasa presente en el grano llegando a valores entre 47% y 67% en base seca. (Jacobsen y Mujica, 2006). Las semillas leguminosas como el chocho se han convertido en una fuente importante proteica dentro de la industria alimentaria utilizándose como ingredientes alimentarios o como productos proteínicos vegetales los cuales abarcan la harina proteica que presenta un 50% a 65% de proteína, el concentrado de proteína que contiene de un 65% hasta 90% de la misma y el aislado proteico contiene valores de proteína mayores al 90%, todos estos valores en base seca. (Morales, Restrepo y Acevedo, 2012). Estos productos proteicos pueden utilizarse en suplementos o alimentos para deportistas o niños como una alternativa de

proteína si presentan una alta calidad nutritiva. (Ulloa, Rosas-Ulloa, Ramírez-Ramírez y Ulloa-Rangel, 2012)

La producción y comercialización de los suplementos deportivos es un negocio internacional muy grande ofreciéndose en el mercado una diversidad de productos. (Instituto Irlandés de Nutrición y Dietética, 2013). Según (Lavalli y Toulson, 2010) dentro de los suplementos más consumidos por deportistas, se encuentran los suplementos ricos en proteínas y aminoácidos justificando su uso en el aumento de rendimiento y masa muscular. Los suplementos proteicos que se encuentran en el mercado en su mayoría utilizan suero de leche, caseína y soja como materias primas, es por esto que se busca utilizar el chocho andino como una alternativa de fuente proteica en el desarrollo de suplemento enfocado en deportistas. (Rosenbloom y Coleman, 2012).

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo General**

Desarrollar un suplemento nutricional a base de proteína de chocho dirigido a deportistas.

### **2.2 Objetivos específicos**

- Determinar la concentración de proteína aislada del grano de chocho.
- Establecer la formulación de mayor aceptación de un suplemento nutricional a base de proteína de chocho.
- Analizar el beneficio - costo del producto a nivel piloto.

### **3. MARCO TEÓRICO**

#### **3.1 Características de los suplementos alimenticios**

De acuerdo al Instituto Ecuatoriano de Normalización (2015) la Norma NTEINEN 2983, un suplemento alimenticio es un producto que busca complementar la dieta habitual ofreciendo nutrientes de manera concentrada, pudiendo ser estos productos sólidos o líquidos. Dentro de la Norma INEN 2983 se menciona que los ingredientes utilizados en los suplementos alimenticios deben ser de origen natural o concentrados por procesos como la extracción. Según U.S.Food and Drug Safety (2015) los suplementos dietéticos pueden presentarse como líquidos o en formas sólidas como tabletas, polvos, cápsulas, entre otros, que se añaden a la dieta ofreciendo vitaminas, minerales, aminoácidos, hierbas y/o enzimas, además menciona que estos productos no deben reemplazar totalmente a los alimentos necesarios para una dieta saludable. Dentro de los suplementos se puede encontrar productos energéticos, sustitutivos de la dieta con bajas calorías, complementos vitamínicos o proteicos, sales minerales y concentrados de aminoácidos (Fundación de la Industria de Alimentación y Bebidas, 2004).

#### **3.2 Requerimientos nutricionales para deportistas**

El consumo adecuado de energía está dado por el consumo de lípidos, carbohidratos y proteínas. Las grasas o lípidos al igual que los otros nutrientes juegan un rol importante en la salud y el rendimiento de los deportistas. Los requerimientos de lípidos están entre el 20% y 35% de la ingesta calórica total. Se menciona que el consumo del 20% debe realizarse en periodos de competencia y el 35% solo debe consumirse si dentro de ese porcentaje más del 20% proviene de grasas monoinsaturadas, además dentro del consumo de grasas se recomienda que entre el 7 y 10% sean grasas saturadas, el 10% de grasas poliinsaturadas y entre el 10-15% de grasas monoinsaturadas (Martínez Sanz, Urdampilleta Otegui y Mielgo Ayuso, 2013). Diversos estudios científicos

realizados sobre el consumo de grasas en deportistas muestran una gran variabilidad pese a lo mencionado anteriormente, por lo que no hay una recomendación universal específica sobre una ingesta recomendada de grasas, sin embargo lo que si se conoce es que para una adecuada ingesta de grasas se debe considerar (Rosenbloom y Coleman, 2012).

Los requerimientos de hidratos de carbono recomendados para deportistas se encuentran entre los 3 gramos hasta los 12 gramos por kilogramo de peso al día, dependiendo de la actividad que se realice, por lo que las recomendaciones generales mencionadas a continuación deben ser ajustadas de acuerdo a cada deportista. Deportistas que realicen entrenamientos de baja intensidad o ejercicios basados en sus habilidades deben consumir de 3 a 5g/kg/día, deportistas con entrenamientos de intensidad moderada que los realicen durante 60 minutos en el día deben consumir de 5 a 7g/kg/día. Cuando se realizan entrenamientos de resistencia de 1 a 3 horas diarias se recomienda consumir de 6 a 10 g/kg/día de carbohidratos y si se realizan entrenamientos de resistencia con una intensidad muy alta de 4 a 5 horas se deben consumir de 8 a 12g/kg/día (Maughan y Burke, 2012; Rosenbloom y Coleman, 2012).

La ingesta de proteínas debe ocupar entre un 15 y 20% de la dieta total calórica en deportistas los cuales buscan incrementar masa muscular al consumir proteínas. En cuanto a cantidades requeridas estas variarán de acuerdo al sexo, peso, edad de la persona y la actividad física que realice por lo deben ser personalizadas sin embargo las recomendaciones generales se muestran la Tabla 1 (Benito, Calvo, y Gómez, 2014).

Tabla 1.

*Requerimiento de proteínas según la actividad física*

<b>Tipo de entrenamiento</b>	<b>Requerimiento proteico</b>
Resistencia	1.2 – 1.4 g/kg/día
Fuerza	1.6 – 1.7 g/kg/día

Adaptado de (Rosenbloom y Coleman, 2012)

### **3.3 Clasificación de suplementos alimenticios para deportistas**

Los suplementos alimenticios para deportistas no reemplazan a una dieta balanceada y saludable, pero algunos de ellos pueden aportar beneficios al consumidor, sin embargo existen también suplementos que pueden no ser útiles e incluso hay productos que pueden perjudicar al consumidor, es por esto que ciertas organizaciones han clasificado a los suplementos deportivos. (Oficina de Suplementos Dietéticos, 2017). El Instituto Australiano de Deporte (AIS) los clasifica según su efectividad en el rendimiento y seguridad en un sistema de 4 grupos llamado ABCD. En el grupo A se encuentran los suplementos aprobados, los cuales tienen un beneficio comprobado científicamente en situaciones específicas proporcionando una cantidad útil de energía o nutrientes. El grupo B abarca a los suplementos que necesitan más investigación ya que presentan únicamente datos preliminares sobre su beneficio en el rendimiento de los deportistas pero no han sido comprobados, por lo que los utilizan en atletas bajo monitoreo. En el grupo C están los productos que tienen muy poca investigación científica que demuestre que su uso beneficia el rendimiento, o sus investigaciones muestran que sus beneficios son muy bajos, por lo que no son consumidos por los atletas del AIS, sin embargo no se puede asegurar que no funcionan. Por último en el grupo D se tiene a los suplementos que se encuentran prohibidos ya que pueden presentar resultados positivos en pruebas de dopaje en los deportistas por lo que no deben ser utilizados. (Comisión Australiana de Deportes, 2015)

La Sociedad Internacional de Nutrición Deportiva (ISSN) clasifica a los suplementos también de acuerdo a su efectividad. En la categoría I se tiene a los suplementos que ayudan a las personas a satisfacer las necesidades calóricas generales y que se han demostrado seguros y efectivos según estudios científicos, llamando a este grupo “Aparentemente efectivos”. La siguiente categoría abarca a los suplementos “Posiblemente efectivos” los cuales tienen estudios científicos iniciales sobre su efectividad por lo que deben seguirse investigando. La tercera categoría se denomina “Demasiado pronto para contar” aquí se encuentran los suplementos con teoría sobre beneficios pero que no poseen suficiente investigación para respaldar su consumo. Por último los suplementos que carecen de información científica y/o que se demostrado que no son beneficiosos se los llama “Aparentemente ineficaz”. Si se desea consumir suplementos se recomienda solo ingerir suplementos de la categoría I o del grupo A, evaluando primero la dieta que se lleva y la actividad física que se realiza. (Sociedad Internacional de Nutrición Deportiva, 2010)

### **3.4 Consumo de suplementos en deportistas**

Según (Ibáñez y Astiasarán, 2010) los deportistas consumen suplementos alimenticios con el fin de poder realizar una actividad física que complemente sus actividades normales como los estudios o el trabajo sin agotarse demasiado, además buscan mejorar su rendimiento físico disminuyendo la fatiga, y en muchas ocasiones son consumidos por recomendación del entrenador o médico. Los suplementos dirigidos a deportistas están creciendo cada vez más en el mercado encontrándose en diferentes presentaciones como polvos, líquidos, cápsulas, barras, geles y tabletas en donde los deportistas buscan tener productos que aporten nutrientes que sean fáciles de digerir y absorber, que tengan poco volumen y así puedan ser fáciles de consumirlos y transportarlos ( Oficina de Suplementos Dietéticos, 2017; Onzari, 2007; Palacios, Montalvo e Iglesias, 2005).

Estudios realizados demuestran que los suplementos más consumidos por deportistas son las bebidas energéticas, suplementos multivitamínicos y proteínas, mientras que los menos utilizados son suplementos ricos en hidratos de carbono, sin embargo esto depende del tipo de deportista que lo consuma (Ibáñez y Astiasarán, 2010). Según Lavalli y Toulson (2010) los suplementos más consumidos por personas que van regularmente al gimnasio en Brasil son los suplementos ricos en proteínas y aminoácidos justificando su uso en el aumento de rendimiento y masa muscular. Otros estudios realizados en gimnasios de diferentes países como España y Chile demostraron también que los suplementos más consumidos fueron las proteínas evidenciando un mayor consumo de este tipo de suplemento en hombres jóvenes que hacen ejercicios varios días a la semana. (Rodríguez, Crovetto, González, Morant y Santibáñez, 2011; Sánchez, Miranda y Guerra, 2008). Un estudio realizado en Perú a atletas de alto rendimiento, indicó que los suplementos más utilizados por los mismos fueron las proteínas seguidas de bebidas rehidratantes y multivitamínicos (Ognio y Segura, 2016). En los estudios mencionados anteriormente se evidencia también que pese al alto consumo de suplementos este se encuentra dado sin orientación profesional.

### **3.5 Tipos de proteína utilizadas en suplementos**

Dentro del mercado de los suplementos existen diferentes materias primas utilizadas como fuentes proteicas, sin embargo hay que considerar que uno de los factores más importantes a la hora de ingerir este tipo de productos es la calidad de proteína que se tenga y hay que tener en cuenta que no todas las fuentes de proteína poseen una alta calidad. La calidad de una proteína depende de factores como la cantidad de aminoácidos esenciales que esta posea y de la biodisponibilidad de los mismos. (Olza, Porres, Urbano, Martínez y Gil, 2008). Se ha demostrado que solo los aminoácidos esenciales son necesarios para estimular la síntesis de proteínas musculares por lo cual es importante el consumo de una proteína de alta calidad en deportistas que buscan este propósito (Rosenbloom y Coleman, 2012). Si una proteína tiene la

cantidad suficiente de estos aminoácidos para cubrir las necesidades del ser humano esta es una proteína completa, mientras que una proteína que tiene deficiencia de algún aminoácido esencial es una proteína incompleta, las proteínas incompletas pueden convertirse en proteínas complementarias al combinarse con otras proteínas que si posean el aminoácido limitante de ellas y así aportarían con todos los aminoácidos esenciales. (González, Téllez, Sampedro y Nájera, 2007)

Diferentes tipos de proteína tienen diferentes cinéticas de digestión por lo que la cantidad de aminoácidos que se tenga en el organismo depende del tipo de proteína que se consuma. Entre las proteínas más consumidas se encuentran la proteína de suero de leche, la caseína y la soya. La proteína de suero de leche, o la fracción soluble de la leche obtenida tras el proceso de elaboración de quesos, se ha convertido en el suplemento proteico más popular dentro de los deportistas. Esta proteína es de alta calidad ya que es rápida y fácil de digerir, además de tener concentraciones altas de todos los aminoácidos esenciales sobre todo en leucina. Según estudios realizados la proteína de suero puede ser la más efectiva para incrementar musculo y fuerza. Otra proteína de la leche es la caseína la cual es la fracción de la proteína insoluble en ácido, producida después de que la leche se haya expuesto a un medio ácido, esta proteína es de digestión lenta. Por último la proteína vegetal más utilizada en suplemento es la proteína de soya la cual tiene una velocidad de digestión más cercana a la digestión del suero comparándola con la caseína (Rosenbloom y Coleman, 2012).

### **3.6 El chocho andino como materia prima proteica**

El chocho andino se destaca por su contenido de proteína y grasa, llegando estos a ocupar más de la mitad de su peso total en base seca. Según diversos estudios realizados el contenido de proteína en el chocho andino puede variar desde 41% hasta 51% dependiendo de diversos factores como son la variedad

que se tenga y la forma en que se consuma esta leguminosa como se evidencia en la Tabla 2 (Jacobsen y Mujica, 2006). En Ecuador el INIAP ha desarrollado dos variedades mejoradas de chocho mediante cruzamiento y selección de semillas llamadas INIAP 450 Andino e INIAP 451 Guaranguito. Estas variedades se diferencian en su composición nutricional, mostrando mayores cantidades de proteína y grasa la variedad INIAP 450 en el chocho seco antes de ser desamargado (Peralta, Murillo, Villacrés y Rivera, 2013). Otro de los factores que afecta la composición química del chocho andino es el proceso de desamargado que se le da para poder ser consumido, esto se debe a los alcaloides presentes en el chocho que además de otorgarle un sabor amargo al grano, disminuye la biodisponibilidad de sus nutrientes. (León, Villacorta y Pagador, 2011; Navarrete, 2010). Al comparar el valor proteico del chocho andino frente a otras leguminosas este es mayor al analizar la cantidad de dicho nutriente en base seca como se puede evidenciar en la Tabla 3. (Suca y Suca, 2015)

Tabla 2.

*Comparación de grasa y proteína en chocho andino en base seca*

<b>NUTRIENTE</b>	<b>INIAP 450*</b>	<b>INIAP 451*</b>	<b>Chocho amargo**</b>	<b>Chocho desamargado**</b>
Proteína (%)	47.8	42.71	41.20	51.06
Grasa (%)	18.9	17.61	17.54	20.37

Nota: \* Adaptado de (Peralta, 2013), \*\* Adaptada de (Navarrete, 2010)

Tabla 3.

*Composición nutricional de leguminosas en materia seca*

<b>LEGUMINOSA</b>	<b>PROTEÍNA</b>	<b>GRASA</b>	<b>CARBOHIDRATO</b>
Chocho	51.1%	20.4%	26.1%
Soya	40%	21%	34%
Maní	27%	42%	19%
Lenteja	26.5%	1.3%	69.6%

Frijol	24.5%	1.5%	69.2%
--------	-------	------	-------

Adaptada de (Suca y Suca, 2015).

Dentro de las proteínas que posee el chocho andino, de acuerdo a la clasificación de Osborne, por su solubilidad, las proteínas de reserva globulinas son las que predominan, como se muestra en la Tabla 4. Las globulinas son solubles en soluciones salinas diluidas o neutras y por lo general no son solubles en agua a diferencia de las albúminas que sí lo son (Chel, Corzo y Betancur, 2003; Suca y Suca, 2015).

Tabla 4.

*Cantidad de proteínas en el chocho andino (g/100g)*

<b>Proteína</b>	<b>Cantidad (g/100g)</b>
Globulinas	71.8
Albúminas	11.2
Glutelinas	5.5
Prolaminas	1.0

Adaptada de (Chel, 2003).

Los aminoácidos limitantes que posee el chocho son la metionina y cisteína los cuales pertenecen a los aminoácidos azufrados, sin embargo presenta valores altos en otros aminoácidos como lisina y leucina como se observa en la Tabla 5 (Suca y Suca, 2015). Al tener aminoácidos limitantes la calidad de la proteína del chocho andino disminuye siendo menor a la calidad de las proteínas animales las cuales no presentan aminoácidos limitantes. El valor de Relación de Eficiencia Proteica (PER) del chocho es de 49.6% sin embargo este puede ser aumentado al adicionar 0.2% de metionina o combinarse con productos ricos en aminoácidos azufrados que son los limitantes en el chocho, como cereales. El valor biológico (VB) y la utilización proteica neta (UPN) al adicionar metionina también se elevó como se ve en la Tabla 6 en donde los valores llegan casi a igualar el valor de la proteína de caseína (Carvajal-Larenas,

Linnemann, Nout, Koziol y Van Boekel, 2016). La digestibilidad de la proteína de chocho es alta ya que presenta un valor de 90% siendo similar a la digestibilidad de la caseína que es de 91.9%, además a comparación de otras leguminosas como el frejol o arveja es mayor ya que esas poseen valores menores a 80%. (Suca y Suca, 2015)

Tabla 5.

*Aminoácidos de chocho*

<b>AMINOÁCIDO</b>	<b>CHOCHO DESAMARGADO (g/16 g N)</b>	<b>CHOCHO CRUDO (g/16 g N)</b>
Leucina	7.9	7.0
Lisina	5.6	5.9
Isoleucina	5.3	4.8
Valina	4.5	4.2
Fenilalanina	4.2	4.3
Tirosina	3.9	3.6
Treonina	3.6	3.8
Cisteína	1.4	1.2
Triptófano	0.7	0.7
Metionina	0.5	0.4

Adaptada de (Suca y Suca, 2015).

Tabla 6.

*Comparación de calidad de proteína de chocho con adición de metionina*

<b>PROTEÍNA</b>	<b>PER (%)</b>	<b>VB (%)</b>	<b>UPN (%)</b>
Chocho	49.6	51.9	51.1
Chocho + 0.2% metionina	87.2	89.6	84.6
Caseína	100	100	100

Adaptado de (Ayala, 2004).

### 3.7 Tipos de extracción de proteína del chocho andino

Las harinas desengrasadas son fruto por lo general de la extracción de aceites de diversas oleaginosas por lo que la industria alimentaria ha visto la necesidad de buscar alternativas de uso para las mismas, por lo que se han desarrollado concentrados y aislados proteicos para poder aprovechar sus componentes (Pedroche, 2003). Según Ulloa, Rosas-Ulloa, Ramírez-Ramírez y Ulloa-Rangel (2012) el uso que se le puede dar a concentrados o aislados proteicos depende de su calidad que está dada por factores como los aminoácidos esenciales que presente, así como de su digestibilidad, valor biológico, entre otros y pueden ser usadas en suplementos o alimentos para deportistas o niños como una alternativa de proteína si presentan una alta calidad nutritiva. Los aislados y concentrados pueden ser utilizados también por sus propiedades funcionales como emulsificantes, retenedores de agua, formadores de espuma y gelificantes, usándose en productos de panificación, lácteos, cárnicos, salsas, aderezos y pastas (Parzanese, s. f.; Ulloa, 2012). Debido al alto contenido de proteína que presenta el chocho andino se ha optado por indagar en procesos de obtención de harina, concentración de proteína y aislamiento de proteína en donde los valores de proteína son altos como se muestra en la Tabla 7.

Tabla 7.

*Cantidad de proteína en harina, concentrado y aislado de chocho andino en base seca*

<b>PRODUCTO</b>	<b>PROTEÍNA (%)</b>
Harina	46.59
Concentrado	71.60
Aislado	93.40

Adaptada de (Acuña y Caiza, 2010; Acuña, Ormaza, y Mosquera, 2000).

El concentrado proteico es un producto alimenticio que presenta un contenido de proteína mayor al 70% manejando rangos hasta el 80% (Laurente, 2016). Para su obtención se parte de harina desengrasada en donde se busca eliminar los compuestos solubles en ella para así concentrar la proteína y tener únicamente esta y azúcares insolubles en agua (Vioque, Sánchez-Vioque, Pedroche, Yust y Millán, 2001). Según Vioque (2001) para la obtención de concentrados proteicos se han identificado tres metodologías con mayor importancia:

- a) **Extracción de compuestos no proteicos mediante el uso de agua ajustada al punto isoeléctrico de las proteínas:** Consiste en extracciones con agua mediante centrifugaciones en donde se separa la materia insoluble y el sobrenadante donde se tienen los compuestos que no se desean (Vioque, 2001).
- b) **Extracción de compuestos no proteicos con agua tras tratamiento térmico:** Se realiza una insolubilización de las proteínas utilizando la harina y tratándola con vapor de agua, posterior a este tratamiento se realiza una extracción con agua como en el método anterior (Vioque, 2001).
- c) **Extracción de compuestos no proteicos mediante soluciones hidroalcohólicas:** Se extrae la proteína de la harina mediante soluciones de etanol al 50% - 70% para luego secar el producto (Vioque, 2001).

El aislado de proteína es aquel producto que presenta mayor cantidad de proteína de manera más pura, en donde se encuentra un porcentaje de 80 a 90 total del producto (Vioque, 2001). Para la obtención de aislado proteico se tienen en cuenta dos etapas, en la primera etapa se realiza una solubilización de las proteínas en donde se separan los sólidos no solubles principalmente glúcidos, lo cual se da en medios alcalinos ya que a estos pH se aprovecha mejor la alta solubilidad de las proteínas (Vioque, 2001). En la segunda etapa se utiliza la fracción soluble en donde se encuentra la proteína y otros

compuestos, de allí se procede a extraer proteína más pura para lo cual se pueden realizar dos operaciones:

- a. **Precipitación isoelectrica de proteínas:** Se utiliza ácido para llegar al punto isoelectrico de las proteínas y se realiza centrifugación para separar el aislado proteico de los compuestos solubles que por lo general son carbohidratos (Sánchez-Vioque, Clemente, Vioque, Bautista, y Millán, 1999). En los procesos realizados en chocho andino se utiliza ácido clorhídrico para llegar a un pH de 4.5 que es el punto isoelectrico y así las proteínas puedan precipitarse después de la centrifugación, este precipitado ya se considera un aislado proteico en forma de pasta que luego es secado para tenerlo en forma de polvo. (Acuña y Caiza, 2010)
- b. **Ultrafiltración:** Se separan las moléculas solubles no proteicas de las moléculas proteicas las cuales son retenidas mientras que las no proteicas atraviesan la membrana formando el permeado (Vioque, 2001)

## 4. MATERIALES Y MÉTODOS

### 4.1 Preparación del material vegetal: *Lupinus mutabilis* Sweet

Se utilizó la variedad INIAP 450 de chocho andino (*Lupinus mutabilis* Sweet) el cual fue desamargado para ser utilizado en la obtención de harina. El chocho andino fue adquirido a un productor ubicado en la provincia de Chimborazo en el cantón Riobamba. Se procedió a desamargar el chocho andino para eliminar los alcaloides mediante el proceso adaptado de INIAP. Se hidrató el chocho andino con agua potable en una relación 1:3 (chocho:agua) durante 14 horas. Posteriormente se realizó una cocción durante 40 minutos. Se hicieron lavados del chocho durante 5 días cambiando el agua seis veces al día cada 4 horas (Caicedo, 2001). Luego se descascaró el chocho de manera manual y a partir de esto se obtuvo la harina de chocho la cual fue utilizada para extraer la proteína y para ser parte de la formulación del suplemento. El chocho andino

se secó durante 6 horas a una temperatura de 70°C en un deshidratador de bandejas. Luego fue pulverizado en un molino de granos integrado a una KitchenAid y se tamizó con un cedazo casero para obtener una harina más fina. El diagrama de flujo de la obtención de la harina de chocho andino se observa en la Figura 1.

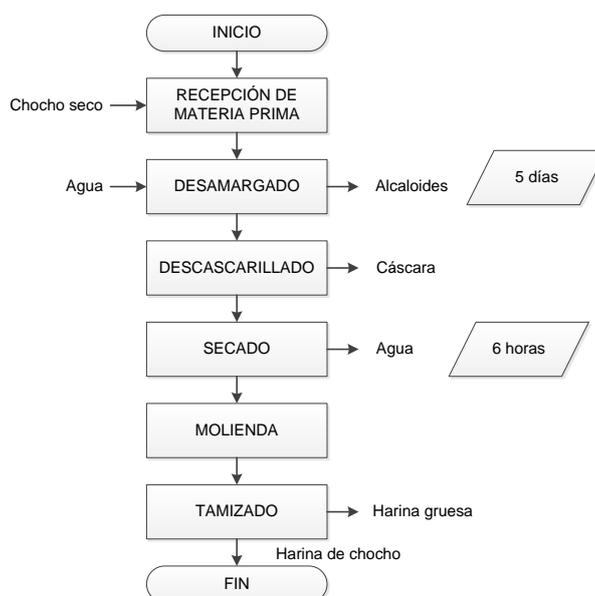


Figura 1. Diagrama de flujo del proceso para elaborar harina de chocho.

#### 4.2 Extracción de proteína aislada de chocho andino

Se extrajo proteína aislada del chocho andino mediante precipitación isoeléctrica de las proteínas, basándose en el método realizado por (Acuña y Caiza, 2010). Para este proceso se realizó una suspensión de harina de chocho con agua destilada en una proporción 1:10 y se adicionó NaOH 1N hasta llegar a un pH básico de 9.0. Se mezcló la solución con un agitador magnético durante 30 minutos. Luego se separaron los componentes solubles de insolubles utilizando una centrífuga que se calibró a 4500rpm durante 15 minutos. Se recuperó el sobrenadante. El precipitado obtenido se volvió a mezclar con agua destilada en una relación 1:5 precipitado:agua. Se reguló nuevamente el pH a 9.0 añadiendo NaOH 1N. Se agitó durante 10 minutos para luego volver a centrifugar a 4500rpm durante 10 minutos. Se volvió a

recuperar el sobrenadante y se desechó el precipitado obtenido. El sobrenadante fue sometido a una precipitación ácida adicionando una solución al 25% de ácido cítrico hasta llegar a un pH de 4.5. Posterior a esto se mezcló con un agitador magnético durante 15 minutos y la mezcla se centrifugó a 4500rpm durante 45 minutos para obtener el precipitado y desechar el sobrenadante. Finalmente se liofilizó el precipitado durante 72 horas obteniéndose la proteína en polvo.

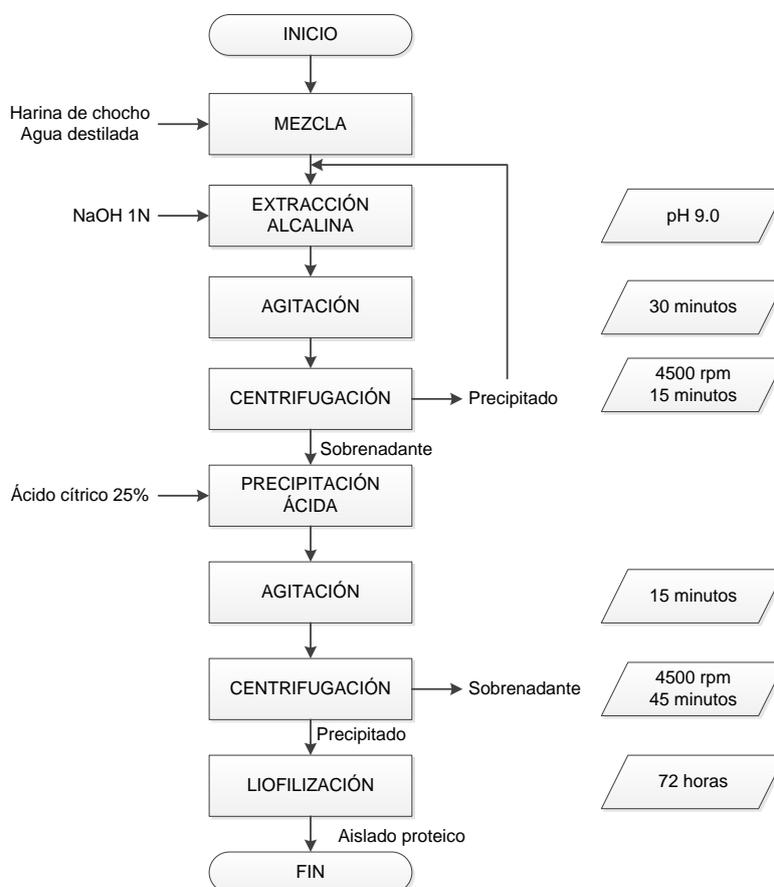


Figura 2. Proceso de extracción de proteína aislada de chocho.

### 4.3 Cuantificación de proteína en el extracto

Una vez obtenido el aislado proteico del chocho andino se analizó el rendimiento obtenido de la cantidad de aislado con respecto a la cantidad de harina de chocho utilizada y se utilizó la fórmula del rendimiento porcentual en

donde se divide la cantidad real para la cantidad teórica y se multiplica por 100 (Gallego, Garcinuño, Morcillo y Vázquez, 2013). Para el cálculo del rendimiento se pesó la harina utilizada antes del proceso de extracción de proteína aislada y el aislado obtenido luego de la liofilización durante 15 días y se realizó un promedio de todos los rendimientos. Una muestra de 5 gramos del aislado proteico fue enviada al Laboratorio Multinanalítica para la determinación de proteína cruda, en donde se utilizó el método Kjeldhal con un factor de conversión de 5.46.

#### **4.4 Formulación del suplemento proteico**

Se realizaron dos formulaciones de suplemento proteico, variando únicamente la cantidad de pulpa de mora. Para la elaboración de la bebida se utilizó harina de chocho andino, proteína aislada de chocho andino, pulpa de mora, pulpa de frutilla, agua, sucralosa y agua. Se dosificaron los ingredientes mencionados y se mezclaron en una licuadora durante un minuto.

La mezcla obtenida se envaso en botellas de vidrio esterilizadas en agua caliente a una temperatura de 100°C durante 5 minutos y se almacenaron en refrigeración de 0 a 4°C. Se realizaron pruebas sensoriales afectivas de estas formulaciones y se eligió la formulación que más les gustó a los panelistas para ser secada por atomización.

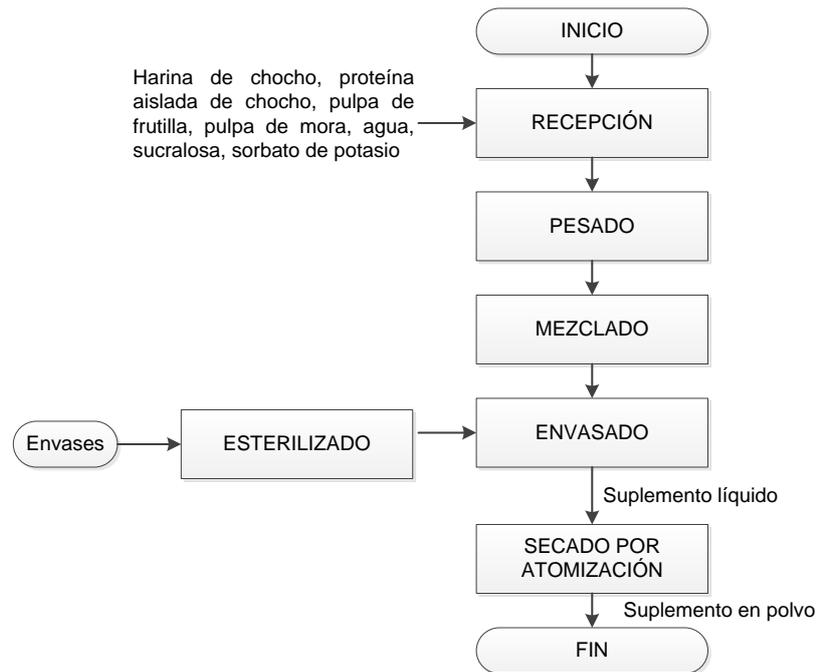


Figura 3. Diagrama de flujo del proceso de elaboración de suplemento.

#### 4.5 Secado por atomización del suplemento proteico

Al determinar la formulación de mayor preferencia se realizó un secado por atomización de la misma para convertir la muestra líquida en polvo. Se evaluaron dos agujas con diferentes diámetros 0.8mm (Tratamiento 1) y 1.0mm (Tratamiento 2) para que luego estas partículas sean evaluadas en el análisis de aceptación mediante pruebas afectivas. En el proceso de secado se utilizó un Spray Dryer modelo 4M8-TriX ubicado en el Instituto Agropecuario Superior Andino (IASA) al cual se le colocó un ciclón de recuperación grande y se programó el equipo con los siguientes parámetros:

- Air speed=  $1.20m^3/min$
- Air speed (%) = 60%
- Air in temp =  $120^{\circ}C$
- Pump speed= 20%

#### 4.6 Pruebas afectivas de aceptación

Se realizaron dos pruebas afectivas de aceptación que indican la magnitud de la aceptabilidad. Estas pruebas muestran cuánto les gusta el producto a los consumidores y permiten hacer comparaciones entre los puntajes asignados a los productos. Se utilizó una escala hedónica de 5 puntos que evaluó color, olor, sabor y textura en donde la puntuación 1 significó no me gusta nada, 2 significó no me gusta, 3 fue no me gusta ni me disgusta, 4 significó me gusta y 5 me gusta mucho (Kemp, Hollowood y Hort, 2009). Los jueces no entrenados escogidos fueron 30 hombres que practicaban deporte de la Parroquia de Pomasqui (Anexo 1). La primera prueba se realizó tres veces a las mismas personas, con una semana de diferencia para cada repetición, mientras que la segunda prueba por falta de producto se realizó solo dos veces a las mismas personas, realizando una prueba por semana.

En la primera prueba se evaluó la aceptabilidad de dos formulaciones de suplemento líquido previo al secado por atomización, diferenciadas en la cantidad de pulpa de mora agregada. La primera formulación presentó un 25% de pulpa de mora y la segunda formulación un 28.77% de pulpa de mora. A los jueces se les presentó 15ml de cada formulación de suplemento, un vaso de agua y el cuestionario que se observa en el Anexo 2.

En la segunda prueba se ofreció dos muestras de suplemento en polvo, que se diferenciaron en su tamaño de partícula. El tratamiento 1 fue secado en una aguja de 0.8mm de diámetro y el tratamiento 2 en una aguja de 1.0mm. Los dos tratamientos fueron reconstituidos en agua utilizando una relación 1:7 de suplemento en polvo y agua. A los jueces se les presentó 10 ml de las dos muestras reconstituidas, un vaso de agua y el mismo cuestionario realizado en la prueba anterior.

#### **4.7 Análisis Estadístico**

Los datos obtenidos en las pruebas de aceptación fueron sometidos a un Análisis de Varianza (ANOVA), utilizando el programa Statgraphics Centurion XVII Versión 16.1.03 (32-bits) en donde se obtuvo también un resumen estadístico y una prueba de separación de medias Tukey al 5%.

#### **4.8 Análisis Bromatológico**

Se envió una muestra de 20 gramos del producto seco con mayor aceptación al Laboratorio QuímicaLabs. En el laboratorio se realizaron análisis de humedad, cenizas, grasa, proteína, fibra, carbohidratos totales, carbohidratos disponibles y calorías.

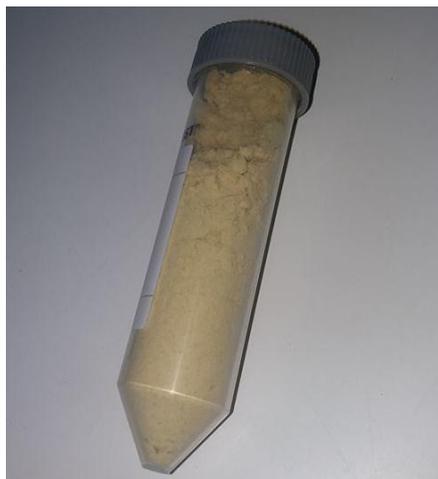
#### **4.9 Análisis beneficio – costo**

Para la determinación del beneficio-costo se utilizó una plantilla desarrollada en Excel en donde se detallaron los costos de la maquinaria y los equipos utilizados, los materiales usados en producción como ollas, bowls, materiales de laboratorio, entre otros, se incluyeron también costos de imprevistos asumiendo un valor del 5%, materiales directos como los ingredientes del suplemento, materiales indirectos como los envases, mano de obra, servicios básicos, arriendo de un local, depreciaciones de la maquinaria gastos financieros donde se incluyó un préstamo para la inversión. Con estos datos se realizó un resumen de inversiones, resumen de costos y gastos, un estado de pérdidas y ganancias y se calculó el punto de equilibrio, junto con el VAN, TIR y el Beneficio-Costo.

## 5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 5.1 Determinación de concentración de proteína aislada de chocho

Una vez extraída la proteína aislada de chocho se obtuvo un producto en polvo de color amarillo con olor y sabor característico a chocho (Figura 4).



*Figura 4.* Aislado proteico de chocho andino.

El rendimiento promedio del peso del aislado proteico con respecto al peso de la harina utilizada fue de  $42.54 \pm 0.63\%$ , este promedio fue obtenido a partir de 15 mediciones realizadas en diferentes días y con diferentes cantidades de harina (Anexo 3). El porcentaje obtenido se debe a que la extracción alcalina elimina compuestos como alcaloides, azúcares, fibra y polifenoles los cuales ocupan el porcentaje restante (Carvajal-Larenas, 2016). Los compuestos que se separan en mayor proporción en la extracción alcalina son los compuestos insolubles que según Alamanou, Bloukas, Paneras y Doxastakis (1996) fueron polisacáridos insolubles en agua y proteína residual. Los rendimientos obtenidos en otras investigaciones de proteína aislada de chocho andino varían desde 34% hasta 43% según la relación solido/liquido de la mezcla de harina de chocho con agua utilizada para la extracción, y el pH al que se llegó en la extracción alcalina. Una relación de 1:11 de harina de chocho:agua y un pH de

10.5 obtuvieron los valores más altos en rendimiento alcanzando 42.74%. (Caiza, 2011)

La cuantificación de la proteína del aislado, realizada en el laboratorio Multianálityca obtuvo un valor de 43% (Anexo 4), valor menor a lo esperado ya que el término de aislado de proteína es utilizado cuando se tiene por lo menos entre 83.9% y 87.4% de proteína, por lo que el producto obtenido no puede ser llamado aislado (Carvajal-Larenas, 2016). Las causas de los valores obtenidos no se conocen con exactitud, sin embargo se puede establecer ciertas suposiciones. Factores como las condiciones agronómicas del cultivo, aspectos genéticos, tipo de variedad de chocho y calidad pueden afectar la composición de nutrientes (Carvajal-Larenas, 2016). Además los procesos de aislamiento no siempre son los mismos entre estudios lo cual puede afectar a las propiedades de la proteína (Montes de Oca, Tlatempa, Camarillo, Torres y Alvears, 2010).

En este estudio, el proceso de extracción utilizado fue la precipitación de proteínas por el punto isoeléctrico. Este tipo de extracción puede alterar las estructuras de la proteína y degradar ciertos aminoácidos (Carvajal-Larenas, 2016). El pH puede afectar a la concentración de proteína del aislado ya que al tener pH muy alcalinos puede darse una hidrólisis que causa una pérdida de proteína. Valores de pH mayores a 9.0 provocan un valor de proteína más bajo, por lo que puede ser que al momento de la extracción alcalina del aislado de este estudio el pH fue mayor a 9.0 (Caiza, 2011; Vioque, 2000). Además según Carvajal-Larenas (2016) el punto isoeléctrico de las proteínas del *Lupinus mutabilis* varía de 4.0 a 6.0 ya que las proteínas poseen diferentes subunidades las cuales presentan propiedades diferentes por lo que no se puede decir un valor exacto del punto isoeléctrico.

Otro factor que afecta a la extracción de proteína es el tiempo de centrifugación, ya que la cantidad de nitrógeno extraído aumenta al pasar el

tiempo en forma logarítmica hasta que se llega a un equilibrio. Según Vioque (2000) el tiempo óptimo son 60 minutos, sin embargo el tiempo empleado en este estudio fue de 45 minutos por lo que esto pudo afectar a la cantidad de proteína obtenida. Además en otros estudios realizados las revoluciones por minuto calibradas en la centrífuga fueron mayores a los utilizados en esta investigación ya que se utilizaron diferentes modelos de centrífugas por lo que puede ser que las rpm y el tiempo utilizados no fueron los óptimos para la extracción de proteína. (Acuña y Caiza, 2010; Laurente, 2016; Villacrés, 2001)

En esta investigación se utilizó harina de chocho andino sin desengrasar. En procesos de extracción de proteína se suele desengrasar a las semillas para poder obtener una cantidad más pura de proteína y obtener valores de proteína mayores al 90%, por lo que en este estudio se obtuvieron menores cantidades de proteína en el aislado (Guerra y Pozo, 2018). En este estudio el grano de finura de la harina no fue determinado ya que se utilizó un cedazo casero para el tamizado. Según Aguiler y Garcia (1989) el tamaño de partícula también afecta el rendimiento de la extracción de proteína, mostrando en sus estudios que mientras disminuía el tamaño de partícula de la harina el rendimiento de proteína aumentaba. Mientras más pequeño es el tamaño de partícula, existe mayor cantidad de células rotas, por lo que la proteína está más expuesta al medio de extracción (Villacrés, 2001). Este puede ser también uno de los factores que afectó a la cantidad de proteína extraída.

## **5.2 Formulación del suplemento**

Se establecieron dos formulaciones de suplemento con diferencias en la cantidad de pulpa de mora adicionada como se observa en Tabla 8.

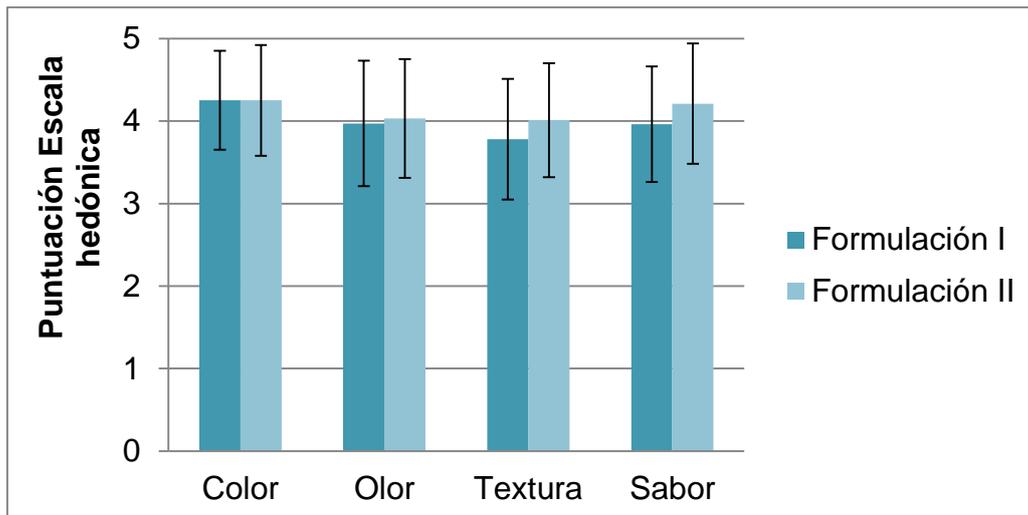
Tabla 8.

*Formulaciones de suplemento a base de proteína de chocho*

Ingrediente	FORMULACIÓN I		FORMULACIÓN II	
	Cantidad (g)	Porcentaje (%)	Cantidad (g)	Porcentaje (%)
Agua	92.90	28.15	92.90	26.74
Pulpa de mora	82.50	25.00	100.0	28.77
Pulpa de frutilla	66.00	20.00	66.00	26.74
Harina de chocho	49.50	15.00	49.50	14.24
Aislado proteico	33.00	10.00	33.00	9.49
Sucralosa	5.94	1.80	5.94	1.71
Sorbato de potasio	0.17	0.05	0.17	0.05

### 5.3 Análisis de aceptabilidad

Las pruebas de aceptación de las dos formulaciones diferenciadas en la cantidad de mora utilizada mostraron que los dos productos gustaron de manera general a los jueces ya que la puntuación promedio fue de  $\pm 4$  en la escala hedónica establecida (Figura 5). En este estudio al realizar los ANOVAS de las variables color, olor, textura y sabor no existieron diferencias significativas entre las dos formulaciones ya que el Valor-P fue mayor a 0.05. Tampoco se encontraron diferencias significativas entre repeticiones de un mismo tratamiento. El resultado de los ANOVAS indica que las dos formulaciones les gustaron por igual a los consumidores, sin embargo al comparar solo los promedios de cada formulación, se observa que existe un promedio mayor en la formulación II la cual se muestra en la Figura 6.



*Figura 5.* Promedios obtenidos en las pruebas de aceptación de formulaciones diferenciadas en la cantidad de mora.



*Figura 6.* Formulación de suplemento líquido con mayor cantidad de mora.

Las dos formulaciones les gustaron a los panelistas de manera general pero la formulación II, la cual presentó mayor cantidad de mora, obtuvo un mayor promedio en su puntuación. Uno de los aspectos que pueden indicar esta aceptación es que en el Ecuador la mora presenta una gran aceptación en los consumidores por lo que se encuentran bebidas, mermeladas y conservas con esta fruta (Martínez, 2007). El consumo de mora en el país es diario gracias a su aroma y sabor agrídulce, por lo que su demanda es de 2kg/familia/semanal

(Martínez, 2007). En una observación empírica en el mercado se observó que todas las marcas de yogures tenían una presentación de productos de sabor a mora lo cual indica la aceptación de este sabor por los consumidores. En un estudio realizado en las provincias de Pichincha, Tungurahua e Imbabura se mostró una preferencia del sabor de mora frente a otros sabores en jugos, yogur, mermelada y helados (Calero, 2010).

Algunos de los comentarios escritos por los panelistas en el cuestionario para la formulación 1 fueron “se siente el sabor a chocho”, “sabor parecido a yogur”, “arenoso”, “espeso”. En la formulación 2 los comentarios obtenidos fueron “ácida”, “sabor a yogur”, “más líquida”. La formulación con más cantidad de mora enmascaró en mayor proporción el sabor a chocho, además el uso de pulpa de mora le proporciona acidez al producto (Vázquez, Chambers IV, Adhikari y Carbonell, 2010). Al analizar la textura de la bebida la puntuación promedio fue mayor en la formulación II en donde se utilizó más pulpa de mora. Esto puede deberse a la presencia de gránulos o arenosidad, como mencionaron ciertos jueces, que se da por la incorporación de la harina y la proteína aislada (Churayra, 2012). Al tener más pulpa de mora en la formulación II se pudo disolver más la harina y la proteína en esta bebida, reduciendo así la consistencia espesa. En otros estudios acerca de suplementos los consumidores mostraron preferencia por las bebidas líquidas a comparación de las de consistencia más espesa (Churayra, 2012; Zarco, Mora, Pelcastre, Flores y Bronfman, 2006).

El consumo de suplementos proteicos en deportistas se da generalmente como bebidas tipo batidos o en polvo para ser reconstituido los cuales son tomados antes o después del entrenamiento (Montes de Oca, 2010). Sin embargo a pesar de que un producto pueda proporcionar nutrientes para el consumidor el aspecto sensorial es muy importante por lo que el consumo de bebidas con proteína vegetal con sabores residuales o arenosidad se encuentra limitado (Vanegas Pérez, Restrepo Molina y López Vargas, 2009).

Debido a que en todas las variables evaluadas el promedio de calificación fue mayor en la formulación II, esta fue elegida para ser secada por atomización y evaluar dos diámetros de aguja del Spray Dryer en el análisis de aceptación.

Las pruebas de aceptación de los tratamientos 1 y 2 diferenciados en el diámetro de aguja indicaron que los dos tratamientos les gustaron a los consumidores ya que se obtuvo un promedio de  $\pm 4.0$ . Los ANOVAS realizados en cada una de las variables indicaron que el Valor-P fue mayor a 0.05 por lo que no existieron diferencias significativas entre los tratamientos ni entre repeticiones en este estudio, por lo que los dos tratamientos gustaron por igual a los jueces y el tamaño de partícula no influyó en la aceptabilidad del producto. Al comparar únicamente los promedios obtenidos en las pruebas de aceptación se determinó que el tratamiento 2, que presentó un tamaño de partícula de 1.0mm y se muestra en la Figura 8 tuvo un mayor promedio en todas las variables analizadas (Figura 7).

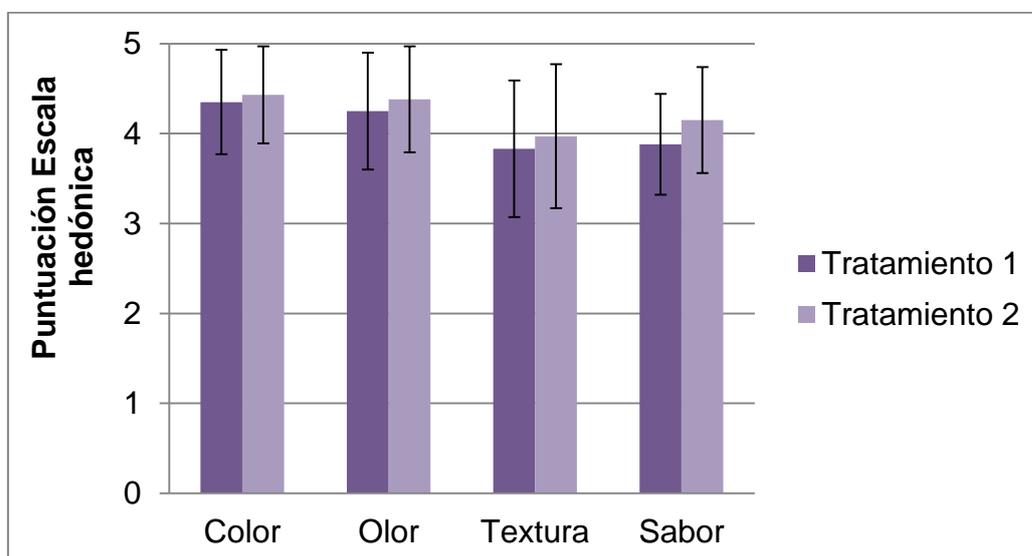


Figura 7. Promedios obtenidos en las pruebas de aceptación de tratamientos diferenciados en el diámetro de aguja del Spray Dryer.



*Figura 8.* Formulación de suplemento secado por atomización.

Pese a que no existieron diferencias significativas en este estudio, el promedio de las variables color, olor, textura y sabor fue superior en la partícula de mayor diámetro. Los resultados en la variable color pueden deberse a que al tener una partícula más grande, es decir utilizando una aguja con mayor diámetro y en atomizadores industriales que trabajan a mayores escalas se obtiene una partícula más coloreada, lo cual pudo llamar más la atención del consumidor y gustarles más (Guzmán y Castaño, 2002). De igual forma en la variable olor el resultado puede asociarse a que los olores de las frutas en partículas más grandes se perciben más. En un estudio realizado por Gutierrez, Muñoz, Nuñez, Montelongo y Bocourt (2006) se menciona que se perciben mayores aromas cuando se tiene más cantidad de materias primas que aporten sólidos como extractos o frutas. Basándose en los promedios la textura pudo gustar más a los panelistas el tratamiento 2 debido a que mientras más pequeñas son las partículas, estas se dispersan menos sobre todo al utilizar agua fría, que fue el tipo de agua que se utilizó para el análisis de aceptabilidad, por lo que utilizar partículas grandes hace que la rehidratación sea más fácil (Bringas y Pino, 2012).

Bringas y Pino (2012) menciona en su libro que la eficacia del proceso de secado en un atomizador se ve afectada además del tamaño de partícula, por la temperatura y velocidad del aire, tiempo, evaporación y las características del producto que se va a secar. Se dice que el éxito o fracaso de un suplemento tiene que ver directamente con la aceptabilidad del mismo por parte de los consumidores lo que llevará a la decisión del consumo (Zarco, 2006).

Al realizar un ANOVA entre la formulación II previa al secado y el tratamiento 1 reconstituido en agua no existieron diferencias significativas entre ellos. Sin embargo, los promedios obtenidos en este estudio fueron diferentes en el suplemento líquido y en el suplemento reconstituido. En las variables color y olor el suplemento en polvo reconstituido en agua tuvo un mayor promedio, mientras que en las variables textura y sabor el mayor promedio lo obtuvo el suplemento líquido antes del secado. Las características del producto secado por atomización dependen tanto del proceso como de las características del líquido especialmente de su viscosidad y los sólidos que posea (Alcantara Marte, Alcantara Marte, Tejada y Ros Berruezo, 2018). Mientras se tenga un producto con mayor viscosidad al ser secado este tendrá una partícula más grande y su densidad disminuirá (Sarabandi, Peighambardoust, Sadeghi Mahoonak y Samaei, 2018). Los cambios fisicoquímicos que se dan en el producto seco se deben principalmente a la degradación térmica que se provoca en el proceso por el calor. Por ejemplo, la acidez de un jugo de frutas al ser secado aumenta debido a que sus sales se disocian, además la difusión del agua al secarse un producto cambia las propiedades en el interior del alimento. (Alcantara Marte, 2018). Los sabores después del secado por atomización no son nuevos, sin embargo, estos se intensifican, por lo puede ser que el sabor del chocho y de las frutas utilizadas en este estudio fueron más fuertes (Carter y Drake, 2018). Naddaf, Avalo y Oliveros (2012) mencionan en su investigación que al secar jugo de naranja por aspersion se obtuvo un polvo con sabor y olor característico a una pulpa concentrada de naranja. El color es también afectado al secar un líquido por atomización ya que este se

intensifica. En un estudio realizado por García, González, Ochoa y Medrano (2004) al evaluar el color de un jugo de cebada secado por aspersión frente al jugo en líquido se determinó que los colores del polvo fueron parecidos al color del jugo líquido cuando el polvo tenía una humedad del 2.52%, sin embargo el color de una muestra que presentó una humedad del 9.61% se tornó más oscuro.

#### 5.4 Análisis Bromatológico

El análisis bromatológico del producto secado por atomización indicó que la proteína fue el nutriente presente en mayor cantidad en el suplemento ocupando el 38.16% (Anexo 5). Al comparar con el Valor Diario Recomendado (VDR) de la Norma INEN 1334-2 (2016) 131 gramos del suplemento cumplen con el requerimiento para niños mayores de cuatro años y adultos. Sin embargo este producto está dirigido a un mercado deportivo por lo que se sugiere que el tamaño de porción sean 50 gramos que se reconstituirían en 350ml de agua. Esta cantidad aportaría 19.08 g de proteína que representa un 38.16% del Valor Diario. (Tabla 9)

Tabla 9.

*Información nutricional del suplemento a base de chocho*

<b>Nutriente</b>	<b>Cantidad por 100 g</b>	<b>Cantidad por porción (50 g)</b>	<b>% VDR*</b>
Valor energético	464 kcal	232 kcal	11.60%
Grasa	23.27	11.64	17.91%
Proteína	38.16	19.08	38.16%
Fibra	3.54	1.77	7.08%
Carbohidratos totales	29.03	14.52	4.84%

Nota: \* El porcentaje de los Valores Diarios Recomendados están basados en una dieta de 2000 kilocalorías.

Según la Norma INEN 1334-3 (2011) para que un producto sólido sea considerado alto en proteína debe cubrir dos veces el 10% del Valor Diario en 100 gramos, por lo que el suplemento desarrollado puede declararse alto en proteína ya que con 100 gramos se cubriría el 76.32% del Valor Diario.

El suplemento a base de proteína de chocho se enfocó en deportistas debido a que el consumo de este tipo de suplementos es elevado en personas que realizan alguna actividad física buscando un aumento de masa muscular y mejor rendimiento de manera general (Rabassa-Blanco y Palma-Linares, 2017).

### **5.5 Análisis beneficio-costo**

Al realizar el análisis beneficio costo que se muestra en los Anexos 6,7,8 y 9 se obtuvo un beneficio costo de \$2.30, una Tasa Interna de Retorno del 25% que indica que se tiene un proyecto atractivo ya que puede ser rentable, además se obtuvo un Valor Actual Neto de \$ 60,350.24. El punto de equilibrio en unidades fue de 1130 envases y en ingresos fue \$ 28,231.88

Para obtener estos resultados el precio de venta al público establecido para un envase de suplemento en polvo con un contenido de 2 libras fue de \$25, sin embargo su precio de producción fue de \$16.78, obteniendo un margen de utilidad de 49%, además se estableció una producción diaria de 8400 gramos de suplemento trabajando 12 horas al día.

El PVP calculado es menor a otros suplementos proteicos para deportistas que se comercializan dentro del país, los cuales en una misma presentación oscilan sus precios desde \$40 hasta \$60.

## **6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **6.1 CONCLUSIONES**

La proteína aislada obtenida a partir de harina de chocho tuvo un rendimiento promedio de  $42.54 \pm 0.63\%$  suficiente en la extracción de proteína. Sin embargo la cantidad de proteína del aislado fue 43%, cantidad menor a la esperada.

Los deportistas encuestados indicaron que les gusta ( $\pm 4.0$ ) por igual las dos formulaciones líquidas, pese a las diferencias de sabor de mora que contenían.

Los deportistas encuestados indicaron que les gusta ( $\pm 4.0$ ) por igual las dos muestras en polvo reconstituidas en agua, pese a las diferencias del diámetro de aguja que se utilizó para el secado por atomización.

El beneficio-costo del suplemento a base de proteína de chocho a nivel piloto fue de \$2.30 al asignarle un PVP de \$25 a un envase de 2 libras, el cual tiene un precio de producción de \$16.78. Los indicadores financieros VAN y TIR demostraron que el producto puede ser rentable.

### **6.2 RECOMENDACIONES**

Para el proceso de extracción de aislado proteico se recomienda, emplear harina desengrasada para poder obtener una mayor cantidad de proteína. Además utilizar equipos con mayor capacidad para obtener mayores cantidades de aislado.

Para el desarrollo del análisis sensorial, se recomienda realizar pruebas por lo menos a 100 personas y realizar otros análisis como pruebas de preferencia para determinar que formulación escogerían.

Se recomienda realizar diferentes ensayos en donde se modifiquen parámetros como velocidad de flujo, tiempo, temperatura y velocidad de aire en el Spray Dryer para determinar si existen diferencias al analizar sensorialmente el producto. Además se recomienda realizar pruebas de solubilidad del producto seco.

## REFERENCIAS

- Acuña, O., y Caiza, J. (2010). Obtención de hidrolizado enzimático de proteína de chocho (*lupinus mutabilis*) a partir de harina integral. *Revista Politécnica*, 29(1), 70–77. Recuperado el 25 de febrero de 2018 de <http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/4387/1/CD-3992.pdf>
- Aguiler, J. M., y Garcia, Hi. (1989). *Protein extraction from lupin seeds: a mathematical model. International Journal of Food Science & Technolog.*, 24(1), 17–27. doi: 10.1111/j.1365-2621.1989.tb00615.x
- Alamanou, S., Bloukas, J. G., Paneras, E. D., y Doxastakis, G. (1996). *Influence of protein isolate from Lupin seeds (Lupinus albus ssp. Graecus) on processing and quality characteristics of frankfurters. Meat Science.* 42(1), 79–93. doi: 10.1016/0309-1740(95)00013-5
- Alcantara Marte, Y., Alcantara Marte, Y., Tejada, A. E., y Ros Berruezo, G. (2018). *Effect of different concentrations of pulverized mesocarp of Citrus paradisi Macf. on the bromatological characteristics of spray-dried lemon juice powder. Food Science and Nutrition.* 6(5), 1261–1268. doi: 10.1002/fsn3.679
- Comisión Australiana de Deportes. (2015). *ABCD Classification System.* Recuperado el 09 de abril de 2018 de <https://www.ausport.gov.au/ais/nutrition/supplements/classification>
- Ayala, G. (2004). *Aporte de los Cultivos andinos a la Nutrición Humana.* Recuperado el 25 de febrero de 2018 de [http://cipotato.org/wp-content/uploads/2014/09/07\\_Aporte\\_cultivos\\_andinos\\_nutric\\_human.pdf](http://cipotato.org/wp-content/uploads/2014/09/07_Aporte_cultivos_andinos_nutric_human.pdf)
- Fundación de la Industria de Alimentación y Bebidas. (2004). *Guía de complementos alimenticios y otros productos dietéticos. Información Consumidor.* Recuperado el 09 de abril de 2018 de [http://infoalimenta.com/uploads/\\_publicaciones/id63/63\\_dieteticos.pdf](http://infoalimenta.com/uploads/_publicaciones/id63/63_dieteticos.pdf)
- Benito, P. J., Calvo, S., y Gómez, C. (2014). *Alimentación y nutrición en la vida activa: ejercicio físico y deporte.* Madrid: UNED.
- Bringas, M., y Pino, J. (2012). *Microencapsulación de saborizantes mediante secado por atomización. Revista ReCiTeIA.* 11(2), 47–49. Recuperado el 10 de junio de 2018 de <http://RevistaReCiTeIA.es.tl>
- Caicedo, C., Peralta, E., Villacrés, E., y Rivera, M. (2001). *Poscosecha y Mercado de chocho (Lupinus mutabilis sweet) en Ecuador (Miscelánea).* Recuperado el 25 de febrero de 2018 de <http://repositorio.educacionsuperior.gob.ec/handle/28000/799>
- Caiza, J. (2011). *Obtención de hidrolizado de proteína de chocho (Lupinus mutabilis) a partir de harina integral. (Tesis pregrado).* Escuela Politécnica Nacional, Quito. Recuperado el 27 de febrero de 2018 de

<http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/8103/4/CD-2254.pdf>

- Calero, V. (2010). Estudio de prefactibilidad para la producción de mora variedad brazos, en Atuntaqui-Imbabura. (Tesis pregrado). USFQ, Quito. Recuperado el 10 de junio de 2018 de <http://repositorio.usfq.edu.ec/bitstream/23000/952/1/95097.pdf>
- Carter, B. G., y Drake, M. A. (2018). *Invited review: The effects of processing parameters on the flavor of whey protein ingredients*. *Journal of Dairy Science*, 101(8), 6691–6702. doi: 10.3168/jds.2018-14571
- Carvajal-Larenas, F. E., Linnemann, A. R., Nout, M. J. R., Koziol, M., y Van Boekel, M. A. J. S. (2016). *Lupinus mutabilis: Composition, Uses, Toxicology, and Debittering*. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. 56(9), 1454–1487. doi: 10.1080/10408398.2013.772089
- Chel, L., Corzo, L., y Betancur, D. (2003). Estructura y propiedades funcionales de proteínas de leguminosas. Recuperado el 27 de febrero de 2018 de <http://www.cirsociales.uady.mx/revUADY/pdf/227/ru2275.pdf>
- Churayra, L. (2012). EFECTO DE LA ADICION DE PROTEÍNA CONCENTRADA DE QUINUA (*Chenopodium quinoa* Willd) EN LAS PROPIEDADES FISICO QUIMICAS Y VIDA UTIL DEL YOGURT. (Tesis pregrado). Universidad Nacional del Altiplano, Perú. Recuperado el 28 de febrero de 2018 de [http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/3396/Churayra\\_Flores\\_Lenin.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/3396/Churayra_Flores_Lenin.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Gallego, A., Garcinuño, R. M., Morcillo, M. J., y Vázquez, M. Á. (2013). Química Básica. Madrid: Editorial UNED
- García, C., González, M., Ochoa, L., y Medrano, H. (2004). Microencapsulación De Jugo De Cebada Verde Mediante Secado por Aspersión. *Cienc. Tecnol. Aliment.* 4(4), 262–266. doi: 10.1080/11358120409487769
- González, L., Téllez, A., Sampedro, J. G., y Nájera, H. (2007). Las proteínas en la nutrición. *Revista Salud Pública y Nutrición*. 8(2). Recuperado el 27 de febrero de 2018 de <http://www.medigraphic.com/pdfs/revsalpubnut/spn-2007/spn072g.pdf>
- Guerra, D., y Pozo, P. (2018). ANÁLISIS PROXIMAL Y PERFIL DE AMINOÁCIDOS DEL AISLADO PROTEICO DEL CHOCHO ANDINO ECUATORIANO (*FABACEAE: Lupinus mutabilis*). *INFOANALÍTICA*. 6, 55–66. Recuperado el 25 de febrero de 2018 de <http://infoanalitica-puce.edu.ec/index.php/infoanalitica/article/view/53>
- Gutierrez, S., Muñoz, Y., Nuñez, M., Montelongo, I., y Bocourt, G. (2006). Desarrollo de un aroma en polvo de café. *Ciencia y Tecnología de Alimentos*. 16(1), 65–69. Recuperado el 10 de junio de 2018 de [https://www.researchgate.net/publication/271443080\\_Desarrollo\\_de\\_un\\_aroma\\_en\\_polvo\\_de\\_cafe](https://www.researchgate.net/publication/271443080_Desarrollo_de_un_aroma_en_polvo_de_cafe)

- Guzmán, S., y Castaño, J. (2002). Secado por atomización del jugo de la caña de azúcar 1. *Cenicafé*. 53(4), 327–333. Recuperado el 08 de junio de 2018 de <http://www.cenicafe.org/es/publications/arc053%2804%29327-333.pdf>
- Ibáñez, J., y Astiasarán, I. (2010). *Ayudas Ergogénicas: Alimentación y deporte*. Navarra: EUNSA.
- Instituto Ecuatoriano de Normalización.(2011). ROTULADO DE PRODUCTOS ALIMENTICIOS PARA CONSUMO HUMANO. PARTE 3. REQUISITOS PARA LAS DECLARACIONES NUTRICIONALES Y DECLARACIONES SALUDABLES. Recuperado el 08 de junio de 2018 de [https://www.controlsanitario.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2014/07/ec.nte\\_.1334.3.2011.pdf](https://www.controlsanitario.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2014/07/ec.nte_.1334.3.2011.pdf)
- Instituto Ecuatoriano de Normalización. (2016). ROTULADO DE PRODUCTOS ALIMENTICIOS PARA CONSUMO HUMANO. PARTE 2. ROTULADO NUTRICIONAL. REQUISITOS. Recuperado el 08 de junio de 2018 de <http://extwprlegs1.fao.org/docs/pdf/ecu175751.pdf>
- Instituto Ecuatoriano de Normalización. (2015). INEN 2983 SUPLEMENTOS ALIMENTICIOS. REQUISITOS. Recuperado el 08 de junio de 2018 de [http://www.normalizacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2015/07/nte\\_inen\\_2983.pdf](http://www.normalizacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2015/07/nte_inen_2983.pdf)
- Instituto Irlandés de Nutrición y Dietética. (2013). *A Guide to Sports Nutrition Supplements*. Recuperado el 18 de julio de 2018 de <https://www.indi.ie/fact-sheets/fact-sheets-on-sports-nutrition/550-a-guide-to-sports-nutrition-supplements.html>
- Jacobsen, S.-E., & Mujica, A. (2006). El tarwi (*Lupinus mutabilis Sweet.*) y sus parientes silvestres. Recuperado el 25 de febrero de 2018 de [http://www.beisa.dk/Publications/BEISA Book pdfer/Capitulo 28.pdf](http://www.beisa.dk/Publications/BEISA%20Book%20pdfer/Capitulo%2028.pdf)
- Kemp, S. E., Hollowood, T., y Hort, J. (2009). *Sensory Evaluation : A Practical Handbook*. (1a ed.). [versión digital]. Recuperado el 19 de julio de 2018 de <http://ebookcentral.proquest.com/lib/udlap/detail.action?docID=470132>.
- Laurente, Y. (2016). “OBTENCIÓN DEL CONCENTRADO PROTÉICO Y DETERMINACIÓN DEL PERFIL DE AMINOÁCIDOS DE DOS VARIEDADES DE TARWI (*Lupinus mutabilis Sweet*)”. (Tesis pregrado). UNAP, Perú. Recuperado el 26 de febrero de 2018 de [http://tesis.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/2857/Quispe\\_Callata\\_Edwin\\_Bernardo.pdf?sequence=1](http://tesis.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/2857/Quispe_Callata_Edwin_Bernardo.pdf?sequence=1)
- Lavalli, J., y Toulson, M. I. (2010). *Intake of nutritional supplements among people exercising in gyms and influencing factors*. *Nutrition*, 26(6), 604–611. doi: 10.1016/j.nut.2009.06.021

- León, E., Villacorta, M., y Pagador, S. (2011). Composición química de “oca” (*Oxalis tuberosa*), “arracacha” (*Arracaccia xanthorrhiza*) y “tarwi” (*Lupinus mutabilis*). *Revista Venezolana de Ciencia y Tecnología de Alimentos*. 2(2), 239–252.
- Martínez, A., Beltrán, O., Velastegui, G., Ayala, G., Jácome, R., Yáñez, W., y Valle, E. (2007). *Manual del Cultivo de la Mora de Castilla*. (1a ed.). [versión digital]. Recuperado el 18 de julio de 2018 de <https://books.google.com.ec/books?id=E30zAQAAMAAJ>
- Martínez Sanz, J. M., Urdampilleta Otegui, A., y Mielgo Ayuso, J. (2013). Necesidades energéticas, hídricas y nutricionales en el deporte. *European Journal of Human Movement*. (30), 37–52. Recuperado el 27 de febrero de 2018 de <http://www.redalyc.org/pdf/2742/274228060004.pdf>
- Maughan, R., y Burke, L. (2012). *Nutrición para deportistas*. Comité Olímpico Internacional. Recuperado el 15 de julio de 2018 de [http://deporte.aragon.es/recursos/files/documentos/doc-areas\\_sociales/deporte\\_y\\_salud/guia\\_nutricion\\_deportistas.pdf](http://deporte.aragon.es/recursos/files/documentos/doc-areas_sociales/deporte_y_salud/guia_nutricion_deportistas.pdf)
- Ministerio de Agricultura Ganadería Acuicultura y Pesca. (2016). El déficit de chocho llega a 6.397 toneladas. Recuperado el 24 de febrero de 2018 de <https://www.eltelegrafo.com.ec/noticias/economia/8/el-deficit-de-chocho-llega-a-6-397-toneladas>
- Montes de Oca, R., Tlatempa, P., Camarillo, M. S., Torres, M., y Alvears, I. (2010). ¿ Existen alimentos funcionales para deportistas?. *RMNC*. 1(1), 27–41. Recuperado el 27 de febrero de 2018 de <https://www.researchgate.net/publication/318281187>
- Morales, J., Restrepo, D., y Acevedo, D. (2012). Propiedades funcionales de aislados proteicos de leguminosas. *Revista ReCiTelA*. 11(2), 25–28. Recuperado el 25 de febrero de 2018 de [https://books.google.com.ec/books/about/Propiedades\\_funcionales\\_de\\_aislados\\_prot.html?id=-Z1IEIz4U6sC&redir\\_esc=y](https://books.google.com.ec/books/about/Propiedades_funcionales_de_aislados_prot.html?id=-Z1IEIz4U6sC&redir_esc=y)
- Naddaf, L., Avalo, B., y Oliveros, M. (2012). *Spray-dried natural orange juice encapsulants using maltodextrin and gum arabic*. *Revista Técnica de la Facultad de Ingeniería Universidad del Zulia*. 35(1), 20–27. Recuperado el 10 de junio de 2018 de <http://produccioncientifica.luz.edu.ve/index.php/tecnica/article/view/6815>
- Navarrete, M. (2010). “Extracción , Refinación , y Caracterización Físico Químico y Nutracéutico del Aceite de Chocho (*Lupinus mutabilis sweet*)”. (Tesis pregrado). ESPOCH, Chimborazo. Recuperado el 20 de febrero de 2018 de <http://dspace.esepoch.edu.ec/bitstream/123456789/731/1/56T00249.pdf>
- Oficina de Suplementos Dietéticos. (2017). *Dietary Supplements for Exercise*

*and Athletic Performance*. Recuperado el 05 de marzo de 2018 de <https://ods.od.nih.gov/factsheets/ExerciseAndAthleticPerformance-Consumer/>

- Ognio, G., y Segura, E. (2016). Explorando el uso de suplementos nutricionales por deportistas peruanos: un estudio piloto en Lima, Perú. *Nutricion Hospitalaria*, 33(2). doi: 10.20960/nh.531
- Olza, J., Porres, J. Urbano, G., Martínez, E., y Gil, A. (2008). Evaluación biológica de la calidad de una mezcla de proteínas para uso en nutrición enteral. *Scielo*. 23(3), 206–211. Recuperado el 03 de junio de 2018 de <http://scielo.isciii.es/pdf/nh/v23n3/original2.pdf>
- Onzari, M. (2007). Ayudas ergogénicas nutricionales en la Alimentación del Deportista. Recuperado el 05 de marzo de 2018 de [http://www.sanutricion.org.ar/files/upload/files/ayudas\\_ergogenicas\\_nutricionales\\_SAN\\_0.pdf](http://www.sanutricion.org.ar/files/upload/files/ayudas_ergogenicas_nutricionales_SAN_0.pdf)
- Palacios, N., Montalvo, Z., y Iglesias, E. (2005). Actividad física y deporte. Suplementación Nutricional. Recuperado el 05 de marzo de 2018 de <http://www.eumedia.es/portales/files/documentos/suplementacionnutricional-afepadi.pdf>
- Parzanese, M. (s. f.). Procesamiento de legumbres, opciones para la diversificación del consumo. *Alimentos Argentinos*. 24, 1–10. Recuperado el 27 de febrero de 2018 de [http://www.alimentosargentinos.gob.ar/contenido/sectores/tecnologia/Ficha\\_24\\_Legumbres.pdf](http://www.alimentosargentinos.gob.ar/contenido/sectores/tecnologia/Ficha_24_Legumbres.pdf)
- Pedroche, J., Yust, M., Lqari, H., Girón, J., Alaiz, M., Vioque, J., y Millán, F. (2003). Utilización de enzimas inmovilizadas para la producción de péptidos bioactivos. En J. Pedroche, J. Girón, J. Rodríguez, & F. Millán (Eds.). *Proteínas alimentarias y coloides de interés industrial (JIPAC 2003)*. Sevilla: Universidad de Sevilla.
- Peralta, E., Murillo, N., Villacrés, E., y Rivera, M. (2013). Catálogo de variedades mejoradas de granos andinos: chocho, quinua, amaranot y sangotache, para la Sierra Ecuatoriana. INIAP. 151(3a), 10. Recuperado el 24 de febrero de 2018 de <http://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/2713>
- Rabassa-Blanco, J., y Palma-Linares, I. (2017). Efectos de los suplementos de proteína y aminoácidos de cadena ramificada en entrenamiento de fuerza: revisión bibliográfica. *Revista Española de Nutrición Humana y Dietética*. 21(1), 55. doi: 10.14306/renhyd.21.1.220
- Rodríguez, F., Crovetto, M., González, A., Morant, N., y Santibáñez, F. (2011). Consumo De Suplementos Nutricionales En Gimnasios, Perfil Del Consumidor Y Características De Su Uso Nutricional. *Rev Chil Nutr*. 38, 157–166. doi: 10.4067/S0717-75182011000200006
- Rosenbloom, C. A., y Coleman, E. J. (2012). *Sports Nutrition: A Practice*

*Manual for Professionals* (5ta ed.). United States of America: Academy of Nutrition & Dietetics.

- Sánchez-Vioque, R., Clemente, A., Vioque, J., Bautista, J., y Millán, F. (1999). *Protein isolates from chickpea (Cicer arietinum L.): Chemical composition, functional properties and protein characterization*. *Food Chemistry*, 64(2), 237–243. doi: 10.1016/S0308-8146(98)00133-2
- Sánchez, A., Miranda, M. T., y Guerra, E. (2008). Estudio estadístico del consumo de suplementos nutricionales y dietéticos en gimnasios. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*. 58(3). Recuperado el 05 de marzo de 2018 de <https://www.alanrevista.org/ediciones/2008/3/art-2/>
- Sarabandi, K., Peighambaroust, S. H., Sadeghi Mahoonak, A. R., y Samaei, S. P. (2018). *Effect of different carriers on microstructure and physical characteristics of spray dried apple juice concentrate*. *Journal of Food Science and Technology*. 55(8), 3098–3109. doi: 10.1007/s13197-018-3235-6
- Sociedad Internacional de Nutrición Deportiva. (2010). *Exercise & sport nutrition review: research & recommendations*. Recuperado el 24 de julio de 2018 de [https://static1.onlineeducation.center/uploads/blog\\_adjuntos/issn\\_exercise\\_sport\\_nutrition\\_research\\_and\\_recomendations\\_10.pdf](https://static1.onlineeducation.center/uploads/blog_adjuntos/issn_exercise_sport_nutrition_research_and_recomendations_10.pdf)
- Suca, G. R. A., y Suca, C. A. A. (2015). Fuente Proteínica Y Avances De Su Desarrollo Agroindustrial. *Rev. Per. Quím. Ing. Quím.* 18, 55–71. Recuperado el 05 de marzo de 2018 de <http://revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe/index.php/quim/article/view/11791/10546>
- Tapia, M. E. (2015). El Tarwi, Lupino Andino. Recuperado el 05 de marzo de 2018 de <http://fadvamerica.org/wp-content/uploads/2017/04/TARWI-espanol.pdf>
- U.S.Food and Drug Safety. (2015). *Cosmetic Facts from the U.S. Food and Drug Administration*. Recuperado el 05 de marzo de 2018 de <https://www.fda.gov/downloads/Food/DietarySupplements/UCM240979.pdf>
- Ulloa, J. A., Rosas-Ulloa, P., Ramírez-Ramírez, J. C., y Ulloa-Rangel, B. E. (2012). Producción de aislados proteicos a partir de subproductos industriales Introducción. *Revista Fuente nueva época*. (11), 9–15. Recuperado el 06 de marzo de 2018 de [https://www.researchgate.net/publication/269095760\\_Produccion\\_de\\_aislados\\_proteicos\\_a\\_partir\\_de\\_subproductos\\_industriales](https://www.researchgate.net/publication/269095760_Produccion_de_aislados_proteicos_a_partir_de_subproductos_industriales)
- Vanegas Pérez, L. S., Restrepo Molina, D. A., y López Vargas, J. H. (2009). Características De Las Bebidas Con Proteína De Soya. *Revista Facultad Nacional de Agronomía*. 62(2), 5165–5175. Recuperado el 06 de marzo de 2018 de [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0304-](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0304-)

28472009000200015&lng=en&nrm=iso&tlng=es

- Vázquez, L., Chambers IV, E., Adhikari, K., y Carbonell, A. (2010). *Sensory and Physicochemical Characterization of Juices Made with Pomegranate and Blueberries , Blackberries , or Raspberries*. *Journal of Food Science*. 75(7), 398–404. doi: 10.1111/j.1750-3841.2010.01779.x
- Villacrés, E. (2001). Obtención de un hidrolizado enzimático de alta funcionalidad a partir del chocho (*Lupinus mutabilis* Sweet). Recuperado el 25 de febrero de 2018 de <http://repositorio.iniap.gob.ec/jspui/handle/41000/965>
- Villacrés, E., Rubio, A., Egas, L., y Segovia, G. (2006). Usos alternativos del chocho. Recuperado el 25 de febrero de 2018 de <http://www.fondoindigena.org/wp-content/uploads/2011/08/USOS-ALTERNATIVOS-DEL-CHOCHO.pdf>
- Vioque, J., Clemente, A., Bautista, J., y Millán, F. (2000). Jornada internacional sobre proteínas alimentarias. [versión electrónica]. Recuperado el 18 de julio de 2018 de <https://books.google.com.ec/books?isbn=8447206114>
- Vioque, J., Sánchez-Vioque, R., Pedroche, J., Yust, M., & Millán, F. (2001). Obtención y aplicaciones de concentrados y aislados protéicos. *Instituto de la Grasa: Grasas y Aceites*. 52(Fasc. 2), 127–131. doi: 10.3989/gya.2001.v52.i2.384
- Zarco, A., Mora, G., Pelcastre, B., Flores, M., y Bronfman, M. (2006). Aceptabilidad de los suplementos alimenticios del programa Oportunidades. *Salud Publica de Mexico*. 48(4), 325–331. doi: 10.1590/S0036-36342006000400007

## **ANEXOS**

**Anexo 1:** Desarrollo de encuestas de aceptabilidad del suplemento por parte de deportistas.



**Anexo 2:** Formato de encuesta de aceptabilidad del suplemento a base de proteína de chocho para deportistas.

Frente a usted se encuentran dos muestras de una bebida a base de proteína, por favor deguste e indique con una X cuánto le gusta el producto en una escala del 1 al 5, siendo:

<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
No me gusta nada	No me gusta	No me gusta ni me disgusta	Me gusta	Me gusta mucho

MUESTRA 1	1	2	3	4	5
Color					
Olor					
Textura					
Sabor					

Observaciones: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

MUESTRA 2	1	2	3	4	5
Color					
Olor					
Textura					
Sabor					

Observaciones: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**Anexo 3:** Mediciones de rendimiento en peso del aislado proteico de chocho.

Día	Harina (g)	Aislado (g)	Rendimiento (%)
1	50	21.92	43.84
2	50	20.87	41.74
3	40	17.05	42.63
4	40	17.42	43.55
5	40	16.94	42.35
6	40	16.51	41.28
7	45	18.53	41.18
8	40	17.03	42.58
9	40	17.53	43.83
10	50	21.44	42.88
11	80	33.69	42.11
12	80	34.01	42.51
13	65	27.82	42.80
14	30	12.73	42.43
15	35	14.86	42.46

## Anexo 4: Análisis de proteína del aislado proteico de chocho



**Multianalityca Cia. Ltda**  
Laboratorio de Análisis y Aseguramiento de Calidad

**INFORME DE RESULTADOS**

**INF.DIV-FQ.30107**

SA 38804a

Cliente:	ALVARADO XIMENA	Lote:	---
Dirección:	SANGOLQUI	Fecha Elaboración:	---
		Fecha Vencimiento:	---
Muestreado por:	El Cliente	Fecha Recepción:	02/03/2018
Muestra de:	ALIMENTO	Hora Recepción:	15:16
Descripción:	PROTEINA DE CHOCHO	Fecha Análisis:	05/03/2018
		Fecha Entrega:	08/03/2018
		Código:	----

Características Muestra	
Color:	Característico
Olor:	Característico
Estado:	Semisolido
Contenido Declarado:	5g
Contenido Encontrado:	----
Observaciones:	Los resultados reportados en el presente informe se refieren a las muestras entregadas por el cliente a nuestro laboratorio

**RESULTADO FISICO-QUIMICO**

PARAMETROS	UNIDAD	RESULTADO	METODO INTERNO	METODO DE REFERENCIA
PROTEINA (F: 5,46)	%	43	MFQ-01	AOAC 2001.11





Ing. Lizeth Guevara  
JEFE DIVISION FISICO-QUIMICO



Dirección: Cap. Edmundo Chiriboga N47-154 y Jorge Anibal Páez Telf.: 2267895 - 2269743 - 2444670 Cel.: 0958850754 - 0998281144  
 www.multianalityca.com Quito - Ecuador

EDICION RG: 05
RFQ-4.1-6
Página 1/1

## Anexo 5: Análisis bromatológico del suplemento



### INFORME DE RESULTADOS

INFAQ 993

Cliente	Ximena Alvarado	Lote	----
Direccion	Pusuqui	Fecha elaboracion	----
		Fecha Vencimiento.	----
Muestreado por	EL CLIENTE	Fecha Recepción.	04/06/2018
Muestra de	Alimento	Hora Recepcion.	14:42
Descripcion	Suplemento Proteico en Polvo	Fecha Analisis.	04/06/2018
		Fecha entrega.	08/06/2018
		Codigo.	-----

CARACTERISTICAS ORGANOLEPTICAS	
Color.	Caracteristico
Olor	Caracteristico
Estado.	Solido
Verificación Contenido	
Contenido Declarado.	20g
Material de Empaque.	-----

RESULTADOS AREA QUIMICA			
PARAMETRO	UNIDAD	RESULTADO	METODO
Humedad	%	7,30	MQ-06/AOAC 925.10
Ceniza	%	2,25	MQ-07/AOAC 945.46
Grasa	%	23,27	MQ-08/AOAC 2003.06
Proteina	%	38,16	MQ-09/AOAC 2001.11
Fibra	%	3,54	MQ-10/INEN 522
Carbohidratos Totales	%	29,03	CALCULO
Carbohidratos Disponibles	%	25,49	CALCULO
Calorias	%	464,00	CALCULO

  
 Ing. Leonidas Mosquera  
 DIRECTOR TECNICO

Los resultados reportados en el presente informe se refieren a las muestras entregadas por el cliente a nuestro laboratorio.

**Anexo 6:** Resumen de inversiones en el desarrollo del suplemento a base de proteína de chocho

### Resumen de inversiones

Descripción	Costo Total
Maquinaria y equipos	\$ 15,410.00
Materiales	\$ 96.66
<b>Total</b>	<b>\$ 15,506.66</b>
Imprevistos (5%)	\$ 775.33
<b>Total Inversiones</b>	<b>\$ 16,281.99</b>

**Anexo 7:** Costos y gastos anuales en la elaboración del suplemento

**Resumen de Costos y Gastos Anuales - Suplemento a base de proteína de chocho**

Descripción	Costo Total
<b>Costos Directos</b>	<b>\$ 25 249.21</b>
Materiales Directos	\$ 15 649.21
Mano de Obra Directa	\$ 9 600.00
<b>Costos Indirectos</b>	<b>\$ 2 923.98</b>
Materiales Indirectos	\$ 662.40
Servicios Básicos	\$ 920.00
Imprevistos	\$ 1 341.58
<b>Gastos de Administración y Generales</b>	<b>\$ 8 586.90</b>
Depreciaciones y Amortizaciones	\$ 1 386.90
Arriendo	\$ 7 200.00
<b>Gastos Financieros</b>	<b>\$ 7 716.18</b>
<b>Total Costos y Gastos Anuales</b>	<b>\$ 44 476.27</b>

## Anexo 8: Estado de pérdidas y ganancias

### Estado de Pérdidas y Ganancias

Periodo		0	1	2	3	4	5
Inflación		3.53%	3.57%	3.46%	3.63%	3.67%	3.59%
<b>Ingresos</b>		\$ -	\$ 55 547.80	\$ 61 102.58	\$ 67 212.84	\$ 73 934.13	\$ 81 327.54
Ventas		\$ -	\$ 55,547.80	\$ 61 102.58	\$ 67 212.84	\$ 73 934.13	\$ 81 327.54
Costos de Producción		\$ -	\$ 37 276.27	\$ 125.00	\$ 135.00	\$ 145.00	\$ 155.00
<b>Utilidad Bruta</b>		\$ -	\$ 18 271.54	\$ 60 977.58	\$ 67 077.84	\$ 73 789.13	\$ 81 172.54
<b>Gastos de Operación</b>		\$ -	\$ -	\$ 40 446.78	\$ 38 899.38	\$ 37 483.77	\$ 36 293.25
Gastos de Ventas		\$ -	\$ -	\$ 20 180.07	\$ 19 408.03	\$ 18 701.74	\$ 18 107.75
Gastos de Administración y Generales		\$ -	\$ -	\$ 20 266.71	\$ 19 491.35	\$ 18 782.03	\$ 18 185.49
<b>Utilidad de Operación</b>		\$ -	\$ 18 271.54	\$ 20 530.80	\$ 28 178.46	\$ 36 305.36	\$ 44 879.29
Gastos Financieros		\$ -	\$ 616.28	\$ 596.30	\$ 573.48	\$ 552.61	\$ 535.06
<b>Utilidad Antes de Impuestos</b>		\$ -	\$ 17 655.26	\$ 19 934.51	\$ 27 604.98	\$ 35 752.74	\$ 44 344.23
Impuesto Sobre la Renta 22%		\$ -	\$ 3 884.16	\$ 4 385.59	\$ 6 073.10	\$ 7 865.60	\$ 9 755.73
<b>Utilidad Antes del Reparto</b>		\$ -	\$ 13 771.10	\$ 15 548.92	\$ 21 531.89	\$ 27 887.14	\$ 34 588.50
Reparto a los empleados 15%		\$ -	\$ 2 065.66	\$ 2 332.34	\$ 3 229.78	\$ 4 183.07	\$ 5 188.28
<b>Utilidad Neta</b>		\$ -	\$ 11 705.43	\$ 13 216.58	\$ 18 302.10	\$ 23 704.07	\$ 29 400.23
Depreciación Maquinaria y Equipo		\$ -	\$ 1,339.16	\$ 1,295.73	\$ 1,246.16	\$ 1,200.81	\$ 1,162.67
Pago Capital Prestado		\$ -	\$ (1,071.04)	\$ (1,176.00)	\$ (1,291.25)	\$ (1,417.79)	\$ (1,556.73)
<b>Flujo Neto de Efectivo</b>		\$ (46,397.93)	\$ 11,973.55	\$ 13,336.31	\$ 18,257.01	\$ 23,487.09	\$ 29,006.16
Tasa de Descuento		15%					
VAN		\$ 60,350.24					
TIR		25%					
Beneficio Costo (B/C)		2.30					

## Anexo 9: Punto de equilibrio en unidades y en ingresos

### Punto de Equilibrio

Rubro	Costo Fijo	Costo Variable
Materiales Directos		\$ 15 649.21
Mano de Obra Directa	\$ 9,600.00	
Materiales Indirectos		\$ 662.40
Servicios Básicos	\$ 184.00	\$ 736.00
Depreciación	\$ 1,386.90	
Imprevistos		\$ 1,341.58
Gastos Financieros	\$ 7,716.18	
<b>Total</b>	<b>\$ 18,887.08</b>	<b>\$ 18,389.19</b>

Producción Real	2222
Costo Fijo	\$ 18,887.08
Costo Variable Unitario	\$ 8.28
Costo de producción unitario	\$ 16.78
PVP	\$ 25.00
<b>Punto de Equilibrio</b>	<b>1130 envases</b>
<b>Punto de Equilibrio</b>	<b>\$ 28,231.88 ingresos</b>

