



FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS APLICADAS

FORMULACIÓN DE UN SUPLEMENTO NUTRICIONAL DE ORIGEN
ANIMAL Y VEGETAL PARA DEPORTISTAS

AUTORA

María José Jáuregui Vásquez

AÑO

2020



FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS APLICADAS

FORMULACIÓN DE UN SUPLEMENTO NUTRICIONAL DE ORIGEN ANIMAL
Y VEGETAL 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

Doctora Viviana Yáñez Mendizábal

Autora

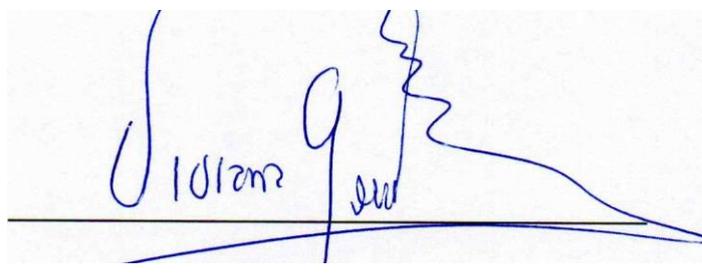
María José Jáuregui Vásquez

Año

2020

DECLARACIÓN DEL PROFESOR GUÍA

“Declaro haber dirigido el trabajo, Formulación de un suplemento nutricional de origen animal y vegetal para deportistas, a través de reuniones periódicas con la estudiante María José Jáuregui Vásconez, en el semestre 202010, 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”.



Viviana Yáñez Mendizábal

Doctora en Ciencias y Tecnología Agraria y Alimentaria

CI: 171046978

DECLARACIÓN DEL PROFESOR CORRECTOR

“Declaro haber revisado este trabajo, Formulación de un suplemento nutricional de origen animal y vegetal para deportistas, de la María José Jáuregui Vásconez, en el semestre 202010, dando cumplimiento a todas las disposiciones vigentes que regulan los Trabajos de Titulación”



Pablo Santiago Moncayo Moncayo

Doctor en Ingeniería Industrial

CI: 1712367505

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.”



María José Jáuregui Vásquez

CI: 1724729163

AGRADECIMIENTOS

Gracias a mis padres y a mi hermana por su apoyo incondicional, su paciencia durante toda mi carrera universitaria y por ser mi guía constante en todos los pasos de mi vida.

A mis profesores de la UDLA por compartir su conocimiento conmigo y ser un gran apoyo, a mi tutora Viviana Yáñez por su motivación y soporte. Al Dr. Cesar Falconí por el acceso al equipo de atomización

A mis compañeros y amigos, quienes han sido una parte importante de mi desarrollo como persona y profesional.

RESUMEN

El objetivo del presente estudio fue desarrollar un suplemento nutricional proteico para deportistas a base de harina de chocho y suero de leche. La formulación fue desarrollada a partir de concentrado proteico de ambas materias primas y se emplearon dos métodos de secado, liofilización (*freezy drying*) y atomización (*spray drying*). Para esto, el primer paso fue concentrar la proteína de chocho y suero de leche. El concentrado proteico de chocho se obtuvo mediante una extracción con NaCl 0.5M a pH10, en proporción 1:5, p/v, equivalente a 49.59%. El concentrado de suero de leche, se obtuvo a partir de un método de extracción por centrifugado y filtrado por membranas porosas, donde el suero fue previamente pasteurizado y descremado en su totalidad, y fue equivalente a 31.62% de proteína. Posteriormente, la formulación del suplemento a partir de concentrados proteicos, maltodextrina, carboximetilcelulosa y esencia de vainilla pasó por un proceso de secado para ser comercializada como un producto en polvo. El método de atomización fue realizado por el equipo Spray Dryer 4M8-Trix a 120°C, donde se obtuvo un rendimiento de 54.04% y 35.09% de proteína. El método de liofilización se realizó en el equipo Labotec 220V-60Hz a -65°C, del cual se consiguió un 72.50% y 39.28% respectivamente. Adicionalmente se realizó un análisis sensorial para medir la aceptabilidad de las formulaciones obtenidas a partir de los dos métodos. Se efectuaron pruebas afectivas que midieron atributos de color, sabor, olor y textura, en base a una escala hedónica de 1 a 5. Se evidenció que la formulación preferida por los jueces fue la atomizada, ya que resaltaba atributos como textura, solubilidad y el sabor a vainilla, los cuales son relevantes para un producto en polvo que va a ser reconstituido en un líquido. Por último, se realizó un análisis financiero donde se calculó que el beneficio/costo que el producto tendría en el mercado es de \$2.01, en donde el PVP sería de \$6 por una unidad de 200 g.

ABSTRACT

The aim of this study was developed a protein nutritional supplement especially for athletes based on lupin and buttermilk sources. The formulation was developed from protein concentrate of both raw materials and two drying methods were used, freezy drying and spray drying. The first step was to concentrate the protein from lupin flour and buttermilk. Lupin protein concentrate was obtained by extraction with 0.5M NaCl at pH10, in a 1:5, w/v ratio, and equivalent to 49.59%. The whey concentrate was obtained from a method of extraction by centrifugation and filtration through porous membranes, where the whey was previously pasteurized and skimmed in its entirety, and was equivalent to 31.62% protein. Subsequently, the formulation of the supplement from protein concentrates, maltodextrin, carboxymethyl cellulose and vanilla essence went through a drying process to be marketed as a powdered product. The atomization method was performed by the Spray Dryer 4M8-Trix equipment at 120°C, where a yield of 54.04% and 35.09% of protein was obtained. The freeze-drying method was performed by the Labotec 220V-60Hz equipment at -65°C, from which 72.50% and 39.28% were obtained respectively. Additionally, a sensory analysis was performed to measure the acceptability of the formulations obtained from the two methods. Affective tests were performed to measure color, flavor, odor and texture attributes, based on a hedonic scale from 1 to 5. It was evident that the formulation preferred by the judges was the atomized one, since it highlighted attributes such as texture, solubility and vanilla flavor, which are relevant for a powdered product to be reconstituted in a liquid. Finally, a financial analysis was performed where it was calculated that the benefit/cost that the product would have in the market is \$2.01, where the PVP would be \$6 for a 200 g unit.

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	1
2. OBJETIVOS	3
2.1 Objetivos General	3
2.2 Objetivos específicos	4
3. MARCO TEÓRICO	4
3.1 Suplementación nutricional	4
3.1.1 Generalidades.....	4
3.1.2 Aplicación en deportistas	4
3.1.3 Clasificación	5
3.1.4 Mercado de suplementos nutricionales.....	6
3.2 Proteínas	7
3.2.1 Generalidades.....	7
3.2.2 Requerimiento proteico de deportistas.....	8
3.3 Chocho (Lupinus mutabilis sweet)	9
3.3.1 Origen y características.....	9
3.3.2 Chocho en Ecuador	10
3.3.3 Chocho como fuente proteica	11

3.4 Suero de leche.....	12
3.4.1 Origen y características.....	12
3.4.2 Suero de leche en Ecuador.....	13
3.4.3 Industrialización del suero de leche	14
3.5 Métodos de secado para formulaciones proteicas	16
3.5.1 Formulación de muestras por atomización	16
3.5.2 Formulación de muestras por liofilización	17
3.6 Evaluación sensorial	18
3.6.1 Generalidades.....	18
3.6.2 Tipos de análisis	18
4. MATERIALES Y MÉTODOS.....	19
4.1 Formulación líquida del suplemento nutricional previo al secado.....	19
4.1.1 Extracción de proteína de chocho.....	19
4.1.2 Extracción de proteína de suero de leche.....	20
4.1.3 Preparación de la muestra	22
4.2 Secado de la muestra	23
4.2.1 Secado por Atomización	23
4.2.2 Secado por Liofilización	23
4.3 Evaluación sensorial	24

4.4 Análisis nutricional	24
4.5 Análisis estadístico	24
4.6 Análisis económico beneficio/costo.....	25
5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	25
5.1 Características fisicoquímicas de la formulación líquida antes del secado	27
5.2 Características fisicoquímicas de la formulación después del secado	27
5.3 Análisis económico beneficio/costo.....	30
6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	32
6.2 Recomendaciones	33
REFERENCIAS	36
ANEXOS	38

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Sistema de clasificación ABCD de alimentos deportivos.....	5
Tabla 2. Principales elementos funcionales del chocho	10
Tabla 3. Composición de aminoácidos del chocho	11
Tabla 4. Composición de proteínas del chocho.....	12
Tabla 5. Elementos funcionales del suero de leche dulce y ácido	145
Tabla 6. Composición de proteínas del suero de leche.....	15
Tabla 7. Formulación del suplemento nacional proteico	22
Tabla 8. Rendimiento de los concentrados proteicos líquidos antes de la formulación.....	22
5	
Tabla 9. Determinación de la cantidad de proteína en concentrados proteicos utilizando la ecuación de la recta.....	226
Tabla 10. Rendimiento y humedad de formulaciones a base de chocho y suero de leche usando atomización y liofilización.....	227
Tabla 11. Análisis nutricional de suplementos proteicos.....	229
Tabla 12. Análisis de aceptabilidad de dos formulaciones a base de chocho y suero de leche.....	229

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Elaboración de concentrado de chocho	20
Figura 2. Elaboración de concentrado de suero de leche	21
Figura 3. Elaboración de muestras líquidas del suplemento nutricional	22

1. INTRODUCCIÓN

Los alimentos, constituidos por macro y micronutrientes son la fuente energética más importante dentro la dieta animal y humana, ya que permiten el desarrollo de las funciones esenciales que se realizan a lo largo del día (Lean, 2019). Mitchell et al. (2015), afirma que los requerimientos nutricionales de cada organismo, son dependientes de factores como la edad, sexo, estado fisiológico y actividad física realizada. Entre los macronutrientes, los carbohidratos, lípidos y proteínas, son las moléculas más importantes para la generación de energía.

Respecto a las proteínas, la dosis diaria recomendada en adultos sanos es 0.8 gramos diarios por kilogramo de peso corporal (Garrido et al., 2015). Si un individuo no recibe la dosis mínima y su ingesta de proteína es insuficiente, puede ocasionar atrofia en el musculo esquelético, por ende, deterioro del crecimiento muscular y desgaste en la masa esquelética (Deer y Volpi, 2018).

En el caso de individuos con mayor actividad física, catalogados como deportistas, los requerimientos de proteína obtenida a través de la ingesta, se incrementan a un rango de 1.4-2.0 gramos por kilogramo del peso corporal al día, debido al aumento en consumo de energía (Jäger et al., 2017). En base a esto, actualmente los atletas, para suplir los altos niveles de proteína y aumentar la respuesta hipertrófica, complementan su dieta con los suplementos nutricionales (ARCSA, 2017; Tang, et al., 2009).

Los suplementos deportivos se originan a partir de fuentes proteicas animales y vegetales, y se puede determinar su calidad y efectividad, en base a su valor biológico, su nivel de digestibilidad y su perfil de aminoácidos. Las fuentes más comunes de proteína animal, proceden de la leche, huevo, carne y sus derivados. Estos contienen, en su mayoría, altas cantidades de aminoácidos esenciales. Por otro lado, las principales fuentes vegetales, engloban las legumbres, cereales y frutos secos. Sin embargo, para obtener mejores índices

de proteína, se deben complementar ambas fuentes, de esta manera, conseguir una mezcla que contenga todos los aminoácidos esenciales (Pascual, 2010).

El chocho (*Lupinus mutabilis Sweet*), es una leguminosa de orígenes andinos con elevado índice proteico. Se compone en un 40% de proteína en peso seco, 39% de fibra alimentaria y alrededor de 9% de grasas. En su estructura se evidencian altos porcentajes de esteroides, ácido α -linolénico y terpenos, y sus granos contienen compuestos como tocoferoles, carotenoides y flavonoides (Arnoldi, et al., 2015). Según estudios de Guerra y Pozo, (2018), esta especie posee micronutrientes como calcio 0.48%, fósforo 0.43%, potasio 0.02%, asimismo, se conforma de aminoácidos esenciales que remedian y resguardan el músculo, como la leucina, isoleucina y valina, ácido glutámico, treonina, metionina y triptófano.

Para la selección de una fuente de proteína animal, se debe tomar en cuenta su composición y disponibilidad. El suero de leche es un subproducto que se recupera de la industria láctea, ya que proviene del procesamiento de quesos, y está compuesto por proteínas globulares hidrosolubles (0.8%), lactosa (4.5%), grasas (0.5%) y minerales (Adolfo y Huertas, 2008). La proteína proveniente del suero, tiene alta absorción y efectiva respuesta ante la constitución de masa muscular al realizar ejercicio, al ser comparada con la caseína micelar. Además, promueve el desarrollo de la masa esquelética antes, durante o después de realizar ejercicio, en comparación con otras proteínas de fuente animal (Burnley, et al. 2010). Se ha comprobado que el lactosuero posee un alto contenido de aminoácidos en su composición, como alanina, ácido aspártico, valina, isoleucina, triptófano, fenilalanina y leucina (Tang et al., 2009); los cuales son fundamentales para evitar la atrofia y dolor muscular.

La industria ganadera del Ecuador produce 5.3 millones de litros de leche diarios aproximadamente, y el 45% del suero de leche total producido es desechado, lo que significa un desperdicio de alimento y una fuente de contaminación importante (Adolfo y Huertas, 2008). Por esta razón es necesario aprovechar

esta materia prima en productos nutritivos y sustentables.

Los suplementos alimenticios también pueden realizarse utilizando diferentes métodos de concentración proteica y diferentes procesos de secado a nivel industrial, como liofilización, lecho fluido y atomización.

Para la elaboración de una amplia gama de productos alimentarios en polvo, tipo suplemento, existen diferentes métodos de formulación por deshidratación que incluyen calor o frío a bajas temperaturas, como atomización, liofilización, lecho fluido, etc. (Yáñez, V et al., 2012). Entre los métodos de formulación por calor el secado por atomización o *spraydrying*, es uno de los más utilizados en la industria alimenticia, ya que elimina la humedad de muestras líquidas micro fragmentadas utilizando transferencia de calor a altas temperaturas y convección. Desde el punto de vista industrial, Este método es más económico y posee tiene ventaja escalados de producción (Gómez y Jiménez, 2014).

Por otro lado, el método de liofilización, secado por congelación o *freezy drying*, es uno de los procesos más eficientes para secar materiales alimentarios y no alimentarios, como muestras vegetales, animales, microorganismos benéficos y/o biomoléculas termo sensibles que son inestables en soluciones acuosas (Saputra, 2017). Los productos obtenidos a partir de liofilización se caracterizan generalmente por su baja densidad aparente, alta porosidad, buen aroma y retención de sabor. Este método procede congelando el material y luego reduciendo la presión circundante para permitir que el agua congelada en el material se sublime. Pasando desde la fase sólida a la fase gaseosa, evitando el estado líquido (Pellicer et al., 2019).

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivos General

Formular un suplemento nutricional de origen animal y vegetal para deportistas

2.2 Objetivos específicos

- Cuantificar el contenido de proteína existente en la formulación a partir de harina de chocho y suero de leche.
- Determinar el método de secado más adecuado para la formulación del suplemento nutricional proteico.
- Seleccionar la formulación más aceptada a través de pruebas de aceptabilidad.
- Determinar la relación costo/beneficio del producto de mayor aceptación.

3. MARCO TEÓRICO

3.1 Suplementación nutricional

3.1.1 Generalidades

Según la normativa sanitaria para control de suplementos alimenticios del ARCSA, (2017), los suplementos nutricionales son productos alimenticios que tienen como objetivo, complementar la dieta humana mediante la adición de uno o más nutrientes, los cuales contribuyan a la salud de individuos sanos. Estos pueden comercializarse en estado líquido, semisólido o sólido y son consumidos solamente por vía oral.

Según estudios de Aymara y colaboradores (2017) el uso de suplementación nutricional busca complementar una dieta insuficiente para mantener y optimizar la salud, dar un apoyo a situaciones patológicas, brindar un complemento alimenticio en situaciones fisiológicas y en actividades deportivas.

3.1.2 Aplicación en deportistas

Los suplementos alimenticios destinados a deportistas tienen como objetivo potenciar su rendimiento físico, mantener o proteger su estado fisiológico, aumentar la disponibilidad de energía para entrenar y disminuir la fatiga durante el ejercicio, al igual que el tiempo de recuperación. Este método entra en la clasificación de “ayuda ergogénica”, un producto nutricional, físico-mecánico, psicológico o farmacológico, que tienen como objetivo acrecentar la disponibilidad de una persona para desempeñar un trabajo físico, al optimizar su rendimiento, sin necesidad de utilizar sustancias prohibidas (Garrido et al., 2015). Dentro de las ayudas nutricionales están los carbohidratos, grasas, proteínas, glutamina, soluciones hidroelectrolíticas, aminoácidos, vitaminas, minerales y sustancias de origen vegetal (Hernández y Vélez, 2014).

3.1.3 Clasificación

Es importante destacar que dichos productos alimenticios tienen varias formas de presentación, como se mencionó anteriormente. En estado sólido como pastillas, concentrados y comprimidos, en estado semisólido como geles o pudines o en base líquida como bebidas o batidos (Garrido et al., 2015). El Comité Científico de Alimentos indica que están destinados a cubrir el gasto de intenso esfuerzo muscular, y mencionan que existen dos tipos de productos dietéticos utilizados con finalidad proteica: concentrados y asilados proteicos. El Instituto Australiano de Deporte (IAD), ha desarrollado una guía acerca de suplementos y alimentos deportivos, la cual los clasifica en base a su seguridad y eficacia.

Tabla 1.

Sistema de clasificación ABCD de alimentos deportivos

Grupo/ Categoría	Aplicación	Subcategoría	Ejemplos
-----------------------------	-------------------	---------------------	-----------------

A. Suplementos Aprobados	Proporcionar una fuente de nutrientes que reemplace alimentos de uso diario	Alimentos deportivos	Gel atlético, componentes de confitería, suero de leche concentrado, barras atléticas y electrolitos
	Tratar problemas clínicos por deficiencia de nutrientes	Suplementos médicos	Suplementos de calcio y hierro, multivitamínico y mineral, vitamina D, probióticos
	Contribuir a un óptimo rendimiento bajo protocolos establecidos	Suplementos de rendimiento	Cafeína, bicarbonato, creatina, jugo de remolacha, B-alanina
B. Suplemento bajo consideración	Tratar a atletas en situaciones de monitoreo clínico	Polifenoles derivados de nutrientes naturales	Curcumina, quercetin, cerezo agrio, bayas exóticas
		Sustancias químicas provenientes de nutrientes naturales	Antioxidante E, carnitina, HMB, glutamina, aceites mariscos
C. Suplementos con restringidos ensayos de efectos favorables	No se proporciona a atletas dentro de programas de suplementos, solo en caso de aprobación de panel deportivo	Productos A, B y D fuera de protocolos aprobados	Ribosa, picolinato de Cromo, ginseng, piruvato, TCM
D. Suplementos que son restringidos para los atletas	No se proporciona a los atletas, es prohibido el uso y podrían conducir a una prueba de drogas positiva en atletas	Estimulantes	Efedrina, estericina, DMAA
		Prohormonales y amplificadores hormonales	DHEA, androstenedione, tibulus terrestris
		Beta-2-agonistas	Higenamine

Adaptada de (Aymara, y Jalire , 2017).

3.1.4 Mercado de suplementos nutricionales

Hoy en día, las industrias de ayudas ergogénicas dedicadas a la elaboración de suplementos nutricionales son muy destacadas en el mercado y su crecimiento es exponencial gracias a su creciente demanda. En el caso de EEUU, alrededor de 25 billones de dólares son obtenidos en su venta (Aymara y Valdivia, 2017). La empresa Herbalife, una multinacional dedicada al desarrollo y venta de productos relacionados con la nutrición, registró ingresos de 5 mil millones de dólares en el año 2014 (Rosero, 2016).

En el Ecuador, el 64% de deportistas de la ciudad de Quito consumen suplementos proteicos antes o después del entrenamiento (Darquea, 2017). El costo por kilogramo de estos productos se encuentra entre los 35 y 40 dólares, dependiendo de su origen. Según Rosero (2016), la importación de suplementos proteicos ha ido en aumento en las últimas décadas., y en el año 2016 se registraron 141 millones de dólares invertidos en países como EEUU (4,257,55 tons), China (3,225,91 tons), Brasil (1,158,03 tons) y España (94,88 tons); donde las empresas más destacadas debido a sus productos y ventas son Muscltech (Nitrotech), Universal (Whey), Optimus Nutrition (Gold Standard), Isolate Protein (Ultimate Nutrition) y Herbalife (Proteína).

Según proyecciones de Cornejo, (2014), en el Ecuador concurre un incremento anual del 2,4% en los ingresos relacionados con suplementos nutricionales, dietéticos y productos relacionados con el deporte, salud y belleza.

3.2 Proteínas

3.2.1 Generalidades

Las proteínas son un tipo de biomolécula conformadas principalmente de hidrógeno, oxígeno, carbono y nitrógeno; las mismas que se forman de subunidades proteicas denominadas aminoácidos. Estos aminoácidos están constituidos por grupos aminos (NH₂) y grupos carboxilos (COOH), que se

acoplan por medio de enlaces peptídicos y se pliegan para adquirir distintas estructuras que permiten realizar funciones vitales para el organismo (Victoria y Guillén, 2013).

Las proteínas, a diferencia de otras moléculas biológicas como carbohidratos y lípidos son únicos macronutrientes que no tiene un compuesto inactivo que sirva como reservorio. Siendo así, las proteínas contráctiles del músculo esquelético son el método de reserva más grande y responden de forma anabólica a la alimentación (Kondrikov et al, 1999).

3.2.2 Requerimiento proteico de deportistas

Según lo descrito por Mitchell y colaboradores (2015), las necesidades nutricionales en la dieta animal, particularmente humana, dependen de la edad, sexo, estado fisiológico y actividad física que cada persona realiza. Se conoce que una dieta nutritiva y completa debería ser suficiente para alcanzar el desarrollo y el mantenimiento de un organismo sano (Rabassa y Palma, 2017). Sin embargo, en el caso de atletas de alta exigencia física, los requerimientos nutricionales son de mayor nivel, especialmente proteico (Garrido et al., 2015). Dado que el ejercicio proporciona el estímulo para aumentar la proteína del músculo esquelético, se requieren mayores niveles de ingesta para transformar este estímulo en tejido contráctil adicional, un factor importante para la acumulación de masa ósea (Buford et al., 2007). Según estudios realizados por Jäger et al. (2017) un individuo sano promedio debe consumir 8-10% de calorías derivada de proteína y una dosis diaria de 0.8 gramos diarios por cada kilogramo de peso corporal, mientras que los individuos físicamente activos deben ingerir un 15-20% del total energético y un rango de 1.4-2.0 g por kilogramo del peso corporal al día (Jäger et al., 2017).

Cuando la actividad física se realiza con frecuencia, puede provocar diversos grados de hipertrofia muscular. Estos problemas pueden ser minimizados con la ingesta de suplementos proteicos que coadyuven a aumentar las respuestas de

la formación del músculo (Rabassa-Blanco y Palma-Linares, 2017). Diferentes estudios han demostrado que el consumo de suplementos proteicos, aumenta la respuesta hipertrófica en el caso de atletas; y es recomendable el consumo, antes, durante y después del ejercicio (Phillips, 2016).

Al realizar actividades físicas, la proteína se utiliza para componer y restaurar tejidos, además, provee de energía al cuerpo, y la falta de los aminoácidos en su composición, detiene la producción de proteínas musculares. Esto quiere decir que los suplementos nutricionales, tiene un potencial considerable para disminuir la fatiga y dolor del músculo, contribuyendo a la recuperación del mismo (Burnley, et al., 2010).

3.3 Chocho (*Lupinus mutabilis sweet*)

3.3.1 Origen y características

El chocho, es una leguminosa de origen andino, cuyo género proviene de países como Perú, Bolivia y Ecuador. Este cultivo de familia *Fabaceae*, se caracteriza por su alto número de especies, de las cuales se han reportado aproximadamente 83 (Guerra y Pozo, 2018). Esta especie es de crecimiento herbáceo, su cosecha es de 6 meses y crece en climas semicálidos, templado y frío (7-14°C). La siembra se realiza en alturas de 3500 m., tiene un requerimiento mínimo de 300 mm de lluvia en su ciclo. Entre las plagas y enfermedades que puede sufrir, se destaca la Antracnosis, hongos que aparecen en el tallo y hojas, afectando la semilla; además de la Rhizoctonia, Fusarium y Roya (Loja, 2005).

La semilla de chocho se caracteriza por contener en su estructura, un alto contenido proteico (40%-50%) en peso seco, fibra (39%), grasas (8%-12%) y compuestos como ácido α -linolénico, esteroides y alcoholes terpenos. Además, sus granos poseen en su estructura tocoferoles, carotenoides y flavonoides (Arnoldi,

et al., 2015). Según estudios de Guerra y Pozo, (2018), esta especie posee un amplio contenido de micronutrientes, como calcio en un 0.48%, fósforo en proporciones del 0.43% y potasio en un 0.02%. Al referirse al patrón vitamínico de las semillas de chocho, en este destaca las fuentes de vitamina de complejo B, como niacina (4 mg/100 g), tiamina (0.5 mg/ 400 g) y riboflavina (0.4 mg/100g) (Trugo, Von Baer y Von Baer, 2015).

3.3.2 Chocho en Ecuador

En Ecuador, se cultivan 5.974 ha, de las cuales se cosechan 3.921, y existen pérdidas del 34% debido a distintos factores bióticos y abióticos. La producción y consumo de chocho se concentra en la Región Sierra del país, principalmente en provincias como Cotopaxi y Chimborazo, donde el cultivo es destinado mayoritariamente para la venta (90%) y el resto, para semilla y consumo familiar. El cultivo tiene un ciclo productivo de seis meses y se tiene un costo de producción de 1.300 dólares/ha (Chamba et al., 2016).

Varios estudios de Peralta et al., (2013), indican que los granos como el chocho poseen características agronómicas y nutricionales que lo hacen un alimento importante para la seguridad y soberanía del Ecuador, además es un alimento que disminuye los niveles altos de colesterol, no poseen gluten y es considerada la reserva proteica del mundo gracias a su composición nutricional. La tabla 2 muestra los elementos funcionales que destacan en su contenido.

Tabla 2.

Principales elementos funcionales del chocho

Elemento	Contenido
Proteína	51.20%
Grasa	21.90%
Ácido linoleico	28.50%
Fibra	13.50%

Fósforo	0.43%
Calcio	0.37%
Magnesio	0.05%

Adaptada de (Peralta, Villacres, y Mazón, 2013).

Tablas alineadas

3.3.3 Chocho como fuente proteica

El chocho consumido principalmente en fresco, semillas secas y harinas es una de las fuentes con alto contenido de proteína vegetal que puede llegar hasta concentraciones de 20 g por cada 100 g de producto. Debido a esto en los últimos años a nivel nacional, regional y mundial es uno de los rúbricos agroalimentarios de mayor producción y diversificación para la alimentación animal y humana. Para formular un suplemento deportivo a partir de materia prima de origen vegetal, es importante tomar en cuenta su contenido de aminoácidos esenciales, el rendimiento del proceso industrial y su disponibilidad. Investigaciones de Trugo, et al., (2015), indican que la composición del chocho contiene altos contenidos de aminoácidos como indica la tabla 3; en donde se evidencian sus aminoácidos esenciales.

Tabla 3.

Composición de aminoácidos del Chocho

Aminoácidos	Concentración (mg/g de proteína)	Recomendación de la FAO
Histidina	22	27
Isoleucina	44	40
Leucina	75	71
Lisina	47	46
Metionina	7	7
Cisteína	16	18

Fenilalanina	35	37
Tirosina	46	34
Treonina	66	34
Triptofano	8	8
Valina	39	35

Adaptada de (Trugo et al., 2015).

Investigaciones de Chel-Guerrero, et al., (2003), mencionan que las proteínas más importantes presentes en leguminosas son las albúminas y globulina como podemos ver en la tabla 4. Las globulinas se caracterizan por ser insolubles en agua, pero solubles en soluciones salinas diluidas como miosina. Por otro lado, las albuminas son proteínas solubles en agua y en soluciones diluidas.

Tabla 4.

Composición de proteínas del chocho

Proteína	Contenido g/100 g de proteína)
Albúmina	11.2
Globulina	71.8
Prolamina	1.0
Gluteína	5.5

Adaptada de (Chel-Guerrero et al., 2003).

3.4 Suero de leche

3.4.1 Origen y características

El suero de leche es un alimento utilizado en varios campos industriales hace

más de 7 mil años. En la industria farmacéutica se aplicaba como cicatrizante, para tratamientos de enfermedades estomacales e infecciosas, en industrias de alimentos, se incluía en bebidas y sopas. Al pasar de los años, este alimento se fue considerando un subproducto contaminante de poco valor, resultante de la precipitación de la caseína en el procesamiento de quesos (Muset y Castells, 2017). En la actualidad, su aplicación es amplia gracias al descubrimiento de sus propiedades nutritivas y funcionales, ya que posee alrededor del 50% de la parte sólida de la leche (Hernández y Vélez, 2014).

Según estudios realizados por de MacDonald et al., (2018), la ingesta de leche líquida o la sub fracción de proteína de suero de leche, han demostrado estimular el crecimiento y desarrollo de la masa muscular después de realizar ejercicio al ser comparado con otras proteínas animales, además, esta se ha comprobado que responde a la síntesis de masa muscular.

3.4.2 Suero de leche en Ecuador

En la actualidad, la industria ganadera del Ecuador aproximadamente produce cantidades significativas de leche por día. Se calcula que 5.3 millones de litros de leche por día. De esta cantidad, aproximadamente un 75% se dirige para el consumo humano e industrial, y el 31% es destinado para procesamiento industrial de quesos (Castro, et al., 2014). Según Camacho, (2009), 771 millones litros de suero de leche son resultantes en el país, lo que equivale a un desperdicio de 4 513 toneladas de proteína concentrada.

El acuerdo por la leche firmado en el mes de septiembre del 2019 en Ecuador, se dictaminó que solo se permite la comercialización de suero de leche en polvo, no en estado líquido, debido a recurrentes adulteraciones en productos lácteos del país. Por esta razón, es necesario realizar alternativas de productos nutritivos con el uso de suero.

Este alimento es aprovechado en mínimas cantidades y es destinado para alimento de cerdos y bovinos, bebidas y medicamentos. Sin embargo, el suero de leche es 10 veces mayor en volumen, respecto a la producción de queso; y casi la mitad de su producción, es desechada en ríos, lagos y en suelos, lo que significa una pérdida importante de nutrientes, y que constituye una fuente de contaminación ambiental. Es importante recalcar que los componentes de este subproducto lácteo alteran químicamente la estructura del suelo, afectando el rendimiento de actividades agrícolas; y cuando es desechado en el agua, elimina la vida marina, ya que logra agotar el oxígeno disuelto (Adolfo y Huertas, 2008).

Según Musset y Castells, (2017), esta contaminación se da en su mayoría en las zonas cercanas a fábricas de queso, en donde a partir de 1000 litros de lactosuero, se generan 35 kg de demanda biológica de oxígeno (DBO), lo cual semeja la cantidad de aguas negras que producen 500 personas durante un día.

3.4.3 Industrialización del suero de leche

Las empresas que a nivel mundial obtienen grandes cantidades de suero de leche, buscan alternativas para procesar este derivado lácteo. Distintos procesos de separación, desmineralización y secado son aplicados para aprovechar sus cualidades nutritivas. Como resultado, obtienen aditivos para lácteos, embutidos, bebidas y panificados, además de insumos para la obtención de productos farmacéuticos y proteínicos.

Según investigaciones de Hernández y Vélez, (2014), los aislados proteicos de suero de leche tienen grandes resultados en la adaptación de entrenamiento de resistencia, debido a su concentración plasmática de aminoácidos esenciales de cadena corta y su disponibilidad en el organismo. En su proceso de concentrado es posible obtener WPC (Concentrado de suero de leche) que contiene entre 25% y 85% de proteína, y WPI (Aislado de suero de leche) que contiene valores mayores a 85% de proteína. Para su producción, es necesario tomar en cuenta sus características físico químicas, ya que estas van a influir

directamente en el punto de vista organoléptico del producto.

Existen dos tipos de lactosuero, dulce y ácido. El dulce es de coagulación enzimática y tiene un pH entre 5.8 y 6.6. El ácido, por otro lado, se obtiene de una coagulación láctica o mixta y su pH va desde 4.0 a 6.0. En la tabla 5, se pueden observar su composición (Muset & Castells, 2017).

Tabla 5.

Elementos funcionales del suero de leche dulce y ácido

Componentes (g/l)	Suero ácido	Suero dulce
Sólidos totales	65.0	65.0
Proteína	6.0	6.2
Lactosa	40.0	47.0
Nitrógeno NP	2.2	2.4
Grasas	0.3	0.6
Calcio	1.6	0.6
Fosforo	1.0	0.7
Cenizas	7.0	4.0

Adaptada de (Muset y Castells, 2017).

La proteína que contiene el suero de leche es el componente más deseado para su industrialización. Estas son en su mayoría globulares solubles (b-lacto globulina y a-lacto globulina), y conforman entre 20% y 50% del total de proteínas. Además, poseen en menor proporción la proteasa-peptona, albuminasérica, inmunoglobulina y lactoferrina como vemos en la tabla 6.

Tabla 6.

Composición de proteínas del suero de leche

Proteína	Contenido (%)
-----------------	----------------------

b-lacto globulina	48
a-lacto globulina	19
Proteasa-peptona	20
Albuminasérica	6
Inmunoglobulina	8
Lactoferrina	0.01

Adaptada de (Castro, 2018).

3.5 Métodos de secado para formulaciones proteicas

3.5.1 Formulación de muestras por atomización

La formulación de suplementos nutricionales es un paso esencial para los posteriores procesos de secado, desarrollo y comercialización. Es necesario tomar en cuenta, factores como rendimiento, rentabilidad y valor nutricional del producto final. Dicha formulación se puede desarrollar mediante muestras secas o líquidas; sin embargo, al obtener muestras en seco, se alcanzan periodos en percha prolongados.

El método de secado por atomización, *spray drying* o pulverización; ha sido probado en la industria para producir grandes cantidades de productos a bajo costo (Yáñez-Mendizábal et al., 2012). Este proceso de secado se basa en eliminar la humedad de la muestra líquida fraccionada en pequeñas gotas usando calor por convección sobre muestras. (Mondragón et al., 2013). Actualmente, este método más utilizado en la industria alimentaria debido a sus ventajas en cuanto a rendimiento, costo y tiempo (Pellicer et al., 2019).

Según estudios de Patel, Chen, Lin y Adhikari, (2009), el secado por atomización es un método rápido y económico, el cual permite la eliminación eficaz de agua en gotas. Explica que dicho método es recomendable para muestras compuestas por materiales pegajosos o grumosos, como es el caso de la

sacarosa debido al gran tamaño de su molécula, lo cual puede ocasionar la formación de grandes masas, taponamiento del equipo de atomización, bajos rendimientos y dificultad en el manejo del producto. Para evitar dichas complicaciones durante el proceso de secado, se aplican distintos agentes que evitan la adherencia de las muestras. Materiales ricos en azúcar como fructosa, glucosa y sacarosa son comúnmente utilizados; en este caso, la maltodextrina actúa como agente de secado, el cual brinda estabilidad al proceso.

3.5.2 Formulación de muestras por liofilización

La liofilización, *freezy drying* o secado por congelación es uno de los procesos más eficientes para secar propágulos activos (células, esporas, tejidos animales y vegetales, etc) y/o biomoléculas que son sensibles a la degradación por calor. Los productos deshidratados por liofilización se caracterizan generalmente por su baja densidad aparente, alta porosidad, buen aroma y retención de sabor. El principio de este método funciona a través de la congelación de las muestras a bajas temperaturas de alrededor de -80°C y la reducción de presión circundante para eliminar el agua congelada por sublimación. Atravesando la fase sólida hasta la fase gaseosa, evitando el estado líquido (Pellicer et al., 2019). Al finalizar el proceso, se pueden extraer alrededor del 95% del agua presente en un alimento, lo que resulta beneficio a la hora de movilizar y transportar productos alimenticios, ya que es posible cargar más, a menor precio, además de que no necesitan cadena de frío (Parzanese, 2012).

La liofilización es un proceso que busca estabilizar productos sensibles al calor como son las proteínas y minimizar el efecto de las diferentes tensiones generadas en el proceso de congelación de la muestra, el secado primario (sublimación), el secado secundario (desorción) y finalmente todo el periodo de almacenamiento. Según Hottot, et al., (2007), existen factores independientes que controlan el proceso de congelación de una formulación existente, como la velocidad de enfriamiento, el grado de sobre enfriamiento y la temperatura de la nucleación de hielo. Un buen manejo podría mejorar significativamente la

homogenización del producto y reducir las variaciones en tasas de sublimación, sin reducir la actividad proteica.

3.6 Evaluación sensorial

3.6.1 Generalidades

La evaluación sensorial, es una herramienta de análisis fundamental a la hora de evaluar productos y estandarizar procesos en la industria alimenticia. Que permite innovar según los requerimientos y preferencias del mercado (Hernandez, 2005). Según Cordero, (2017), el análisis sensorial es una disciplina que examina y considera particularidades de los alimentos mediante los sentidos humanos, como la vista, olfato, gusto, tacto y oído. Actualmente, este es descrito como una ciencia, la cual emplea actividades que permiten evaluar de forma objetiva, con un aprobado grado de precisión, la calidad de los alimentos, además, analiza varios puntos de vista, lo que permite conocer al consumidor y aumentar su aceptabilidad (Alarcon, 2005).

El desarrollo de un análisis sensorial depende directamente del propósito del proceso. En función del objetivo o incógnita, existen dos tipos, análisis de calidad y análisis de aceptación. El primero busca reconocer el producto y clasificar imparcialmente las propiedades organolépticas evaluadas, y el segundo pretende dictaminar el grado de aceptación de un alimento y reconocer la opinión individual e impulsiva de la persona que lo cata. Estas pruebas las pueden efectuar personas no expertas en el tema, pero que sean posibles y potenciales consumidores de productos similares, que, además, se encuentren dentro del nicho de mercado al que va a ser destinado el producto (Espinosa, 2007).

3.6.2 Tipos de análisis sensoriales

Existen dos grandes grupos que engloban los métodos de evaluación sensorial,

las pruebas analíticas y las pruebas afectivas. Las pruebas analíticas son realizadas ante jueces entrenados y condiciones controladas, y estas se subdividen en discriminatorias, escalares y descriptivas. Las discriminatorias comparan dos o más productos y miden el tamaño de su diferencia, las escalares miden cuantitativamente mediante una escala los resultados de los encuestados y las descriptivas utilizan descriptores para comparar las diferencias entre los productos evaluados.

Las pruebas afectivas se realizan a “jueces afectivos”, es decir, personas no entrenadas que son potenciales consumidores del producto a evaluar. Estas permiten conocer el nivel de agrado de uno o más productos y analizar si estos serán aceptados o rechazados en el mercado (Espinosa, 2007).

4. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1 Formulación líquida del suplemento nutricional previo al secado

4.1.1 Extracción de proteína de chocho

La extracción de la proteína, se realizó siguiendo el método descrito por Fontanari et al., (2012), donde, a partir de harina de chocho previamente desamargada, la cual pasó por un molino y un tamiz para reducir el tamaño de sus partículas (Anexo 10). Después fue sumergida durante 24 horas en agua destilada (proporción 1:5 p/v), a temperatura de refrigeración. Se pasó a centrifugar la muestra a 10.000 rpm por 30 minutos y se procedió a eliminar el sobrenadante. Al precipitado se le añadió una solución salina NaCl 0,5 M (proporción 1:5) pH 7 y se agitó la muestra durante 10 minutos. Finalmente se centrifugó una vez más, a las mismas condiciones, y se congeló el precipitado final (Anexo 12).

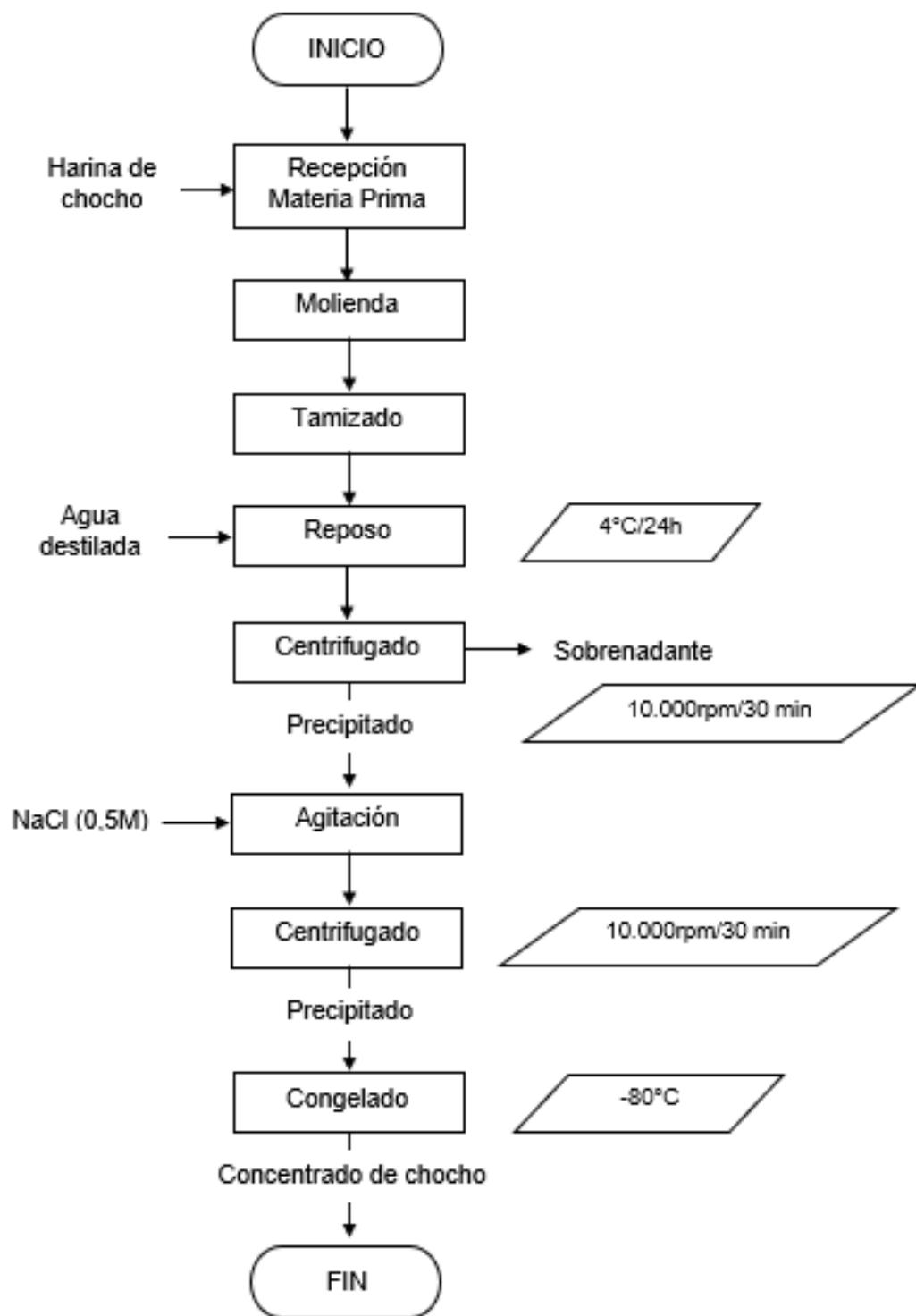


Figura 1. Elaboración de concentrado de chocho

4.1.2 Extracción de proteína de suero de leche

La proteína de suero de leche se concentró a partir del método descrito por Camacho, (2009), en donde el suero se pasteurizó a 65°C por 15 minutos y pasó a ser descremado (Anexo 11). Después se colocó en el equipo rotavapor durante 5 horas a temperaturas de 60°C para concentrarlo. Al resultante se colocó 0.07% de ácido cítrico, fue centrifugado por 20 minutos a 4000 rpm. La sustancia obtenida fue microfiltrada al vacío por una membrana porosa de 0.46 μm . Finalmente, la muestra recuperada fue envasada en el criptocongelador a -80°C.

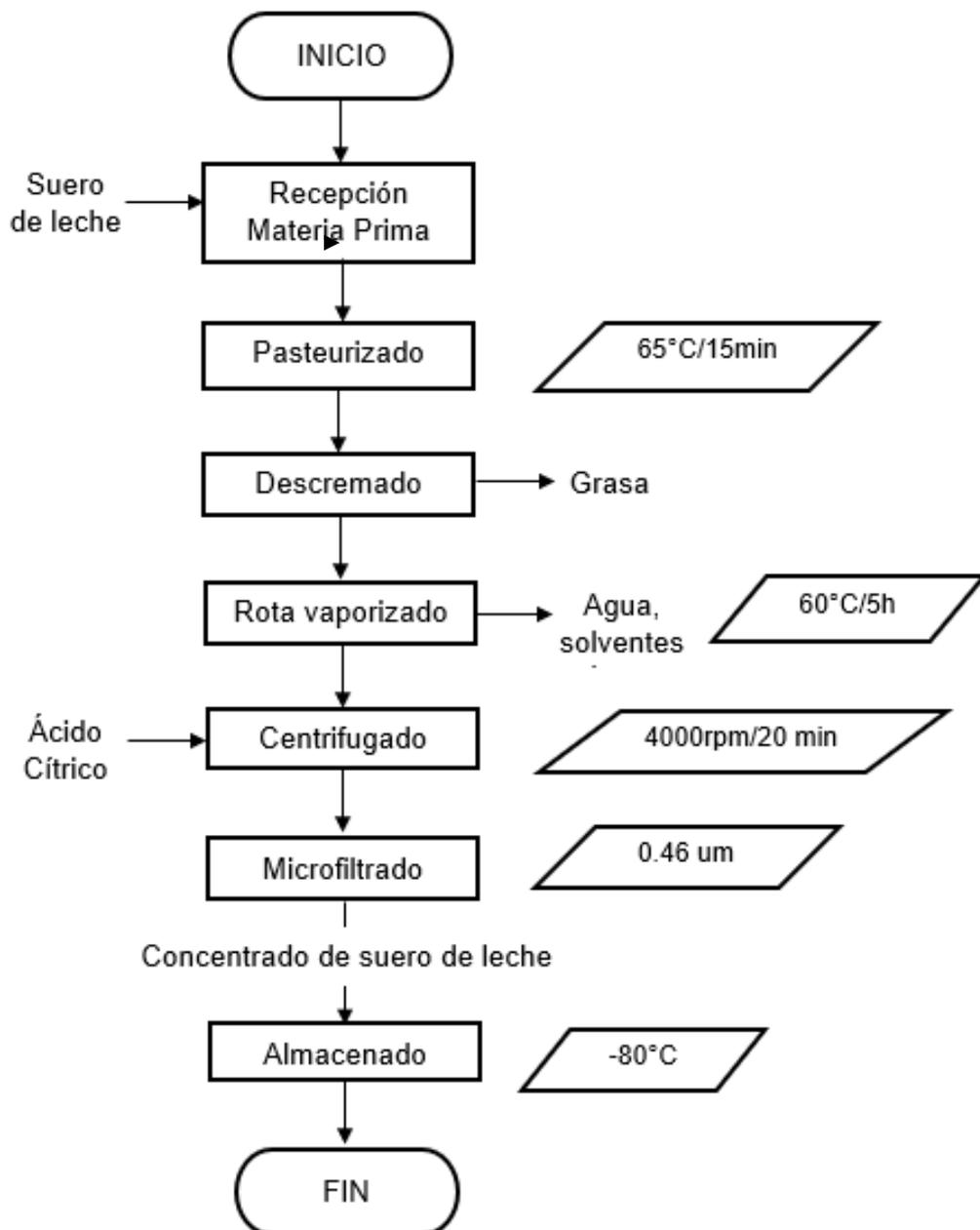


Figura 2. Elaboración de concentrado de suero de leche

4.1.3 Preparación de la muestra

Para la elaboración de la muestra se procedió a mezclar el concentrado de suero de leche, el concentrado de chocho, maltodextrina, aislado proteico, CMC y esencia de vainilla. Se procedió a agitarla durante 5 minutos a alta velocidad y fue envasada en recipientes de vidrio a 0°C.

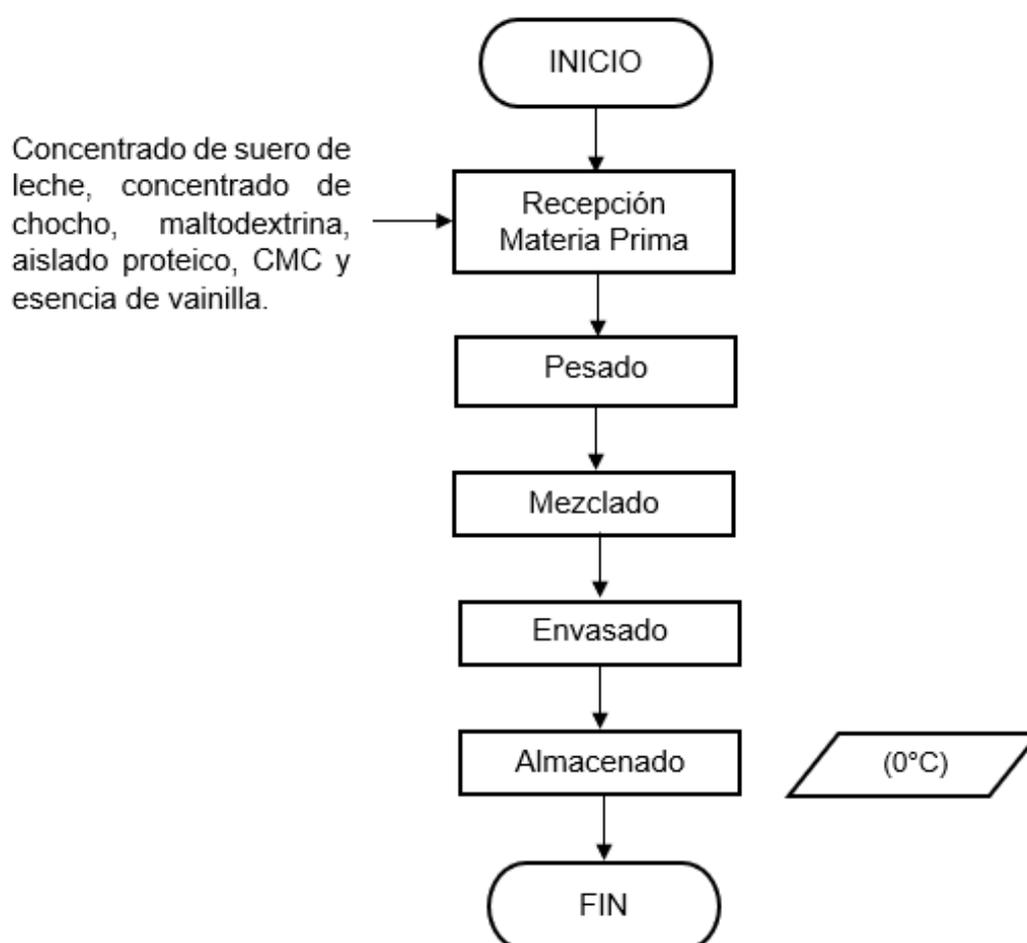


Figura 3. Elaboración de muestras líquidas del suplemento nutricional

Tabla 7.

Formulación del suplemento nutricional proteico

Ingrediente	Cantidad (g)	Porcentaje (%)
-------------	--------------	----------------

Concentrado suero de leche	100	37.45
Concentrado harina de chocho	125	46.81
Aislado Proteico	25	9.36
Maltodextrina	10	3.74
Esencia de vainilla	7	2.62
CMC	0.03	0.01

La tabla 7 que se muestra anteriormente, detalla la fórmula del suplemento nutricional, el cual contiene mayoritariamente concentrado de harina de chocho, seguido de concentrado de suero de leche, maltodextrina como una fuente de carbohidrato y compuesto transportador en el proceso de secado, carboximetilcelulosa (CMC), componente que brinda textura y conserva, y por último, esencia de vainilla, la cual brinda sabor.

4.2 Secado de la muestra

4.2.1 Secado por Atomización

El secado mediante el método de atomización se realizó en el equipo Spray Dryer 4M8-Trix, ubicado en el laboratorio del campus IASA de la ESPE. Este fue adaptado a una temperatura de salida de 80°C y una temperatura de entrada de 120°C. Se aplicó una velocidad de alimentación de 5 ml/min y el flujo de aire fue de 150 litros por minuto al 50%. Se realizó el proceso a velocidad de la bomba de 20% y se utilizó la aguja de 1.20 mm de diámetro. Como sustancia portadora o “carrier”, se utilizó maltodextrina al 10%.

4.2.2 Secado por Liofilización

Para el proceso de secado por liofilización se procedieron a congelar previamente las muestras a -80°C durante 2 días. Estas fueron distribuidas en 9 platinas con 50 ml cada una. Después se procedió a colocarlas en el equipo Liofilizador LABOTEC 220V-60Hz ubicado en los laboratorios de la UDLA y

permanecieron ahí durante 72 horas a -65°C . La muestra obtenida fue almacenada a temperatura ambiente en envases plásticos sellados para evitar ganancia de humedad.

4.3 Evaluación sensorial

Se realizó una prueba afectiva de sensibilidad, la cual se llevó a cabo en el laboratorio de análisis sensorial de la UDLA campus Queri. Se ejecutó la evaluación a 30 jueces (no entrenados), de los cuales la mitad fueron hombres y la otra mitad mujeres, quienes realizaban deporte con normalidad (mínimo 3 veces por semana) y se consideran consumidores reales o potenciales del producto (Anexo 14) (Espinoza, J., 2007).

Para medir el nivel de agrado de las dos fórmulas, se proporcionó una encuesta que contaba con una escala hedónica de 5, en donde 1 significó no me gusta nada y 5 me gusta mucho (Anexo 6).

En la prueba se evaluó la fórmula que fue secada por el método de atomización (Formula A), y la que fue secada por el método de liofilización (Formula B). Ambas fueron reconstituidas en agua (1 cucharada/ scoop en 250 ml). Los resultados fueron analizados mediante un análisis estadístico para determinar cuál es la fórmula más aceptada por los jueces.

4.1 Análisis nutricional

Con el objetivo de evaluar la composición nutricional de las muestras, se realizó un análisis proximal a las dos fórmulas. De esta forma fue posible comparar los resultados entre el método de secado por atomización y por liofilización. Se analizaron 50 gramos de cada muestra para calcular el perfil nutricional de los compuestos de proteína, cenizas, carbohidratos, grasas, fibra y calorías totales.

4.2 Análisis estadístico

Los resultados obtenidos de proceso de formulación y aceptabilidad fueron analizados usando software SAS (GLM, Statistical Analysis Systems Institute, V8, Cary, NC, USA). El para los resultados se realizó un análisis de varianza, seguido de la separación por el test mínima diferencia significativa (LSD).

4.3 Análisis económico beneficio/costo

Para determinar la relación beneficio/costo se procedió a calcular el costo total de la inversión del proyecto piloto, adicionalmente una proyección del flujo de caja. Para esto fue necesario determinar los costos de producción real, los costos fijos y variables, el costo unitario fijo y el costo unitario variable. Con estos datos se calculó el punto de equilibrio del proyecto, el flujo neto de efectivo y los parámetros para calcular la viabilidad económica del producto, VAN, TIR y B/C (Mete, M, 2014).

5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1 Características fisicoquímicas de la formulación líquida antes del secado

Como se muestra en la tabla 8, el concentrado de harina de chocho obtenido por la técnica de Fontanari et al., (2012), obtuvo un rendimiento promedio de 52.5%, donde a partir de 1.5 kg de harina, se recuperó un promedio de 787 ml en tres repeticiones. Por otro lado, al concentrar suero de leche mediante la técnica de Camacho, (2009), se logró obtener un rendimiento promedio de 41.8%, donde se recuperó 836 ml de concentrado a partir de 2 litros de suero en cada repetición.

Tabla 8.

Rendimiento de los concentrados proteicos líquidos antes de la formulación

Repetición	Materia Prima	Peso inicial de la muestra	Peso recuperado (ml)	Rendimiento (%)
1	Harina de chocho	1500 g	780	52,00
2			788	52,53
3			793	52,87
1	Suero de leche	2000 ml	825	41,25
2			846	42,30
3			837	41,85

Como se refleja en la tabla 9, el concentrado de harina de chocho obtuvo 49.59% de proteína, mientras que el porcentaje obtenido en el concentrado de suero de leche fue de 31.62%. Estos valores fueron calculados mediante el método Biuret de Keppy & Allen, (2000), que se reflejan en el anexo 1 y 2, en donde se representa una regresión lineal de mínimos cuadrados, en la cual las coordenadas (y) representan los valores de absorbancia de cada concentración, y las coordenadas (x) representan la concentración de proteína. Al despejar los valores de absorbancia obtenidos en (x), se logró identificar el porcentaje proteico que contiene cada concentrado,

Tabla 9.

Determinación de la cantidad de proteína en concentrados proteicos utilizando la ecuación de la recta

Concentrado	Tubo	Absorbancia (y) a 540 nm	Proteína (%)
Harina de chocho	B	0	0
	1	1.603	46.54
	2	1.658	48.14
	3	1.749	50.79
	4	1.821	52.88
	B	0	0
	1	0.987	28.64

Suero de Leche	2	1.009	29.12
	3	1.145	33.23
	4	1.223	33.50

5.2 Características fisicoquímicas de la formulación en polvo después del secado

Al realizar el proceso de secado, se obtuvo en promedio, 54.04% de rendimiento mediante el método de atomización y 72.50% utilizando el método de liofilización. Este cálculo se realizó mediante un análisis de sólidos solubles, el cual se muestra en la tabla 10, en donde se detalla el contenido de sólidos totales antes y después del secado. Es posible evidenciar que el tratamiento de liofilización tiene mayor rendimiento, esto puede ocurrir, ya que, durante la atomización se presenta una acumulación de la muestra obtenida en las paredes del equipo, la cual es imposible extraer, por ende, altera la cantidad de recuperación (Saputra, 2017).

Tabla 10.

Rendimiento y humedad de formulaciones a base de chocho y suero de leche usando atomización y liofilización.

Repetición	Métodos de secado	Peso inicial de sólidos insolubles (g/L)	Peso inicial de sólidos solubles (g/L)	Peso inicial de sólidos totales (g/L)	Peso final recuperado (g/L)	Rendimiento (%)	Humedad (%)
1	Atomización	200	350	550	305,56	55,56	2,56
2			360	560	298,56	53,31	2,72
3			370	570	303,63	53,27	2,68
1	Liofilización	200	350	550	399,25	72,59	5,89
2			360	560	413,36	73,81	6,03
3			370	570	405,25	71,10	5,90

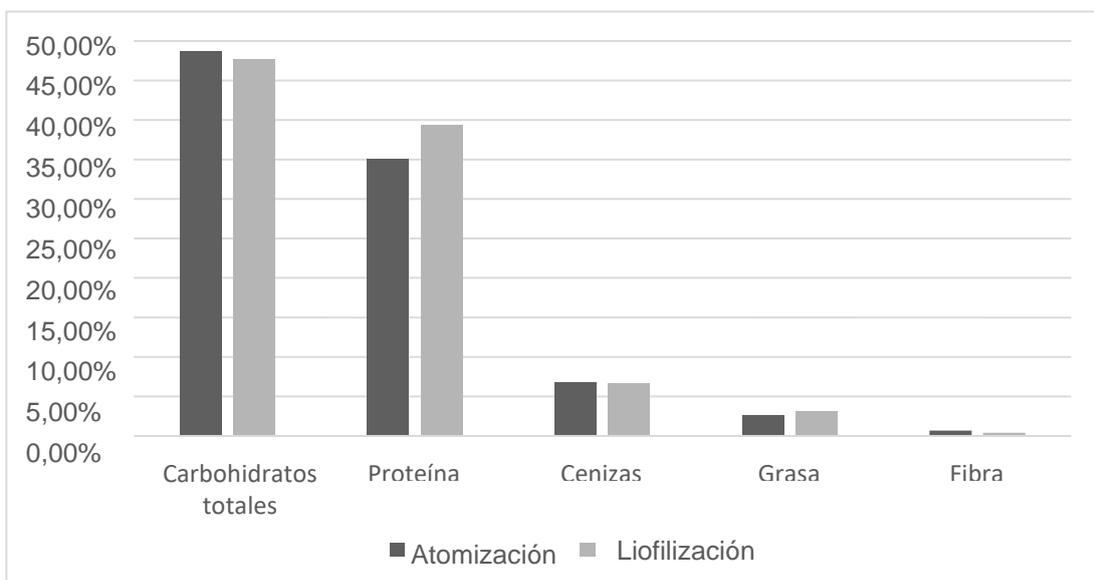
Adicionalmente, se observa que la humedad promedio del suplemento atomizado fue de 5.96%, la cual fue mayor a la del suplemento liofilizado, que tuvo un promedio de 2.65%. Esto se debe a que en el proceso de liofilización se evapora el agua ligada y agua libre de la muestra, lo que hace que el producto final posea valores menores a 3% de humedad para garantizar la estabilidad de producto final (Baranauskas et al., 2015). A diferencia de la atomización, donde se esperan rangos mayores de humedad de 4 a 9% (Zhao et al., 2013).

Como se observa en el anexo 3 y 4, los análisis nutricionales muestran que el producto obtenido por el método de atomización contiene 35.09% de proteína, similar al porcentaje obtenido por el método de liofilización, que fue de 39,28%. Esto demuestra que el proceso de liofilizado, el cual es realizado a bajas temperaturas y baja presión, tiene menor índice de desnaturalización de proteínas, lo que implica la pérdida de su estructura terciaria y secundaria, debido a la aplicación de tensiones externas de origen térmico, interfaciales o relacionadas con la deshidratación de la muestra durante el proceso de secado. Estos factores interrumpen la estructura de la proteína, y posteriormente la hélice α y laminas β , lo que les transforma en formas aleatorias desplegadas, y por consiguiente, las interacciones resultan en agregación, coagulación y, finalmente precipitación de las proteínas que componen al suplemento (Haque y Adhikari, 2015).

En la tabla 10 se detalla que al atomizar la muestra obtenemos porcentajes de grasa y proteína menores que al liofilizar, sin embargo, se obtienen mayores porcentajes de carbohidratos totales, cenizas y fibra. El producto atomizado también tiene un mayor aporte calórico que el producto liofilizado.

Tabla 11.

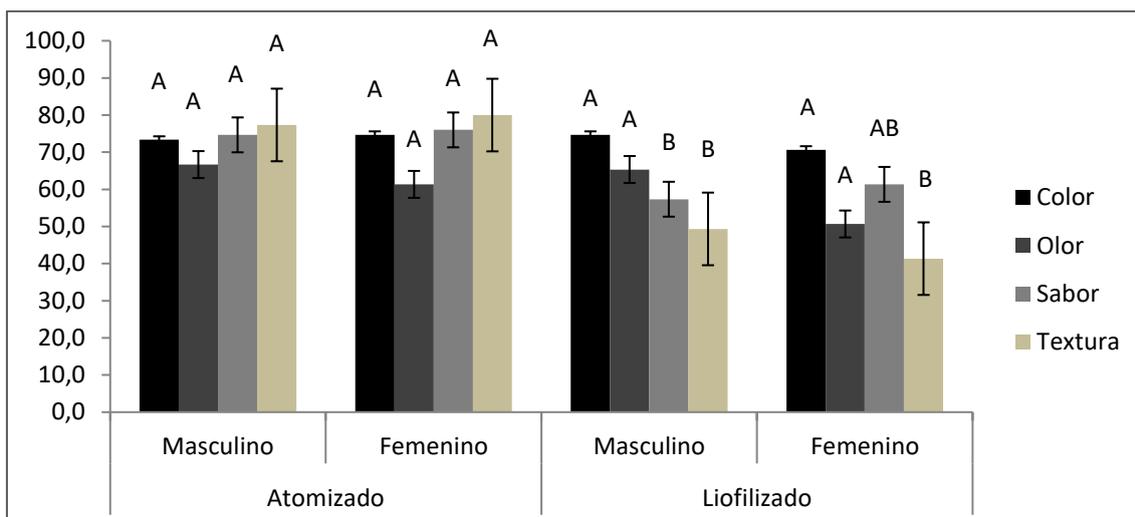
Análisis nutricional de suplementos proteicos



El análisis de varianza que se observa en la tabla 10, muestra que entre los atributos de las dos formulaciones no existen diferencias significativas, con excepción a la textura y al sabor. Se puede identificar en el anexo 5, que en el atributo de sabor existe una diferencia significativa ligada al género, donde los hombres detallaron que prefieren la formula A frente a la B, es decir la atomizada. Por otro lado, el atributo de textura tiene una diferencia significativa en cuanto al método de secado, se observa que tanto el género femenino como masculino prefieren la formula A (atomizada), antes que la formula B (liofilizada).

Tabla 12.

Análisis de aceptabilidad de dos formulaciones a base de chocho y suero de leche



Las diferentes barras representan el promedio y la desviación estándar. Las letras sobre cada barra representan diferencias significativas entre tratamientos según LSD ($p \leq 0.05$).

El producto final contiene 20 g de proteína en una porción de 50 gramos, es decir en dos servicios/scoops de consumo. Esta cantidad equivale al 40% del valor diario recomendado (VDR%) en una dieta de 2000 calorías, como evidencia el anexo 9 que detalla su etiqueta.

5.3 Análisis económico beneficio/costo

El análisis económico muestra en los anexos 7 y 8 que el beneficio/costo de una unidad de 200 gramos del producto es de \$2.01. Además, según el flujo de caja, el VAN del proyecto es de \$70.122,54 y el TIR de 48%, lo que indica, según Mete, (2014), que al tener un valor actual neto mayor a cero, la tasa de expectativa es oportuna y es posible rescatar la inversión inicial, pagar los costos y obtener beneficios, lo que nos permite decir que el proyecto es viable.

El punto de equilibrio son 9.6823 unidades por año y \$58.050, tomando en cuenta que existe en la planta piloto una producción de 14000 unidades anuales con un PVP de \$6 por unidad. Al comparar el PVP del producto, con los que se encuentran en el mercado ecuatoriano, se puede decir que se encuentra por

debajo del promedio (\$35/kg), lo que brinda competitividad y una ventaja para poder ingresar en el mercado nacional.

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones

Este estudio mostró que los dos métodos utilizados para la preparación del suplemento son eficientes, sin embargo, al aplicar el método de liofilización se obtuvieron índices de rendimiento más elevado. Este proceso produjo mínimas pérdidas, ya que no existieron mermas en el equipo empleado, a diferencia del proceso con *spray dryer*, en donde se pegaba gran parte del polvo recuperado en las paredes del equipo.

Se determinó que el método de liofilización obtuvo un mayor contenido de proteína, lo que quiere decir que dicho proceso logró conservar de mejor manera la estructura proteica durante el secado, el cual tiene condiciones de baja temperatura y presión. Además, el suplemento liofilizado resultó tener menor humedad, lo que brinda estabilidad microbiológica y mayor vida útil.

La formulación A, es decir la atomizada, contiene mayores contenidos de fibra, carbohidratos totales y cenizas que la formulación liofilizada, también se logró evidenciar que presenta cualidades organolépticas superiores según las pruebas de aceptabilidad realizadas a los jueces no entrenados, en donde los atributos de sabor y textura tuvieron diferencias significativas. Esta fórmula resultó tener mayor solubilidad, lo que otorga al consumidor una mejor sensación.

El suplemento nutricional obtenido, en los casos de las dos formulaciones, obtuvo porcentajes de proteína de un concentrado, más no de un aislado proteico. El producto cubre con el 40% del valor diario recomendado de proteína, basándose en una dieta regular de 2000 calorías, al consumir dos porciones (50 gramos).

En el proceso de atomización, se logró estabilizar la muestra utilizando

maltodextrina, ya que su función protectante y transportadora, consiguió asegurar y proteger la estructura de las micropartículas formadas y realzar el rendimiento obtenido en el secado. Además, al ser un compuesto conformado por varios polímeros de glucosa, el suplemento contiene un alto contenido de kilocalorías y carbohidratos totales, por ende, brinda mayor energía al consumidor.

Se evidencia que el costo del suplemento es accesible, ya que es menor al valor promedio que tienen los suplementos deportivos en Ecuador, lo que le brinda competitividad en el mercado nacional.

6.2 Recomendaciones

Es recomendable utilizar suero de leche recuperado el mismo día o un día antes, para evitar la formación de glóbulos y capas de grasa, lo que posteriormente dificulta el proceso de secado por atomización, en donde se estanca la sustancia en la aguja del equipo.

También se recomienda utilizar harina de chocho desengrasada y de chochos previamente desamargados, para evitar un sabor amargo proveniente de los alcaloides que componen el chocho. La harina debe ser de granulometría mínimo de 212 micras para que tenga mayor solubilidad en agua.

Se recomienda realizar un proceso de ultrafiltración posterior al proceso de microfiltración al momento de concentrar suero de leche y harina de chocho, ya que se logra aislar un mayor porcentaje de proteína, sin embargo, el rendimiento resultante es significativamente menor.

En el proceso de liofilización es necesario dejar el equipo en funcionamiento continuo durante un periodo mínimo de 72 horas para evitar que ciertas partes resulten húmedas, y por consecuente humedezcan al resto de muestra.

Se recomienda que la formulación líquida sea totalmente homogénea antes de pasarla por el proceso de atomización para evitar que la aguja se tapone y el proceso tarde más de lo normal.

Es recomendable almacenar el producto en un recipiente cerrado herméticamente para asegurar su conservación y evitar que gane humedad, pierda su textura característica y tenga un menor tiempo de vida útil.

REFERENCIAS

- Adolfo, R. y Huertas, P. (2008). Lactosuero, la importancia en la industria de alimentos. *Rev. Fac. Nac. Agron. Medellín*. Recuperado el 15 de agosto de 2019 de http://www.scielo.org.co/scielo.php?Script=sci_arttext&pid=S0304-28472009000100021&lng=en&nrm=iso&tlng=es
- Alarcón, E. (2005). Sensorial. Universidad Nacional Abierta Y Adistancia – Unad, 11–18. Recuperado el 6 de julio de 2019 de [http://www.inocua.org/site/Archivos/libros/m evaluacion sensorial.pdf](http://www.inocua.org/site/Archivos/libros/m%20evaluacion%20sensorial.pdf)
- ARCSA. (2017). Normativa Sanitaria para el control de suplementos alimenticios. Recuperado el 26 de agosto de 2019 de https://www.controlsanitario.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2017/02/Resolución_ARCSA-DE-028-2016-YMIH_NTS_SUPLEMENTOS_ALIMENTICIOS.pdf
- Arnoldi, A., Boschini, G., Zanoni, C. y Lammi, C. (2015). *The health benefits of sweet lupin seed flours and isolated proteins*. *Journal of Functional Foods*. Recuperado el 12 de junio de 2019 de doi: 10.1016/j.jff.2015.08.012
- Aymara, C. y Valdivia, H. (2017). Influencia del nivel de conocimientos sobre el consumo de ayudas ergogénicas; suplementos nutricionales en personas que asisten a los gimnasios de la ciudad de Arequipa. Recuperado el 12 de septiembre de <http://repositorio.unsa.edu.pe/bitstream/handle/UNSA/4564/Nuayuscr.pdf?Sequence=1&isallowed=y>
- Baranauskas, M., Stukas, R., Tubelis, L., Žagminas, K., Šurkiene, G., Švedas, E. y Abaravičius, J. A. (2015). *Nutritional habits among high-performance endurance athletes*. Recuperado el 22 de julio de 2019 de doi: 10.1016/j.j.medici.2015.11.004
- Buford, T., Kreider, R., Stout, J., Greenwood, M., Campbell, B., Spano, M. y Antonio, J. (2007). *International Society of Sports Nutrition position stand: protein and exercise*. *Journal of the International Society of*

Sports Nutrition, Recuperado el 12 de mayo de 2019 de doi: 10.1186/1550-2783-4

Burnley, E., Olson, A., Sharp, R., Baier, S. y Alekel, D. (2010). *Impact of Protein Supplements on Muscle Recovery After Exercise-induced Muscle Soreness*. *Journal of Exercise Science and Fitness*. Recuperado el 15 de junio de 2019 de doi: 10.1016/S1728-869X(10)60014-7

Camacho, M. (2009). Obtención de un concentrado proteico del suero de leche de vaca utilizando tecnología de membranas. 135. Recuperado el 20 de agosto de 2029 de <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/1657/1/CD-2642.pdf>

Castro, H., Beatriz, K. y Burga, V. (2014). Estudio de factibilidad para la creación de un centro de acopio y enfriamiento de leche, producción y comercialización de quesos en beneficio de los pequeños productores de la parroquia Atahualpa del cantón Quito Recuperado el 12 de mayo de 2019 de <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/6449/1/UPS-QT05054.pdf>

Castro, S. (2018). Recuperación de las proteínas del suero de leche utilizando quitosán. Recuperado el 15 de julio de 2019 de https://www.academia.edu/38208209/Recuperación_de_las_proteínas_del_suero_de_leche_utilizando_quitosán

Chamba, M., Suquilandia, F. y Vásquez, E. (2016). Producción y comercialización de chocho (*Lupinus mutabilis* Sweet) en el cantón Saraguro de la provincia de Loja. *Centro de Biotecnología*, 5(1), 92–102. Recuperado el 19 de septiembre de <http://192.188.49.17/jspui/bitstream/123456789/12729/1/Tesis%20F%20c3%a9lix%20Ausberto%20Suquilanda%20Guam%20c3%a1n.pdf>

Chel-Guerrero, L., Corzo-Rios, L. y Betancur-Ancona, D. (2003). Estructura y propiedades funcionales de proteínas de leguminosas. *Revista de la Universidad Autónoma de Yucatán*, 18(May), 34–43. Recuperado el 12 de septiembre de 2019 de <http://www.cirsociales.uady.mx/revuady/pdf/227/ru2275.pdf>

- Cordero-Bueso, G. (2017). Librocompletoverano. Recuperado el 12 de julio de 2019 de https://www.researchgate.net/profile/Gustavo_Cordero-Bueso/publication/313728652_Analisis_Sensorial_de_los_Alimentos/links/58a4417092851cf0e3805c70/Analisis-Sensorial-de-los-Alimentos.pdf
- Cornejo, C. (2014). Plan de negocio de la empresa Zeus nutrition s.a. dirigida a la importación y distribución de suplementos a onlynat s.a. Recuperado el 08 de agosto de 2019 de http://repositorio.uees.edu.ec/bitstream/123456789/1985/1/proyecto_final_ZEUS.pdf
- Darquea, P. (2017). Plan de negocios para la importacion de suplementos alimenticios para deportistas desde España para la elaboración de batidos nutricionales a través de máquinas dispensadores e la ciudad de Quito. Recuperado el 25 de julio de 2019 de <http://dspace.udla.edu.ec/bitstream/33000/7899/1/UDLA-EC-TINI-2017-104.pdf>
- Deer, R. y Volpi, E. (2018, marzo 20). *Protein requirements in critically ill older adults*. *Nutrients*, Vol. 10. Recuperado el 10 de abril de 2019 de doi: 10.3390/nu10030378
- Espinosa, J. (2007). Evaluación Sensorial de los Alimentos. (pp 1-45) Editorial Universitaria, Cuba
- Fontanari, G., Batistuti, J. P., Cruz, R. J. Da, Saldiva, P. H. N. y Arêas, J. A. G. (2012). *Cholesterol-lowering effect of whole lupin (Lupinus albus) seed and its protein isolate*. *Food Chemistry*, 132(3), 1521–1526. Recuperado el 22 de mayo de 2019 de doi: 10.1016/j.foodchem.2011.11.145
- Garrido, C., Gómez-Urquiza, J. L., de la Fuente, G. A. C. y Fernández-Castillo, R. (2015). Uso, efectos y conocimientos de los suplementos nutricionales para el deporte en estudiantes universitarios. *Nutricion Hospitalaria*, 32(2), 837–844. Recuperado el 29 de julio de 2019 de doi: 10.3305/nh.2015.32.2.8057
- Gómez, N. y Jiménez, M. (2014). Metodos de secado de emulsiones en

alimentarias. *Temas selectos de Ingeniería en alimentos*, 8, 23–33. Recuperado el 13 de agosto de 2019 de https://nanopdf.com/download/metodos-de-secado-de-emulsiones-alimentarias_pdf

Guerra, D. y Pozo, P. (2018). Análisis proximal y perfil de aminoácidos del aislado proteico del chocho andino ecuatoriano (fabaceae: *Lupinus mutabilis*). Recuperado el 05 de junio de 2019 de <http://infoanalitica-puce.edu.ec/index.php/infoanalitica/article/view/53>

Haque, M. y Adhikari, B. (2015). *Proteins in Spray Drying Process. Handbook of Industrial Drying*, 971–983. Recuperado el 13 de agosto de 2019 de <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0308814616311037>

Hernández, M. y Vélez, J. (2014). Suero de leche y su aplicación en la elaboración de alimentos funcionales. 13–22. Recuperado el 15 de julio de 2019 de [web.udlap.mx › files › 2015/05 › TSIA-82-Hernandez-Rojas-et-al-2014](http://web.udlap.mx/files/2015/05/TSIA-82-Hernandez-Rojas-et-al-2014)

Hofman, D., van Buul, V. y Brouns, F. (2016). *Nutrition, Health, and Regulatory Aspects of Digestible Maltodextrins*. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 56(12), 2091–2100. Recuperado el 29 de mayo de 2019 de doi: 10.1080/10408398.2014.940415

Hottot, A., Vessot, S. y Andrieu, J. (2007). *Freeze drying of pharmaceuticals in vials: Influence of freezing protocol and sample configuration on ice morphology and freeze-dried cake texture*. *Chemical Engineering and Processing: Process Intensification*, 46(7), 666–674. Recuperado el 29 de junio de 2019 de doi: 10.1016/j.cep.2006.09.003

Jäger, R., Kerksick, C., Campbell, B., Cribb, P., Wells, S., Skwiat, T. y Antonio, J. (2017). *International Society of Sports Nutrition Position Stand: Protein and exercise*. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, Vol. 14. Recuperado el 15 de agosto de 2019 de doi: 10.1186/s12970-017-0177-8

Keppy, N. y Allen, M. (2000). *The Biuret Method for the Determination of Total Protein Using an Evolution Array 8-Position Cell Changer*. *Thermo Fisher Scientific*, 8–9. Recuperado el 29 de agosto de 2019 de

https://www.analiticaweb.com.br/newsletter/16/51859_proteina_biuret_o.pdf

- Kondrikov, B., Annikov, V., Egorshhev, V., Deluca, L. y Bronzi, C. (1999). *Combustion of ammonium nitrate-based compositions, metal-containing and water-impregnated compounds. Journal of Propulsion and Power*, 15(6), 763–771. Recuperado el 02 de mayo de 2019 de doi: 10.2514/2.5526
- Lean, M. (2019). *Principles of human nutrition. Medicine (United Kingdom)*, Vol. 47, pp. 140–144. Recuperado el 11 de agosto de 2019 de doi: 10.1016/j.mpmed.2018.12.014
- Lebensmittelsicherheit, E. Für. (2001). *Report of the Scientific Committee on Food on composition and specification of food intended to meet the expenditure of intense muscular effort, especially*. European Commission. Recuperado el 16 de junio de 2019 de https://ec.europa.eu/food/sites/food/files/safety/docs/sci-com_scf_out64_en.pdf
- Loja, N. y Orellana, S. (2005). Propuesta gastronomica de aplicación innovadora del chocho. 88 pags. Recuperado el 12 de julio de 2019 de <https://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/1569/1/tgas32.pdf>
- Mete, M. (2014). Valor Actual Neto Y Tasa De Retorno: Su Utilidad Como Herramientas Para El Análisis Y Evaluación De Proyectos De Inversión. *Fides et Ratio - Revista de Difusión cultural y científica de la Universidad La Salle en Bolivia*, 7(7), 67–85. Recuperado el 09 de septiembre de 2019 de http://www.scielo.org.bo/pdf/rfer/v7n7/v7n7_a06.pdf
- Mitchell, C., Mcgregor, R., D'Souza, R., Thorstensen, B., Markworth, J., Fanning, A. y Cameron-Smith, D. (2015). *Consumption of milk protein or whey protein results in a similar increase in muscle protein synthesis in middle aged men. Nutrients*, 7(10), 8685–8699. Recuperado el 13 de agosto de 2019 de doi: 10.3390/nu7105420
- Mondragón, R., Julia, J., Barba, A. y Jarque, J. (2013). El proceso de secado por

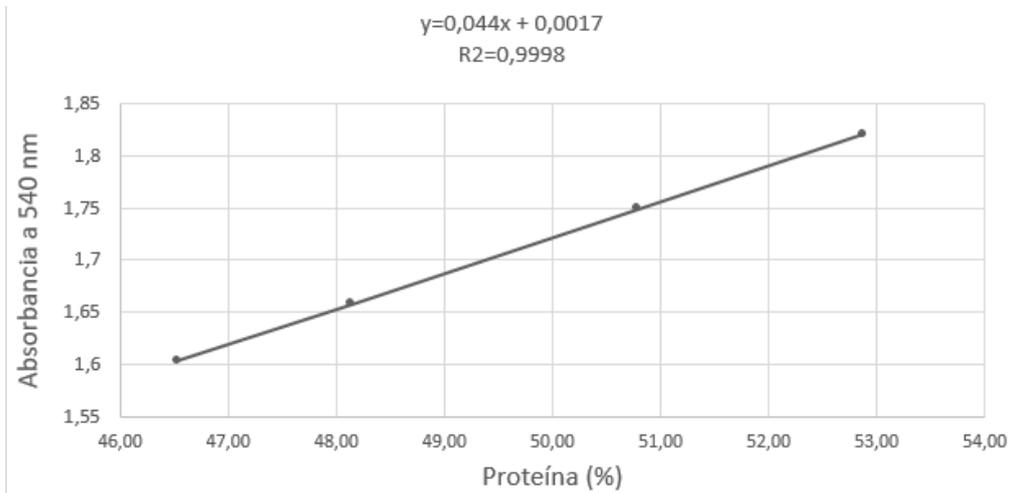
- atomización: Formación de gránulos y cinética de secado de gotas. Boletín de la Sociedad Española de Cerámica y Vidrio, Vol. 52, pp. 159–168. Recuperado el 02 de junio de 2019 de doi: 10.3989/cyv.212013
- Musset, G. y Castells, L. (2017). Valorización del lactosuero. Recuperado el 13 de junio de 2019 de https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/valorizacion_lactosuero_vf.pdf
- Parzanese, M. (2012). Tecnologías para la Industria Alimentaria Liofilización de alimentos. Alimentos argentinos, 1–12. Recuperado el 23 de septiembre de 2019 de http://www.alimentosargentinos.gob.ar/contenido/sectores/tecnologia/Ficha_03_Liofilizados.pdf
- Patel, K., Chen, X., Lin, S. y Adhikari, B. (2009). *A composite reaction engineering approach to drying of aqueous droplets containing sucrose, maltodextrin (DE6) and their mixtures*. *Aiche Journal*, 55(1), 217–231. Recuperado el 08 de agosto de 2019 de doi: 10.1002/aic.11642
- Pellicer, J., Fortea, M., Trabal, J., Rodríguez, M., Gabaldón, J. y Núñez-Delicado, E. (2019). *Stability of microencapsulated strawberry flavour by spray drying, freeze drying and fluid bed*. *Powder Technology*, 347, 179–185. Recuperado el 12 de septiembre de 2019 de doi: 10.1016/j.powtec.2019.03.010
- Peralta, E., Villacres, E. y Mazón, N. (2013). Granos Andinos: quinua, chocho, amaranto y ataco. Valor nutricional y funcional. Recuperado el 15 de agosto de 2019 de <http://repositorio.iniap.gob.ec/jspui/bitstream/41000/3940/1/iniapscbd430.pdf>
- Phillips, S. (2016). *The impact of protein quality on the promotion of resistance exercise-induced changes in muscle mass*. *Nutrition and Metabolism*, Vol. 13, pp. 1–9. Recuperado el 14 de septiembre de 2019 de doi: 10.1186/s12986-016-0124-8
- 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 Espanola de Nutricion Humana y Dietetica*, Vol. 21, pp. 55–73. Recuperado el 10 de junio de 2019 de doi: 10.14306/renhyd.21.1.220
- Rosero, C. (2016). Plan de negocios para una empresa productora y comercializadora de un suplemento proteico en la ciudad de Quito. Recuperado el 21 de septiembre de 2019 de <http://dspace.udla.edu.ec/bitstream/33000/5237/1/UDLA-EC-TINI-2016-64.pdf>
- Saputra, D. (2017). Método de secado en frío (liofilización) y secado en calor (spray dryer) para la obtención de concentrados proteicos de haba (*Vicia faba*) (Vol. 6). Recuperado el 01 de septiembre de 2019 de <https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/25293>
- Tang, J., Moore, D., Kujbida, G., Tarnopolsky, M. y Phillips, S. (2009). *Ingestion of whey hydrolysate, casein, or soy protein isolate: Effects on mixed muscle protein synthesis at rest and following resistance exercise in young men*. *Journal of Applied Physiology*, 107(3), 987–992. Recuperado el 20 de septiembre de 2019 de doi: 10.1152/jappphysiol.00076.2009
- Pascual, T. (2010). Vive sano, 1–4. Recuperado el 20 de junio de 2019 de http://www.institutotomas Pascualsanz.com/descargas/publicaciones/vivesano/vivesano_13mayo10.pdf?Pdf=vivesano-130510
- Trugo, L., Von Baer, E. y Von Baer, D. (2015). *Lupin: Breeding*. *En Encyclopedia of Food Grains: Second Edition* (Vol. 4–4, pp. 325–332). Recuperado el 19 de junio de 2019 de doi: 10.1016/B978-0-12-394437-5.00211-4
- Victoria, M. y Guillén, L. (2013). Estructura y propiedades de las proteínas. Recuperado el 07 de julio de 2019 de https://www.uv.es/tunon/pdf_doc/proteinas_09.pdf
- Yáñez-Mendizábal, V., Viñas, I., Usall, J., Torres, R., Solsona, C., Abadias, M. y Teixidó, N. (2012). *Formulation development of the biocontrol agent Bacillus subtilis strain CPA-8 by spray-drying*. *Journal of Applied Microbiology*, 112(5), 954–965. Recuperado el 11 de agosto de 2019 de doi: 10.1111/j.1365-2672.2012.05258.x

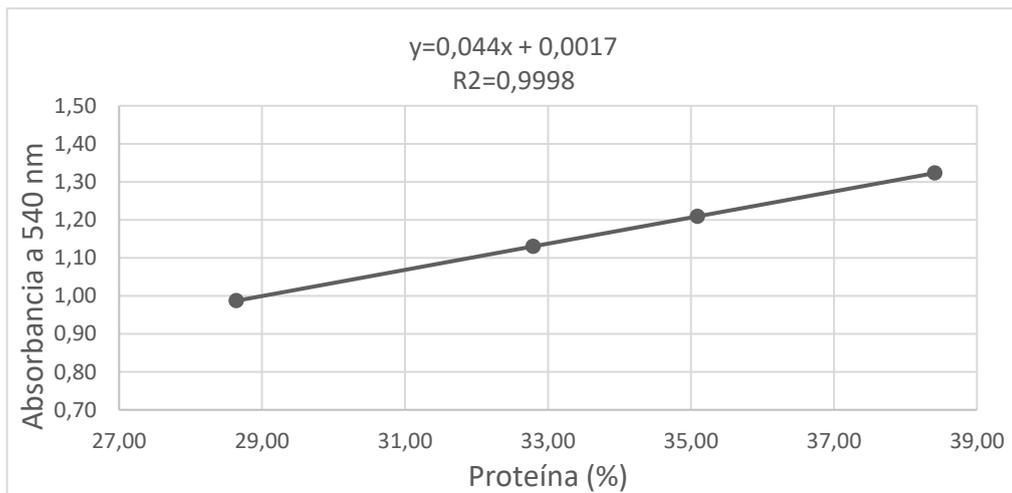
Zhao, Q., Xiong, H., Selomulya, C., Chen, X. D., Huang, S., Ruan, X. y Sun, W. (2013). *Effects of Spray Drying and Freeze Drying on the Properties of Protein Isolate from Rice Dreg Protein*. *Food and Bioprocess Technology*, 6(7), 1759–1769. Recuperado el 03 de abril de 2019 de doi: 10.1007/s11947-012-0844-3

ANEXOS

Anexo 1. Curva patrón de proteína de concentrado de chocho



Anexo 2. Curva patrón de proteína de concentrado de suero de leche



Anexo 3. Análisis nutricional de suplemento atomizado



INFORME DE RESULTADOS

INFAQ 1534a

Cliente	Maria Jose Jauregui	Lote	-----
Dirección	El Condado	Fecha Elaboración	-----
		Fecha Vencimiento	-----
Muestreado por	El Cliente	Fecha Recepción.	27/11/2019
Muestra de	Alimento	Hora Recepción.	15:25
Descripción	Suplemento Atomizado	Fecha Análisis.	27/11/2019
		Fecha Entrega.	04/12/2019
		Código/# Control	-----

Color.	Característico
Olor	Característico
Estado.	Sólido (polvo)
Contenido Declarado.	50g
Material de Empaque.	-----

RESULTADOS AREA QUIMICA

PARAMETRO	UNIDAD	RESULTADO	METODO
* Grasa	%	2,59	MQ-08/AOAC 2003.06
* Proteína	%	35,09	MQ-09/AOAC 2001.11
* Fibra	%	0,67	MQ-10/INEN 522
* Carbohidratos Disponibles	%	48,01	CALCULO
* Carbohidratos totales	%	48,68	CALCULO
* Calorias	kcal/100g	355,7	CALCULO
	kJ/100g	1490,4	CALCULO
* Humedad	%	6,81	MQ-06/AOAC 925.10
* Ceniza	%	6,83	MQ-07/AOAC 945.46

Nota: Los ensayos marcados (*) no están incluídos en el alcance de la acreditación del SAE


 Dra. Pamela Jacome
 DIRECTORA DEL LABORATORIO

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

Anexo 4. Análisis nutricional de suplemento liofilizado



INFORME DE RESULTADOS

INF-AQ-1594b

Cliente	Maria Jose Jauregui	Lote	
Dirección	El Condado	Fecha Elaboración	
Muestreado por	El Cliente	Fecha Vencimiento	
Muestra de	Alimento	Fecha Recepción	27/11/2019
Descripción	Suplemento Liofilizado	Hora Recepción	15:25
		Fecha Análisis	27/11/2019
		Fecha Entrega	04/12/2019
		Código/# Control	

Color	Característico
Olor	Característico
Estado	Sólido (polvo)
Contenido Declarado	50g
Material de Empaque	

RESULTADOS AREA QUIMICA

PARAMETRO	UNIDAD	RESULTADO	METODO
* Grasa	%	3.16	MQ-08/AOAC 2003.06
* Proteína	%	39.28	MQ-09/AOAC 2001.11
* Fibra	%	0.42	MQ-10/ENEN 522
* Carbohidratos Disponibles	%	47.29	CALCULO
* Carbohidratos totales	%	47.70	CALCULO
* Calorías	kcal/100g	374.7	CALCULO
	kJ/100g	1570.1	CALCULO
* Humedad	%	2.89	MQ-06/AOAC 925.10
* Ceniza	%	6.96	MQ-07/AOAC 945.46

Nota: Los ensayos marcados (*) no están incluidos en el alcance de la acreditación del SAE.


 Dra. Pamela Jacome
 DIRECTORA DEL LABORATORIO

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

Anexo 5. Análisis de varianza por atributos

Color			
Método de secado	Género	Promedio	Agrupamiento LSD
Atomizado	Masculino	73,3±17,9	A
	Femenino	74,7±19,2	A
Liofilizado	Masculino	74,7±22,0	A
	Femenino	70,7±16,7	A
Olor			
Método de secado	Género	Promedio	Agrupamiento LSD
Atomizado	Masculino	66,7±20,9	A
	Femenino	61,3±20,7	A
Liofilizado	Masculino	65,3±27,7	A
	Femenino	50,7±26,0	A
Sabor			
Método de secado	Género	Promedio	Agrupamiento LSD
Atomizado	Masculino	74,7±22,0	A
	Femenino	76,0±15,5	A
Liofilizado	Masculino	57,3±24,9	B
	Femenino	61,3±19,2	AB
Textura			
Método de secado	Género	Promedio	Agrupamiento LSD
Atomizado	Masculino	77,3±12,8	A
	Femenino	80,0±16,9	A
Liofilizado	Masculino	49,3±24,9	B
	Femenino	41,3±20,7	B

Anexo 6. Encuestas de aceptabilidad del suplemento nutricionales

Análisis de aceptabilidad: Suplemento nutricional proteico para deportistas a partir de chocho y suero de leche con sabor a vainilla

NOMBRE	GÉNERO	EDAD	FECHA

Frente a usted se encuentran dos muestras distintas de suplemento, A y B. Por favor indique su nivel de agrado marcando con una X el punto en la escala, siendo 1 no me gusta nada y 5 me gusta mucho.

MUESTRA A	1	2	3	4	5	MUESTRA B	1	2	3	4	5
COLOR						COLOR					
OLOR						OLOR					
SABOR						SABOR					
TEXTURA						TEXTURA					
Observaciones:						Observaciones:					

Anexo 7. Estado de pérdidas y ganancias

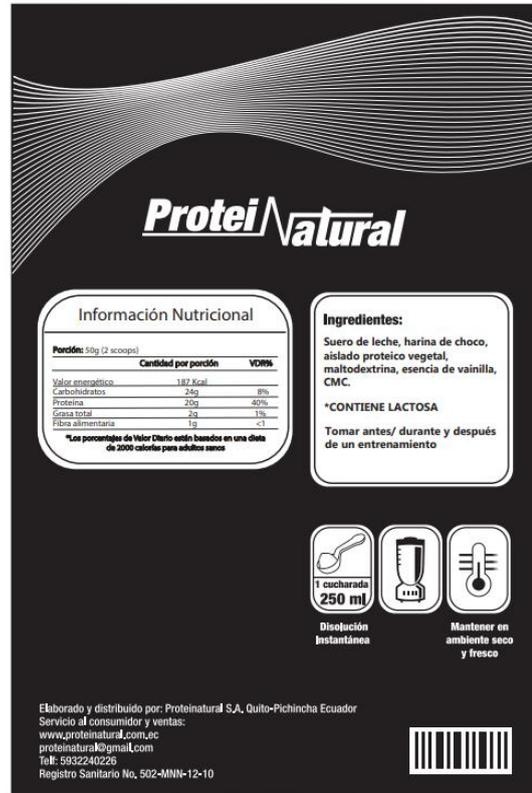
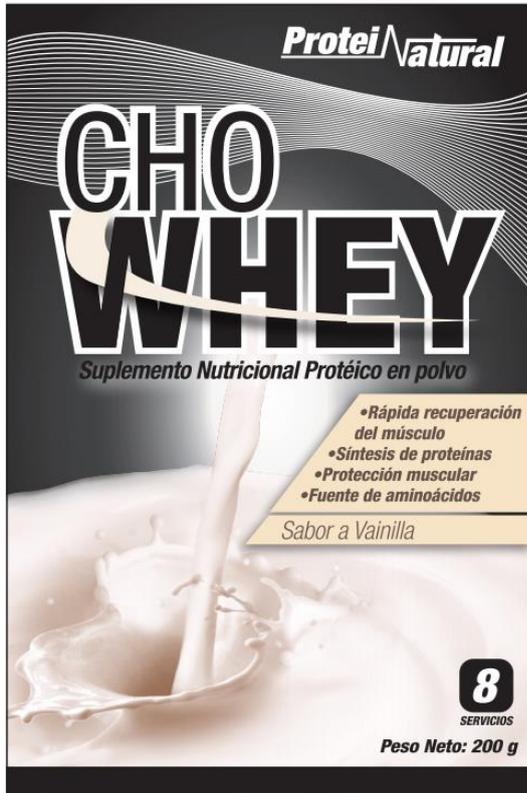
Periodo	0	1	2	3	4	5
Inflación	3,53%	3,57%	3,46%	3,63%	3,67%	3,59%
Ingresos	\$ -	\$ 50 000,00	\$ 55 000,00	\$ 60 500,00	\$ 66 550,00	\$ 73 205,00
Ventas	\$ -	\$ 50 000,00	\$ 55 000,00	\$ 60 500,00	\$ 66 550,00	\$ 73 205,00
Costos de Producción	\$ -	\$ 30 836,87	\$ 29 836,89	\$ 28 695,40	\$ 27 651,13	\$ 26 772,90
Utilidad Bruta	\$ -	\$ 19 163,13	\$ 25 163,11	\$ 31 804,60	\$ 38 898,87	\$ 46 432,10
Gastos de Operación	\$ -	\$ -	\$ 6 713,14	\$ 6 456,31	\$ 6 221,36	\$ 6 023,76
Gastos de Administración y Generales	\$ -	\$ -	\$ 6 713,14	\$ 6 456,31	\$ 6 221,36	\$ 6 023,76
Utilidad de Operación	\$ -	\$ 19 163,13	\$ 18 449,96	\$ 25 348,29	\$ 32 677,51	\$ 40 408,34
Gastos Financieros	\$ -	\$ 101,06	\$ 97,78	\$ 94,04	\$ 90,62	\$ 87,74
Utilidad Antes de Impuestos	\$ -	\$ 19 062,07	\$ 18 352,18	\$ 25 254,24	\$ 32 586,89	\$ 40 320,60
Impuesto Sobre la Renta 22%	\$ -	\$ 4 193,66	\$ 4 037,48	\$ 5 565,93	\$ 7 169,12	\$ 8 870,53
Utilidad Antes del Reparto	\$ -	\$ 14 868,41	\$ 14 314,70	\$ 19 688,31	\$ 25 417,77	\$ 31 450,07
Reparto a los empleados 15%	\$ -	\$ 2 230,26	\$ 2 147,21	\$ 2 954,75	\$ 3 812,67	\$ 4 717,51
Utilidad Neta	\$ -	\$ 12 638,15	\$ 12 167,50	\$ 16 743,56	\$ 21 605,11	\$ 26 732,56
Depreciación Maquinaria y Equipo	\$ -	\$ 2.615,74	\$ 2.530,92	\$ 2.434,09	\$ 2.345,51	\$ 2.271,01
Depreciación Mobiliario y equipo de oficina	\$ -	\$ 109,06	\$ 105,52	\$ 101,49	\$ 97,79	\$ 94,69
Amortización Constitución de la compañía	\$ -	\$ 48,28	\$ 485,82	\$ 467,23	\$ 450,23	\$ 435,93
Amortización Estudios de mercado	\$ -	\$ 77,25	\$ 74,74	\$ 71,88	\$ 69,27	\$ 67,07
Amortización Estudios de factibilidad	\$ -	\$ 57,93	\$ 56,06	\$ 53,91	\$ 51,95	\$ 50,30
Pago Capital Prestado	\$ -	\$ (2.051,79)	\$ (2.072,31)	\$ (2.093,03)	\$ (2.113,96)	\$ (2.135,10)
Flujo Neto de Efectivo	\$ (34.887,30)	\$ 16.494,62	\$ 16.348,24	\$ 20.779,13	\$ 25.505,89	\$ 30.516,45
Tasa de Descuento	15%					
VAN	\$ 70.122,54					
TIR	48%					
Beneficio Costo (B/C)	2,01					

Anexo 8. Punto de equilibrio

Rubro	Costo Fijo	Costo Variable
Materiales Directos		\$ 3 580,00
Mano de Obra Directa	\$ 10.800,00	
Materiales Indirectos		\$ 1.320,00
Mano de Obra Indirecta	\$ 420,00	\$ 420,00
Servicios Básicos	\$ 2.831,00	\$ 11.324,00
Depreciación	\$ 3.585,50	
Imprevistos		\$ 1.661,30
Gastos Administrativos y Generales	\$ 7.185,50	
Gastos de Ventas	\$ 7.762,50	\$ 7.762,50
Gastos Financieros	\$ 9.465,92	
Total	\$ 41.021,00	\$ 26.067,80

Producción Real	14000,00
Costo Fijo	\$ 41.021,00
Costo Fijo Unitario	\$ 2,93
Costo Variable Unitario	\$ 1,86
Costo Unitario	\$ 4,79
Ganancia	30%
Precio Unitario	\$ 6,0
Punto de Equilibrio (unidades)	9823,02
Punto de Equilibrio (dólares)	\$ 59.311,33

Anexo 9. Etiqueta del producto final



Anexo 10. Pulverizado de harina de chocho



Anexo 11. Concentrado de suero de leche



Anexo 12. Concentrado de harina de chocho



Anexo 13. Método de secado de atomización y liofilización



Anexo 14. Análisis sensorial



