



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



Desarrollo de una premezcla a base de matrices alimentarias andinas como suplemento alimenticio.

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

Autor: Diana Maricela Lema Defaz

Tutora: PhD. Liliana Alexandra Cerda Mejía

Ambato – Ecuador

Septiembre – 2020

APROBACIÓN DE LA TUTORA

Ph.D. Liliana Alexandra Cerda Mejía

Certifica:

Que el presente trabajo de titulación ha ido prolijamente revisado. Por lo tanto, autorizo la presentación de este trabajo de titulación modalidad Proyecto de investigación, el mismo que responde a las normas establecidas en el reglamento de Títulos y Grados de la Facultad.

Ambato, 28 de Julio del 2020.

.....
Ph.D. Liliana Alexandra Cerda Mejía

C.I. 1804148086

TUTORA

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Yo, Lema Defaz Diana Maricela, manifiesto que los resultados obtenidos en el presente Trabajo de Titulación, modalidad Proyecto de investigación previo a la obtención del título de Ingeniera en Alimentos, son absolutamente originales, auténticos y personales, a excepción de las citas bibliográficas.

A rectangular box containing a handwritten signature in blue ink. The signature is cursive and appears to read 'Diana Maricela Lema Defaz'.

Diana Maricela Lema Defaz

C.I. 050298819-9

AUTORA

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

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

Para constancia firman:

Presidente del Tribunal de Grado

Mg. Mayra Fernanda Chico Terán

C.I. 100332704-4

Mg. Diego Manolo Salazar Garcés

C.I. 180312429-4

Ambato, 31 de Agosto del 2020

DERECHOS DE AUTOR

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

Cedo los Derechos en líneas patrimoniales de mi trabajo de titulación, con fines de difusión pública, además apruebo su reproducción de este, dentro de las regulaciones de la Universidad, siempre y cuando esta reducción no suponga una ganancia económica y se realice respetando mis derechos de autor.

A handwritten signature in blue ink, appearing to be 'Diana Maricela Lema Defaz', written over a light blue background.

Diana Maricela Lema Defaz

C.I. 050298819-9

AUTORA

DEDICATORIA

No hay palabras que puedan describir mi profunda dedicatoria hacia mis Padres, Efraín Lema y Fabiola Defaz quienes durante todos estos años confiaron en mí; comprendiendo mis ideales y el tiempo que no estuve con ellos, de la misma manera en testimonio de gratitud limitada por su apoyo, aliento y estímulo mismo que posibilitaron la conquista de esta meta, a mi querido hijo Leonel Toapanta Lema quien ha sido mi mayor fortaleza, gracias a todos por el apoyo y consejos he llegado a realizar lo más grande de mis anhelos, la cual constituye la herencia más valiosa que pudiera recibir.

Diana Maricela Lema Defaz

AGRADECIMIENTO

Principalmente doy gracias a Dios por concederme la vida y darme la oportunidad para culminar con todos mis objetivos y metas planteadas a lo largo de mi vida desde el principio de mi faceta estudiantil.

El agradecimiento profundo a nuestros padres que día a día me apoyaron incondicionalmente quienes con su esfuerzo y dedicación me ayudaron a llegar a mi meta trazada.

Mi agradecimiento especial a la Universidad Técnica de Ambato en especial a la Facultad de Ciencias E Ingeniería en Alimentos y Biotecnología a cada uno de los docentes quienes me compartieron sus conocimientos durante el transcurso de esta carrera ya que gracias a la oportunidad que me brindaron hoy culmino con gran emoción una etapa más dentro de mi vida estudiantil y a los laboratorios UODIDE que me permitieron realizar mi fase experimental.

A mi hijo Leonel y a mí amado esposo que siempre estuvo presente con una palabra de aliento y su comprensión cuando me sentía derrotada el me brindo su mano para poderme levantar y seguir con mi objetivo.

En especial a la Dra. Liliana Cerda mi tutora a quien le debo muchas horas de arduo trabajo y sabias sugerencias por su paciencia que me ha brindado para la culminación del presente trabajo.

A mis amigos, cómplices y compañeros de clases que han transcurrido a mi lado todos estos años de carrera con muchas alegrías y desvelos en momentos de felicidad como de tristeza han permanecido a mi lado muchas gracias por esa amistad incondicional Xime, Kary, Vanessa, Supe, Pollito.

Diana

ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS

| | |
|---|------|
| APROBACIÓN DE LA TUTORA..... | ii |
| DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD..... | iii |
| APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO | iv |
| DERECHOS DE AUTOR..... | v |
| DEDICATORIA | vi |
| AGRADECIMIENTO..... | vii |
| ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS..... | viii |
| ÍNDICE DE TABLAS | xi |
| ÍNDICE DE ECUACIONES..... | xii |
| ÍNDICE DE FIGURAS..... | xii |
| RESUMEN..... | xiii |
| ABSTRACT..... | xiv |
| CAPÍTULO I..... | 1 |
| MARCO TEÓRICO..... | 1 |
| 1.1. ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS..... | 1 |
| 2.1. PROPIEDADES NUTRICIONALES DE LOS TUBÉRCULOS ANDINOS | 3 |
| 2.1.1 OCA (<i>Oxalis tuberosa</i>)..... | 3 |
| 2.1.2 MASHUA (<i>Trapaeolum tuberosum</i>)..... | 4 |
| 2.1.3 ZANAHORIA BLANCA (<i>Arracacia xanthorrhiza</i>)..... | 5 |
| 2.1.4 QUINUA (<i>Chenopodium quinoa</i>)..... | 6 |
| 2.1.5 CHOCHO (<i>Lupinus mutabilis</i>)..... | 8 |
| 2.1.6 CHÍA (<i>Salvia hispanica</i>)..... | 9 |
| 3.1. OBJETIVOS..... | 11 |
| 3.1.1. Objetivos generales..... | 11 |

| | | |
|-----------------------------|---|----|
| 3.1.2. | Objetivos específicos | 11 |
| 4.1. | HIPOTESIS | 11 |
| 4.1.1 | Hipótesis nula H_0 | 11 |
| 4.1.2. | Hipótesis alternativa H_1 | 11 |
| 5.1. | SEÑALAMIENTO DE LAS VARIABLES | 12 |
| 5.1.1. | Variable Independiente | 12 |
| 5.1.2. | Variable Dependiente..... | 12 |
| CAPÍTULO II | | 13 |
| MATERIALES Y MÉTODO | | 13 |
| 2.2.1 | Extracción de las harinas de los tubérculos | 14 |
| 2.2.2. | Extracción de las harinas de los granos | 14 |
| 2.2.3. | Análisis químico proximal..... | 15 |
| 2.2.3.1. | Determinación de humedad..... | 15 |
| 2.2.3.2. | Proteína cruda..... | 15 |
| 2.2.3.3. | Extracto etéreo..... | 16 |
| 2.2.3.4. | Fibra dietética | 17 |
| 2.2.3.6. | Carbohidratos | 19 |
| 2.2.4. | Prueba de sedimentación | 19 |
| 2.2.5. | Capacidad de retención de solventes | 19 |
| 2.2.6. | Diseño experimental | 20 |
| CAPÍTULO III | | 21 |
| RESULTADOS Y DISCUSIÓN..... | | 21 |
| 3.1. | Prueba de sedimentación | 22 |
| 3.2. | Capacidad de Retención de Solventes | 24 |
| 3.3. | Análisis proximal..... | 30 |
| 3.3.1. | Humedad de las matrices | 30 |
| 3.3.2. | Análisis proximal formulación | 31 |

| | |
|-------------------------------------|----|
| CAPÍTULO IV | 34 |
| CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES..... | 34 |
| RECOMENDACIONES | 34 |
| BIBLIOGRAFÍA..... | 35 |
| ANEXOS..... | 41 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|---|----|
| Tabla 1 Composición nutricional en 100 g de oca | 4 |
| Tabla 2 Contenido nutricional en 100 g de mashua | 5 |
| Tabla 3 Contenido nutricional en 100 g de zanahoria blanca | 6 |
| Tabla 4 Contenido nutricional en 100 g de quinua | 7 |
| Tabla 5 Contenido nutricional del chocho | 8 |
| Tabla 6 Contenido nutricional en 100 g de chíá | 10 |
| Tabla 7 Formulaciones de las premezclas elaborados a partir de harinas de tubérculos y granos andinos. | 21 |
| Tabla 8 Volumen de sedimentación de las premezclas elaborados a partir de harinas de tubérculos y granos andinos. | 22 |
| Tabla 9 Análisis de varianza para el volumen de sedimentación..... | 23 |
| Tabla 10 Prueba de tukey para el volumen de sedimentación | 23 |
| Tabla 11 Capacidad de Retención de Ácido Láctico de las premezclas elaboradas a partir de harinas de tubérculos y granos andinos. | 24 |
| Tabla 12 Capacidad de Retención de Agua de las premezclas elaboradas a partir de las harinas de tubérculos y granos andinos. | 26 |
| Tabla 13 Capacidad de Retención de Sacarosa de las premezclas elaboradas a partir de harinas de tubérculos y granos andinos. | 27 |
| Tabla 14 Capacidad de Retención de Carbonato de Sodio de las premezclas elaboradas a partir de harinas de tubérculos y granos andinos. | 28 |
| Tabla 15 Humedad de las formulaciones | 30 |
| Tabla 16 Análisis proximal de la premezcla (tratamiento 5) | 31 |
| Tabla 17 Preparación de las harinas..... | 41 |
| Tabla 18 Capacidad de retención de solventes..... | 42 |

ÍNDICE DE ECUACIONES

| | |
|-----------------|----|
| Ecuación 1..... | 15 |
| Ecuación 2..... | 15 |
| Ecuación 3..... | 16 |
| Ecuación 4..... | 16 |
| Ecuación 5..... | 16 |
| Ecuación 6..... | 18 |
| Ecuación 7..... | 18 |
| Ecuación 8..... | 18 |
| Ecuación 9..... | 19 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Gráfico 1 Cuadro comparativo sobre la capacidad de retención de ácido láctico..... | 25 |
| Gráfico 2 Cuadro comparativo sobre la capacidad de retención de agua | 27 |
| Gráfico 3 Cuadro comparativo sobre la capacidad de retención de sacarosa | 28 |
| Gráfico 4 Cuadro comparativo sobre la capacidad de retención de carbonato de sodio | 29 |

RESUMEN

El presente trabajo de investigación se desarrolló con el fin de aprovechar el valor nutritivo y los beneficios de cultivos andinos infrautilizados para desarrollar nuevos productos alimenticios. De esta manera se busca generar nuevas alternativas con valor agregado para la alimentación humana. En esta investigación se analizaron las harinas de oca, mashua, zanahoria blanca, quinua, chocho y chía mediante pruebas de sedimentación, capacidad de retención de solventes y análisis proximal, con el fin de establecer una premezcla con base a matrices alimentarias andinas como suplemento alimenticio para infantes.

El análisis proximal realizado demostró que el mejor tratamiento (formulación 5) que contiene 40 gramos de harina de oca, 20 gramos de zanahoria blanca y 20 gramos de quinua por cada 100 gramos de producto mostró una composición de proteína 15,20 por ciento, extracto etéreo 7,13 por ciento, fibra dietética 18,50 por ciento, cenizas, 3,64 por ciento, carbohidratos, 46,79 y humedad 8,74 por ciento. Estos valores se consideran idóneas y cumplen en gran parte con los requerimientos alimenticios de niños de 2 a 5 años.

Con respecto a la prueba de sedimentación se determinó que la formulación 4 posee la menor cantidad de sedimento (13,65 gramos). Por otro lado en el análisis de capacidad de retención de solventes demostró que las formulación 3, 4 y 5 obtuvo valores menores en todas las pruebas antes mencionada, los valores bajos en la premezcla significa que es una premezcla de calidad, para obtener estos valores se debe a muchos factores como el contenido de almidón, la premezcla no contiene gluten.

Palabra Clave: Matrices alimentarias, Suplemento alimenticio, análisis proximal, tubérculos andinos, granos andinos, premezclas.

ABSTRACT

The present research work was developed in order to take advantage of the nutritional value and benefits of underused Andean crops to develop new food products. In this way, it seeks to generate new alternatives with added value for human food. In this research, goose, mashua, white carrot, quinoa, lupine and chia flours were analyzed through sedimentation tests, solvent retention capacity and proximal analysis, in order to establish a premix based on Andean food matrices as a food supplement for infants.

The proximal analysis carried out showed that the best treatment (formulation 5) containing 40 grams of goose flour, 20 grams of white carrot and 20 grams of quinoa per 100 grams of product showed a protein composition of 15.20 percent, extract ethereal 7.13 percent, dietary fiber 18.50 percent, ash 3.64 percent, carbohydrates 46.79 and moisture 8.74 percent. These values are considered suitable and largely meet the nutritional requirements of children from 2 to 5 years old.

Regarding the sedimentation test, it was determined that formulation 4 has the least amount of sediment (13.65 grams). On the other hand, in the analysis of solvent retention capacity, it showed that formulation 3, 4 and 5 obtained lower values in all the aforementioned tests, the low values in the premix means that it is a quality premix, to obtain these values Due to many factors such as starch content, the premix is gluten-free.

Key Word: Food matrices, Food supplement, proximal analysis, Andean tubers, Andean grains, premixes.

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

1.1. ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS

Un suplemento alimenticio también llamado complemento nutricional, es un producto alimenticio no convencional destinado a complementar la ingesta dietaria mediante la incorporación de nutrientes en la dieta, en concentraciones que no generen contraindicaciones médicas. Las premezclas se comercializan en formas sólidas (comprimidos, cápsulas, granulados, polvos entre otros), semisólidos (jaleas, geles entre otros), líquidos (gotas, solución, jarabes entre otros), y otras formas de absorción gastrointestinal (ARCSA, 2016).

También pueden ser fuentes concentradas de nutrientes que poseen efecto nutricional, ya sea solos o combinados como: vitaminas, minerales, proteínas, carbohidratos, aminoácidos y ácidos grasos esenciales (ARCSA, 2016).

Según **Cerezal Mezquita, Urtuvia Gatica, Ramírez Quintanilla, and Arcos Zavala (2011)** en la alimentación complementaria de un niño que sea mayor a seis meses de edad es recomendable que el 20% de las proteínas deben ser de origen animal o mezclado con harinas de cereales que deben ser ricas en aminoácidos esenciales y con proteína de calidad.

Estudios realizados por (**Vicario & Hidalgo, 2007**) sugieren que es necesario el consumo de los nutrientes básicos en los niños (vitaminas, minerales, proteínas y carbohidratos) desde una edad temprana, ya que la carencia de estos nutrientes esenciales pueden provocar el deterioro del desarrollo cognitivo y la reducción de la capacidad de aprendizaje, la reducción de la capacidad laboral en las poblaciones debido a los índices altos de enfermedad y discapacidad, daños en las capacidades físicas y mentales, afectaciones en el lenguaje, en las habilidades motrices y en el pensamiento. A este fenómeno se lo denomina hambre oculta la cual hace referencia a la carencia de micronutrientes, y afecta a más del 30% de la población mundial con un incremento de la morbilidad y la mortalidad infantil (**González Leal, 2019**).

En la actualidad, el alto índice de pobreza en el Ecuador constituye uno de los factores que impactan negativamente la adecuada alimentación de los niños. A esto

se suma la escasa oferta de productos elaborados con materia prima de calidad que contenga un alto nivel nutricional y sobre todo, que sea de bajo costo (**Tumbaco & Rafael, 2013**).

Chuquimarca-Chuquimarca, Caicedo-Hinojosa, and Zambrano-Dolver (2017) determinaron que la desnutrición incrementa representativamente el riesgo de muerte durante la infancia y afecta la capacidad de aprender y trabajar en la adultez porque se limita el potencial desarrollo físico e intelectual del infante.

Varias investigaciones sugieren que las raíces y tubérculos andinos (RTAs) poseen un elevado valor nutricional y pueden ser aprovechados para suplementar la dieta de niños, jóvenes y adultos. Según **Villacrés (2013)** los (RTAs) desempeñan un rol muy importante en la seguridad alimentaria humana a nivel mundial. Además la mayoría de RTAs comparten la característica de estar desligados de los sistemas de producción orientados al mercado, se cultivan en zonas altas y generalmente son productos de autoconsumo. Esto último ha evitado que el cultivo y consumo de las RTAs no desaparezca.

Existe un valioso conocimiento tradicional acerca de su uso, forma de consumo y propiedades de los RTAs entre los cuales destacan el melloco, la mashua, la zanahoria blanca, la oca y la achira (**Icaza Lecaro & Jiménez Vargas, 2011**).

La alimentación en las comunidades andinas se basa principalmente en el consumo de papa, oca y mashua, las cuales son ricas en hidratos de carbono, pero pobres en algunos aminoácidos esenciales, vitaminas y otros micronutrientes. Esta deficiencia es compensada mediante el consumo de granos como la quinua y kiwicha que son ricos en lisina y metionina; además de leguminosas como el chocho y el frijol, que de alguna forma compensan la carencia de aminoácidos, vitaminas y otros micronutrientes de los tubérculos (**Ayala, 2004**).

Una alimentación ricas RTAs tiene un gran impacto en el desarrollo físico y cognitivo de los niños. Debido a estos antecedentes, el presente estudio propone la formulación de un suplemento a base de tubérculos, granos y leguminosas apto para el consumo de infantes, que aporte con los nutrientes necesarios para su correcto desarrollo físico y mental.

2.1. PROPIEDADES NUTRICIONALES DE LOS TUBÉRCULOS ANDINOS

2.1.1 Oca (*Oxalis tuberosa*)

Según **Barrera (2003)** la oca (*Oxalis tuberosa*) posee un alto contenido de hierro, con concentraciones que pueden cambiar dependiendo el contenido de hierro del suelo en el que ha sido cultivada. La oca también es una excelente fuente de pigmentos nutricionalmente significativos, como las antocianinas y los carotenoides, cuya presencia es relevante debido a que este tipo de moléculas poseen generalmente actividad antioxidante y antiinflamatoria.

La oca también es una fuente importante de vitaminas K y A, así como también aportan con azúcares de fácil digestión. El contenido de grasas y cenizas es de aproximadamente 1%. Los valores de proteína pueden variar ampliamente, y en algunos casos pueden superar el 9% en base seca (**Barrera, 2003**).

Elena, Marrou, González, Elizabeth, and Flores (2011) indican que la oca aporta vitaminas de complejo B, que ayudan a mantener la integridad del sistema nervioso y previene el desarrollo del cáncer. Se ha identificado que la oca también contiene micronutrientes como el calcio, el fósforo y el zinc que son necesarios para el mantenimiento de un sin número de rutas metabólicas y a la formación, desarrollo y mantenimiento de los dientes y los huesos.

Todas estas características justifican la gran importancia que tiene la oca en la alimentación de la población andina.

La oca es ligeramente ácida debido a la presencia de ácido oxálico. Esta molécula se puede eliminar mediante la exposición del tubérculo al sol, en un proceso que se conoce como endulzamiento, ya que al mismo tiempo los carbohidratos presentes en el tubérculo se transforman en azúcares con alto valor nutricional (Tabla 1.) (**Palate Amaguaña, 2012**).

Tabla 1 Composición nutricional en 100 g de oca

| Componentes | Oca fresca | Oca endulzada |
|--------------------|-------------------|----------------------|
| Calorías | 67,00 (kcal) | 128,00 (kcal) |
| Proteína | 0,7 (gr) | 1,1 (gr) |
| Extracto etéreo | 0 (gr) | 0,1 (gr) |
| Carbohidratos | 16,1 (gr) | 30,8 (gr) |
| Fibra | 0,5 (gr) | 1,0 (gr) |
| Cenizas | 5 (gr) | 7 (gr) |
| Calcio | 5 (mg) | 7 (mg) |
| Fosforo | 39 (mg) | 64 (mg) |
| Hierro | 0,9 (mg) | 1,3 (mg) |
| Niacina | 0,42 (mg) | 10,3 (mg) |
| Vitamina C | 38,4 (mg) | 33 (mg) |

Fuente: (Cadima, García, & Ramos, 2003)

2.1.2 Mashua (*Trapaecolum tuberosum*)

Nutricionalmente la mashua (*Trapaecolum tuberosum*) se caracteriza por contener cantidades de carotenos (vitamina A) y de vitamina C (77 mg en 100 gramos de materia seca comestible) muy superiores a las encontradas en la papa (**Tapia Núñez, Fries, Mazar, & Rosell, 2007**).

La mashua además contiene glucosinolatos que son metabolitos secundarios aniónicos, que se encuentran en diferentes familias de plantas como: *Brassicaceae*, *Capparaceae*, *Tropaloeolaceae*, entre otras (**Ramírez & Roosevelt, 2017**).

Varios estudios sostienen que los glucosinolatos presentes en la mashua tienen un efecto benéfico sobre el sistema inmune, y podrían proteger al organismo contra el cáncer (**Tapia Núñez et al., 2007**).

La mashua posee un bajo contenido de proteína (1,1 a 2,7%), pero aporta con cantidades significativas de vitaminas de complejo B, niacina, calcio, hierro y fósforo (Tabla 2.).

Tabla 2 Contenido nutricional en 100 g de mashua

| Nutrientes | Cantidad |
|-------------------|------------------|
| Carbohidratos | 7 – 10,5 (gr) |
| Fibra | 05 – 1,5 (gr) |
| Grasa Total | 0,5 – 0,9 (gr) |
| Cenizas | 0,6 – 1,1 (gr) |
| Proteína | 1,1 – 2,7 (gr) |
| Potasio | 1,28 – 1,76 (mg) |
| Calcio | 10 – 13 (mg) |
| Fosforo | 0,61 – 0,83 (mg) |
| Vitamina A | 09 – 12 (mg) |
| Hierro | 0,8 – 1,1 (mg) |
| Tiamina | 0,1 (mg) |
| Niacina | 0,67 (mg) |
| Riboflavina | 0,12 (mg) |
| Vitamina C | 77,5 (mg) |

Fuente: Grau (2003)

2.1.3 Zanahoria Blanca (*Arracacia xanthorrhiza*)

La zanahoria blanca (*Arracacia xanthorrhiza*) es una planta que se cultiva en las regiones andinas por el agradable sabor de sus tubérculos (**Jiménez, 2005**). El valor nutricional en la zanahoria blanca se detalla en la Tabla 3, donde se puede observar que esta planta tiene un alto contenido en calcio, vitamina A, C, B3 y posee niveles adecuados de niacina, ácido ascórbico (**García, 2016**).

Adicionalmente, se ha determinado que contiene hierro, magnesio, tiamina y fósforo. Se considera que el contenido de hierro de la zanahoria blanca podría ayudar a tratar enfermedades crónicas del sistema digestivo y también puede contribuir a mantener el correcto funcionamiento del sistema circulatorio. Por otro lado, se estima que la vitamina B3 presente en este tubérculo podría ayudar al equilibrio de triglicéridos y colesterol en valores saludables, así como también ayudaría a prevenir enfermedades cardiovasculares (**Cobo, Quiroz, & Santacruz, 2013**).

La zanahoria blanca es apreciada en la industria alimenticia por su alto contenido de almidón y a su tolerancia a tratamientos industriales drásticos como esterilización, congelación entre otros (Cobo et al., 2013).

No obstante la producción de la zanahoria blanca ha incrementado en los últimos años, se cree que este RTA todavía no se aprovecha en su totalidad, porque no se conoce sus propiedades nutricionales a profundidad (Tabla 3.) (Coral, 2014)

Tabla 3 Contenido nutricional en 100 g de zanahoria blanca

| Nutrientes | Cantidad |
|-------------------|-----------------|
| Carbohidratos | 24,78 (gr) |
| Fibra | 0,89 (gr) |
| Grasa Total | 0,24 (gr) |
| Cenizas | 0,74 (gr) |
| Proteína | 0,61 (gr) |
| Solidos totales | 26,37 (gr) |
| Almidón | 20,20 (gr) |
| Valor calórico | 103,57 (kcal) |
| Vitamina C | 26,46 (mg) |

Fuente: (Palacios, Morales, & Arias, 2013)

2.1.4 Quinoa (*Chenopodium quinoa*)

La quinoa (*Chenopodium quinoa*) es uno de los productos autóctonos andinos que ha tomado gran importancia en la alimentación humana a nivel mundial, debido a sus excepcionales cualidades nutritivas y alto valor reconstituyente. (Ocaña Albán, 2012).

Su consumo ha incrementado notablemente ya que es una excelente fuente de carbohidratos y proteínas, con valores muy superiores cuando es comparada con otros cereales como el arroz y el maíz. La proteína presente en la quinoa es de muy alta calidad debido a la combinación y proporción de aminoácidos esenciales que contiene de los cuales son considerados indispensables para la alimentación de niños y adultos. En este sentido, de acuerdo a la FAO, la quinoa aporta con los aminoácidos esenciales que requiere un niño de 3 a 10 años, lo cual distingue a la

quinua de otros granos que tiene un contenido bajo en aminoácidos esenciales como la lisina. Adicionalmente brinda minerales como hierro, potasio, magnesio y zinc y vitaminas de complejo B (Tabla 4) (Ocaña Albán, 2012).

Por su contenido de fibra insoluble y grasas poliinsaturadas, se considera que la quinua contribuye a combatir el estreñimiento y controla los niveles de colesterol en la sangre (Maldonado, 2010).

Tabla 4 Contenido nutricional en 100 g de quinua

| Nutrientes | Cantidad |
|-------------------|--------------------|
| Calorías | 351 (Cal) |
| Carbohidratos | 53,50 – 74,30 (gr) |
| Fibra | 02,10 – 04,90 (gr) |
| Grasa Total | 05,30 – 06,40 (gr) |
| Proteína | 11 – 21 (gr) |
| Calcio | 66,60 (mg) |
| Fosforo | 408,30 (mg) |
| Magnesio | 204,20 (mg) |
| Hierro | 10,90 (mg) |
| Manganeso | 2,21 (mg) |
| Zinc | 7,47 (mg) |
| Lisina | 8,4 (%) |
| Metionina | 5,5 (%) |
| Treonina | 5,7 (%) |
| Triptófano | 1,2 (%) |
| Histidina | 4,6 (%) |
| Leucina | 7,3 (%) |
| Valina | 7,6 (%) |
| Fenilalanina | 5,3 (%) |

Fuente: Álvarez and Tusa (2009)

2.1.5 Chocho (*Lupinus mutabilis*)

El chocho (*Lupinus mutabilis*) es un alimento nativo reconocido a nivel mundial por su alto contenido de proteína 41% a 51%, carbohidratos 28,2%, fibra 71%, calcio 15%, hierro 10%, aceites, vitaminas y minerales (Tabla 5) (Arias, 2015).

El chocho tiene un alto contenido de lisina, la cual es esencial para la absorción de calcio y para la construcción del tejido muscular. Estas características nutricionales lo hacen particularmente recomendado como suplemento nutricional de vegetarianos. El consumo de chocho también es recomendado para los niños que se encuentran en etapa de crecimiento, mujeres embarazadas o que dan de lactar. Su bajo contenido de carbohidratos lo hacen ideal para la alimentación de personas que padecen de diabetes y problemas renales, una característica que no comparten otros granos (Arellano & Aulla, 2018).

El chocho actualmente es utilizado para la preparación de una serie de productos alimenticios con valor agregado como grano entero o procesado (Peralta & Villacrés, 2015).

Tabla 5 Contenido nutricional del chocho

| Componente | Chocho amargo | Chocho desamargado |
|------------|---------------|--------------------|
| Proteína | 47,8 (%) | 54,05 (%) |
| Grasa | 18,9 (%) | 21,22 (%) |
| Fibra | 11,07 (%) | 10,37 (%) |
| Cenizas | 4,52 (%) | 2,54 (%) |
| Alcaloides | 3,26 (%) | 0,03 (%) |
| Potasio | 1,22 (%) | 0,02 (%) |
| Calcio | 0,12 (%) | 0,48 (%) |
| Magnesio | 0,24 (%) | 0,07 (%) |
| Fosforo | 0,6 (%) | 0,43 (%) |
| Hierro | 78,45 (ppm) | 74,25 (ppm) |
| Zinc | 42,84 (ppm) | 63,21 (ppm) |

Fuente: (Allauca, 2005)

2.1.6 Chía (*Salvia hispanica*)

La chía (*Salvia hispanica*) es una planta herbácea de la cual se aprovecha sus semillas por ser ricas en proteína, mucilago, fécula y aceite (Ayersa, 2009).

El contenido de proteína en las semillas de chía se ubica entre el 15 – 23% , lo cual es aproximadamente el doble el contenido de proteína de otras semillas (Mohd Ali et al., 2012). También contiene otros componentes importantes para la nutrición humana, tales como moléculas con actividad antioxidante, fibra, vitaminas B1, B2, B3, y minerales como fósforo, calcio, potasio, magnesio, hierro, zinc, cobre (Tabla 6) (Coates, 2013).

La chía contiene lípidos que ayudan a reducir el índice de aterogenicidad así contribuyendo a disminuir el riesgo de enfermedades cardiovasculares. Por otro lado, la chía aporta con ácidos grasos omega 3 que disminuyen el riesgo de enfermedades coronarias. Como se mencionó anteriormente, la chía contiene muchos componentes con actividad antioxidante, lo cual podría contribuir a prevenir el envejecimiento celular y reducir la acción de radicales libres en el organismo (Fili, 2012).

Tabla 6 Contenido nutricional en 100 g de chía

| Componentes | Cantidad |
|--------------------|-----------------|
| Carbohidratos | 42,12 (gr) |
| Fibra | 34,4 (gr) |
| Grasa | 30,74 (gr) |
| Proteína | 16,54 (gr) |
| Vitamina A | 54 (µg) |
| Vitamina B2 | 0,170 (mg) |
| Vitamina C | 1,6 (mg) |
| Vitamina E | 0,50 (mg) |
| Calcio | 631 (mg) |
| Hierro | 7,72 (mg) |
| Magnesio | 335 (mg) |
| Fosforo | 860 (mg) |
| Potasio | 407 (mg) |
| Sodio | 16 (mg) |
| Zinc | 4,58 (mg) |

Fuente: (León Segovia, 2016)

3.1. OBJETIVOS

3.1.1. Objetivos generales

- Desarrollar una premezcla a base de matrices alimentarias andinas (chocho, chía, quinua, zanahoria blanca, oca, mashua) como suplemento alimenticio.

3.1.2. Objetivos específicos

- Analizar la capacidad de retención de solventes y solubilidad de diferentes mezclas de las matrices.
- Determinar la mejor mezcla en base a la capacidad de retención de solventes y composición nutricional bibliográfica.
- Realizar el análisis proximal de la mejor mezcla.

4.1. HIPOTESIS

4.1.1 Hipótesis nula H_0

H_0 : El desarrollo de la premezcla a base de matrices alimentarias andinas (chocho, chía, quinua, zanahoria blanca, oca, mashua) a distintas concentraciones no influyen en el volumen de sedimentación.

4.1.2. Hipótesis alternativa H_1

H_1 : El desarrollo de la premezcla a base de matrices alimentarias andinas (chocho, chía, quinua, zanahoria blanca, oca, mashua) a distintas concentraciones influyen en el volumen de sedimentación.

5.1. SEÑALAMIENTO DE LAS VARIABLES

5.1.1. Variable Independiente

- Premezcla de cultivos andinos (chocho, chíá, quinua, zanahoria blanca, oca, mashua)

5.1.2. Variable Dependiente

- Capacidad de retención de agua
- Solubilidad de la premezcla
- Análisis proximal

CAPÍTULO II

MATERIALES Y MÉTODO

2.1. MATERIALES

2.1.1. Materia prima

- Chocho
- Quinoa
- Chía
- Oca
- Zanahoria blanca
- Mashua

2.1.2. Equipos y reactivos

Equipos

- Secador de bandejas
- Molino Eléctrico
- Condensador de reflujo
- Tamizador
- Balanza
- Plancha de agitación
- Termómetro
- Ollas
- Tubérculos andinos
- Granos

Reactivos

- Agua destilada
- Alcohol isopropílico
- Azul de bromofenol
- Ácido Láctico
- Sacarosa
- Carbonato de sodio

2.2. MÉTODOS

2.2.1 Extracción de las harinas de los tubérculos

Las materias primas empleadas para la extracción de harinas de los tubérculos se obtuvieron en el mercado mayorista de la ciudad de Latacunga provincia de Cotopaxi. Posteriormente se eliminaron todos los residuos extraños que se encontraban en los tubérculos frescos.

Para luego pasar por un proceso de lavado con abundante agua con el fin de eliminar la tierra o residuos pequeños adheridos a la cáscara. Después se realizó un troceado de la materia prima procurando conseguir un grosor aproximadamente de 0,5 cm. A continuación se coció la materia prima a una temperatura de 70°C durante 5 minutos y se la tamizo mediante un tamiz con un diámetro de poro de 50 mm para eliminar toda el agua que se encuentra en los tubérculos. Consecutivamente se ejecutó un secado para lo cual se utilizó un secador de bandejas (GANDER MTN) operado a una temperatura de 65°C por 24 horas. Transcurrido este tiempo se redujo el tamaño de partículas mediante el uso de un molino de triturador de café (DAEWOO, modelo DCG -362) y finalmente se almaceno en fundas con cierre hermético (ZIPLOC ®) de acuerdo a las cantidades requeridas por la formulación.

2.2.2. Extracción de las harinas de los granos

Para realizar la extracción de la harina de los granos, la materia prima que se utilizó fue comprada en el Mercado Mayorista de la ciudad de Ambato. Posteriormente, de esta se eliminó todos los residuos extraños que se encuentran en los granos como piedras y basura, y se la colocó en secador de bandejas (GANDER MTN) por 24 horas a 65°C. La reducción del tamaño de partículas de los granos se realizó mediante un molino eléctrico de trituradora de café (DAEWOO, modelo DCG-362) y la harina resultante se homogenizó mediante el uso de un tamiz con un tamaño de poro 50 mm de diámetro. Finalmente la harina se almacenaron en fundas de cierre hermético (ZIPLOC ®), agregando las cantidades necesarias para la formulación.

2.2.3. Análisis químico proximal

2.2.3.1. Determinación de humedad

La determinación de humedad se realizó conforme a la norma (NTE INEN ISO 5537, 2014). Para ello, se pesaron 3g de muestra de las premezclas en una cápsula vacía y tarada y se secó la muestra en estufa a 105 °C durante 24 h hasta alcanzar un peso constante. A continuación, se enfrió la muestra en un desecador para finalmente determinar el peso seco de la muestra mediante una balanza analítica (MATTTLER TOLEDO AX 205 modelo Delta Range). Cada medición se efectuó por duplicado. El contenido de materia seca y humedad se calculó mediante las siguientes ecuaciones:

$$\%materia\ seca = \frac{(m3 - m1)}{(m2 - m1)} \times 100$$

Ecuación 1

Donde:

m1= peso de la cápsula (g)

m2= peso de la muestra + cápsula (g)

m3= peso de la muestra seca + cápsula (g)

$$\%humedad = 100 - \%materia\ seca$$

Ecuación 2

2.2.3.2. Proteína cruda

Para la determinación de la proteína se empleó el método Kjeldahl para Nitrógeno Total y Proteína (método AOAC 2001.11, 2016) 3 g de muestra se pesaron y se añadieron dos tabletas de Kjeldahl y 15 ml de H₂SO₄. La muestra se llevó a ebullición por 1 hora hasta observar un cambio de color de marrón a verde esmeralda. Posteriormente, la muestra se enfrió, se adiciono 70 ml de agua destilada y 50 ml de NaOH 40% (p/v). A continuación la muestra se introdujo en el destilador de proteína Vapodest Gerhardt (TT625, España) junto con 30 ml de H₃BO₃ 1N. La muestra se filtró y tituló con HCl 0,1 M hasta observar un cambio de color a rosa. El contenido de proteína se calculó mediante la siguiente ecuación:

$$kjeldahl\ nitrógeno\ \% = \frac{(V_S \times V_B) \times M \times 14,01}{W \times 10}$$

Ecuación 3

$$proteína\ cruda\ \% = kjeldahl\ N \times F$$

Ecuación 4

Donde:

VS= volumen (ml) de ácido estandarizado usado para valorar una prueba

VB= volumen (ml) de ácido estandarizado usado para valorar el blanco de reactivo

M= molaridad de HCl estándar

14,01= peso atómico de N;

W= peso (g) de la porción o estándar de prueba;

10= factor para convertir mg / g en porcentaje;

F= factor para convertir N en proteína 6,25

2.2.3.3.Extracto etéreo

La determinación de la grasa bruta se realizó por el método AOAC 2003.06, 2016. Para ello se pesaron 5 g de la premezcla previamente deshidratada en un capuchón, luego se tapó la parte superior del capuchón con algodón y se lo conectó a un extractor de grasa (SER 148 Velp® Scientific). Posteriormente, a este se agregaron 90 ml de éter dietílico y se realizó una extracción por ebullición y lavado durante 4 horas. Finalmente, se recuperó el disolvente y se determinó la cantidad de grasas presente. Los ensayos se realizaron por duplicado y los resultados se obtuvieron aplicando la siguiente ecuación:

$$\%grasa\ cruda = \frac{m_2 - m_1}{m} \times 100$$

Ecuación 5

Donde:

m= peso de la muestra

m1= peso del vaso

m2= peso vaso con grasa

2.2.3.4.Fibra dietética

La fibra dietética total se determinó por el método enzimático – gravimétrico de acuerdo a la norma AOAC 985.29, 2016. Se pesó por duplicado 1 g de la muestra y se colocó en un vaso de precipitación al cual se añadieron 50 ml de tampón fosfato pH 6,0. A esta suspensión se adicionó 0,1 ml de una solución de α -amilasa.

A continuación la muestra se incubo en baño maría a una temperatura entre 95 – 100°C (ebullición) por 15 minutos con agitación continua. Se ajustó el pH de la suspensión a $7,5 \pm 0,2$ con aproximadamente 10 ml NaOH 0,275 N. Se le añadió 5 mg de proteasa y se incubará por 30 minutos a 60°C con agitación continua. Posteriormente se deja enfriar la muestra a temperatura ambiente y se añadió 10 ml de HCl 0,325 N para conseguir un pH 4,0 – 4,6. En este punto se adicionó 0,3 ml amiloglucosidasa y se incubó por 30 minutos a 60°C con agitación continua. Finalmente se adicionó a la muestra 280 ml de etanol al 95% precalentado a 60°C.

La muestra se dejó precipitar por 60 minutos, y se lavó en crisol con Celite ® y etanol al 78%, aplicando succión. El residuo se lavó el residuo sucesivamente con tres porciones de 20 ml de etanol al 78%, dos porciones de 10 ml de etanol al 95% y dos porciones de 10 ml de acetona. El tiempo de filtración y lavado vario entre 1 a 6 horas con un promedio de 1 ½ hora por muestra.

El crisol contenido el residuo se secó durante la noche en estufa (Lab Incubator Model: IN-0,10) a 70°C. Una vez transcurrido ese tiempo, la muestra se dejó enfriar y se registró su peso. El residuo obtenido en la muestra duplicado se llevó a 525°C durante 5 horas, se enfrió y se registró su peso para determinar el contenido de cenizas. Finalmente se analizó proteínas usando N x 6,25 como factor de conversión en el residuo de una de las muestras de los duplicados.

Efectuar la determinación del blanco mediante la siguiente ecuación

$$B = \text{blanco, mg} = \text{masa del residuo} - P_b - C_b$$

Ecuación 6

Donde:

Masa del residuo= promedio de masa del residuo (mg) para la determinación del blanco.

PB y CB= masa (mg) de proteína y cenizas, respectivamente en los residuos de los blancos.

El cálculo del porcentaje de fibra dietética total se determina mediante la siguiente ecuación.

$$\%FDT = \frac{(m1 - P - C - B)}{M} \times 100$$

Ecuación 7

2.2.3.5. Cenizas

Para la determinación de cenizas se aplicó la norma **NTE INEN 520 (INEN 1981)**, se colocó los crisoles vacíos en una mufla durante 1 hora a 550°C luego se dejó en el desecador hasta que obtenga un peso constante y se registró el valor, se adiciono tres gramos de muestra en cada crisol, se tomó el peso después se volvió a colocar los crisoles en la mufla a 550°C durante 8 horas. Finalmente se dejó enfriar y se registró el peso. A continuación se realizó el cálculo mediante la siguiente ecuación:

$$\% \text{ Cenizas} = \frac{C_3 - C_1}{C_2 - C_1}$$

Ecuación 8

Donde:

C₁= Peso del crisol vacío (g)

C₂= Peso del crisol + muestra (g)

C₃= Peso de crisol + cenizas (g)

2.2.3.6. Carbohidratos

Para la determinación del contenido de carbohidratos fue calculada por diferencia, mediante la siguiente ecuación:

$$\begin{aligned} \text{Carbohidratos} = 100\% - (\%grasa + \%humedad + \%proteína \\ + \%fibra + \%cenizas \end{aligned}$$

Ecuación 9

2.2.4. Prueba de sedimentación

Para la determinación de sedimentación se pesó 3,20 g de la formulación y se transfirió a una probeta graduada de vidrio, inmediatamente se añadió 50 ml de agua destilada que contuvo 4 mg por litro de azul de bromofenol y se tapó, se mezcló la harina y el agua con movimientos horizontales (este movimiento se debe de realizar 20 veces en un tiempo de 5 segundos). Luego se recogió la suspensión que se adhiere a las paredes de la probeta durante el mezclado y se dejó reposar por 1 minuto con 30 segundos para luego añadir 25 ml de una solución de ácido láctico (2,78 N) que se dejó en digestión por 48 horas con alcohol isopropílico. Esta mezcla se homogenizó inmediatamente como se describió anteriormente por tres ocasiones, con dos periodos de agitación de 30 segundo y uno de 15 minutos, y pausas de 1 minuto con 45 segundos, 1 minuto 30 segundos y 5 minutos, respectivamente, donde se dejó reposar la probeta en posición vertical sobre una superficie estable.

2.2.5. Capacidad de retención de solventes

Para la determinación de la capacidad de retención de solventes se pesó 5 g de la formulación, posteriormente se colocó 25 g de agua destilada, 25 g de sacarosa al 50%, 25 g de Carbonato de sodio al 5% y 25 g de ácido láctico al 5%. Posteriormente se agitó por cinco segundos y luego se centrifugo por 15 minutos a una velocidad de 1000 rpm. Finalmente se descartó el sobrenadante, se escurrió a 90°C por 10 segundos y se pesó el precipitado.

2.2.6. Diseño experimental

En el presente trabajo se utilizó un diseño de un solo factor completamente aleatorizado aplicando los resultados obtenidos en la prueba de sedimentación. El análisis de varianza para el diseño se realizó empleando el paquete estadístico STATGRAPHICS Centurion. Adicionalmente se aplicó un análisis de significancia mediante la prueba de Tukey.

CAPÍTULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el presente trabajo de investigación se realizaron 5 formulaciones a base de productos autóctonos de la sierra ecuatoriana con alto valor nutricional y consumo local, de los cuales 3 fueron tubérculos andinos (zanahoria blanca, mashua y oca) y 3 fueron granos o semillas andinas (chocho, quinua y chía). Para ello se procesó y se redujo el tamaño de partículas de las materias primas hasta homogeneidad (tamaño de partícula < 50 μ m de diámetro). Al realizar la premezcla de cada formulación se utilizaron distintas proporciones de cada una de las harinas obtenidas a partir de las materias primas, tal como se detalla en la Tabla 7. Para la formulación de cada premezcla se tomó en cuenta la tabla nutricional.

Tabla 7 Formulaciones de las premezclas elaborados a partir de harinas de tubérculos y granos andinos.

| Harina | Formulación (g) | | | | |
|------------------|-----------------|----|----|----|----|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Chocho | 25 | 50 | 40 | 20 | 20 |
| Zanahoria Blanca | 15 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| Mashua | 15 | 5 | 5 | 5 | 10 |
| Oca | 15 | 15 | 5 | 15 | 40 |
| Quinua | 15 | 20 | 40 | 50 | 20 |
| Chía | 15 | 5 | 5 | 5 | 5 |

Previo a la preparación de la premezcla se realizaron distintas pruebas de solubilidad para cada una de las harinas obtenidas a partir de las materias primas. Para ello se obtuvo la harina tanto de los tubérculos frescos, así como de los tubérculos después de haber sido sometidos a un proceso de cocción se pudo identificar que la harina obtenida de los tubérculos frescos (cocción) tuvo menor solubilidad y presentó una mayor y rápida absorción de humedad. En contraste, la harina obtenida a partir de los tubérculos que fueron sometidos a un proceso de cocción presentó una excelente solubilidad con un bajo índice de absorción de humedad. Estos resultados preliminares permitieron concluir que la cocción de los tubérculos es necesario para facilitar la solubilidad de las premezclas y alargar su vida útil.

En el caso de los granos el único que fue sometido a un proceso de cocción fue el chocho. Los análisis preliminares de la harina obtenida del chocho (cocido), chía y la quinua demostraron que estas tienen una alta solubilidad, sin evidenciarse presencia de grumos. De esta forma se estableció el protocolo base para la generación de las harinas a partir de los tubérculos y granos andinos y se procedió a la formulación de las premezclas (harina de tubérculos y harina de granos), a las cuales se les aplicó distintos análisis como: pruebas de sedimentación, capacidad de retención de solventes y análisis proximal.

3.1. Prueba de sedimentación

Un parámetro que se encuentra asociado con la calidad de la premezcla es la capacidad de sedimentación que esta posee, ya que la sedimentación determina la capacidad de hidratación y expansión que tienen los elementos de la premezcla alimentaria y la consiguiente precipitación de la fórmula. Por lo tanto, este análisis se fundamenta en medir la cantidad de partículas de la premezcla que sedimentan debido a su hidratación.

Tabla 8 Volumen de sedimentación de las premezclas elaborados a partir de harinas de tubérculos y granos andinos.

| Tratamientos | Réplica 1 (g) | Réplica 2 (g) | Promedio ±Desviación estándar |
|---------------------|--------------------------|--------------------------|--|
| Formulación 1 | 29,70 | 30,80 | 30,25±0,605 |
| Formulación 2 | 17,10 | 15,96 | 16,53±0,649 |
| Formulación 3 | 14,98 | 14,98 | 14,98±0 |
| Formulación 4 | 13,65 | 13,65 | 13,65±0 |
| Formulación 5 | 15,40 | 15,40 | 15,40±0 |

En la tabla 8 se puede observar los resultados obtenidos con respecto al índice de sedimentación de cada premezcla. El análisis de varianza efectuado sobre los resultados (Tabla 9) sugirió que existen diferencias significativas entre las formulaciones para la variable volumen de sedimentación, con un nivel de confianza del 95% estos resultados se debe a que la suspensión se vuelve viscosa esto depende del porcentaje de materia prima que contiene cada una de las formulaciones.

Tabla 9 Análisis de varianza para el volumen de sedimentación

| Fuente | Suma de Cuadrados | Gl | Cuadrado Medio | Razón-F | Valor-P |
|---------------------|-------------------|----|----------------|---------|---------|
| Efectos principales | | | | | |
| A:Formulaciones | 373,79 | 4 | 93,4475 | 297,93 | 0,0000 |
| B:Réplicas | 0,00016 | 1 | 0,00016 | 0,00 | 0,9831 |
| Residuos | 1,25464 | 4 | 0,31366 | | |
| Total (corregido) | 375,045 | 9 | | | |

La prueba de Tukey (Tabla 10), indico que los tratamientos con menor volumen de sedimentación fueron las formulaciones 3, 4 y 5 siendo la formulación 4 la que menor volumen de sedimentación presento (13,65 g), seguida por la formulación 3 (14,98 g) y finalmente la 5 (15,4 g). Es importante resaltar que la formulación 4 tiene como componentes principales la harina de quinua (50%), chocho (20%) y oca (15%) de las cuales las dos primeras mostraron excelente solubilidad durante las pruebas preliminares. De forma similar, en las formulaciones 3 y 5 las harinas de estos tres productos andinos fueron predominante. Un bajo volumen de sedimentación se interpreta como una premezcla de alta calidad. Por otro lado, el tratamiento con mayor volumen de sedimentación fue la formulación 1 (30,25 g), la cual cuenta con un 25% de harina de chocho y un 15% de cada una de las otras matrices alimentarias ensayadas.

Tabla 10 Prueba de tukey para el volumen de sedimentación

| Formulación | Casos | Media LS | Sigma LS | Grupos Homogéneos |
|---------------|-------|----------|----------|-------------------|
| Formulación 4 | 2 | 13,65 | 0,396018 | A |
| Formulación 3 | 2 | 14,98 | 0,396018 | AB |
| Formulación 5 | 2 | 15,4 | 0,396018 | AB |
| Formulación 2 | 2 | 16,53 | 0,396018 | B |
| Formulación 1 | 2 | 30,25 | 0,396018 | C |

Los resultados obtenidos de harina de zanahoria blanca, mashua y chía reducen la calidad de la premezcla al incrementar el índice de sedimentación de la misma. Este es el caso de la formulación 1, que posee mayor contenido de harina de estas tres materias primas (15% cada una) en comparación con las otras formulaciones. Una posible explicación para este resultado es el probable efecto negativo el proceso de molienda sobre el almidón y las proteínas de las harinas de zanahoria blanca, mashua y chía (Cardoso, Ascheri, & Carvalho, 2014). Se conoce que la ruptura del almidón

y la desnaturalización de las proteínas ejercen un efecto negativo sobre el índice de sedimentación de una premezcla ya que bajo estas circunstancias estas moléculas absorben una mayor cantidad de agua, precipitan y generan un mayor volumen de sedimentación (Cagnasso et al., 2014).

3.2.Capacidad de Retención de Solventes

La capacidad de absorción de solventes de una premezcla es un factor importante para la formulación de un producto alimenticio ya que afectara la calidad del mismo. Los factores que afectan la capacidad de retención de solventes son: la molienda, la presencia de almidón dañado y la presencia de fibra.

La capacidad de retención de solventes llamada también tasa de hidratación está determinada por la cantidad de proteínas insolubles (gliadina y glutenina) cuanto mayor sea el contenido de este tipo de proteínas en la premezcla mayor será su capacidad de absorción de agua (Veraverbeke & Delcour, 2002).

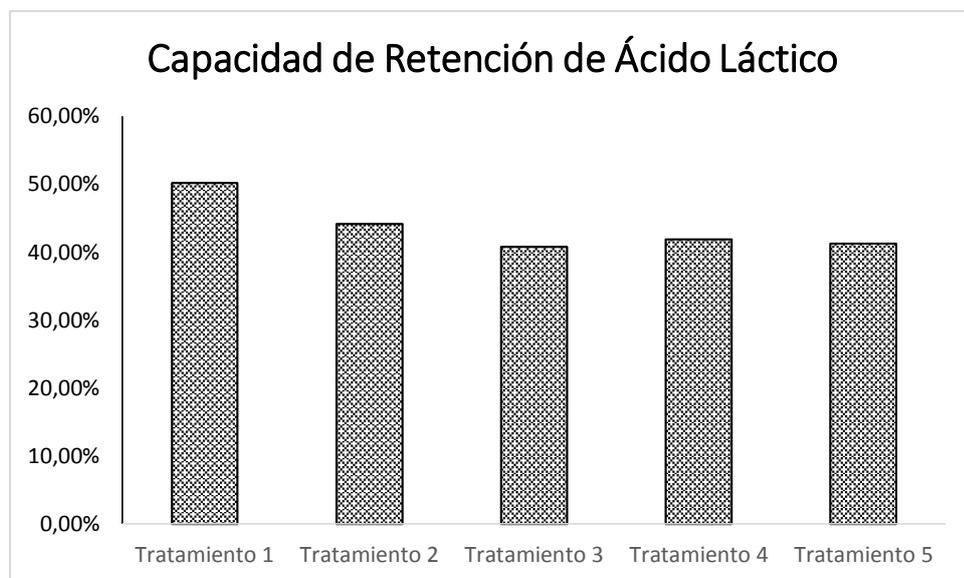
Tabla 11 Capacidad de Retención de Ácido Láctico de las premezclas elaboradas a partir de harinas de tubérculos y granos andinos.

| Muestras | Réplica 1 (%) | Réplica 2 (%) | Promedio (%) |
|---------------|---------------|---------------|--------------|
| Formulación 1 | 50,20 | 50,16 | 50,18 |
| Formulación 2 | 44,72 | 43,50 | 44,11 |
| Formulación 3 | 41,24 | 40,26 | 40,75 |
| Formulación 4 | 41,12 | 42,59 | 41,86 |
| Formulación 5 | 40,96 | 41,56 | 41,26 |

La capacidad de retención de ácido láctico para las 5 formulaciones fue entre 40,75% para la formulación 3 (mejor tratamiento) y 50,18% para la formulación 1 (Tabla 11). Por otra parte la capacidad de retención de ácido láctico (CRAL) está asociada a la formación de una red de glutenina y a la fuerza de gluten de la harina, debido a pH 7 favorece a la formación de un entramado de polímeros de gluten relativos a los polisacáridos (Veraverbeke & Delcour, 2002). Las harinas de quinua, zanahoria blanca, chocho, mashua, oca y chía son productos libres de gluten la CRAL observada (Tabla 11) podría relacionarse a la capacidad de las proteínas presentes en estas materias primas para desarrollar una red tridimensional de similares características a

las formadas en productos que contienen gluten. La premezcla con menor CRAL fue la formulación 3 con (40,75). Según **Cerda et al., (2017)** la CRAL para la harina de trigo es de 117,7%, mientras que para la harina de quinua, cebada, maíz y papa obtuvieron valores entre 70 – 90%, que indican que estas harinas son aptas para la elaboración de pan y galletas. Las premezclas elaboradas en el presente trabajo de investigación presentan valores de CRAL muy bajos, lo cual significa que las proteínas pueden absorber el ácido láctico por lo tanto las proteínas presentes no desarrollaría la capacidad de formar una red.

Gráfico 1 Cuadro comparativo sobre la capacidad de retención de ácido láctico



Fuente: Laboratorio de la Facultad de Ciencias E Ingeniería en Alimentos y Biotecnología (UODIDE)

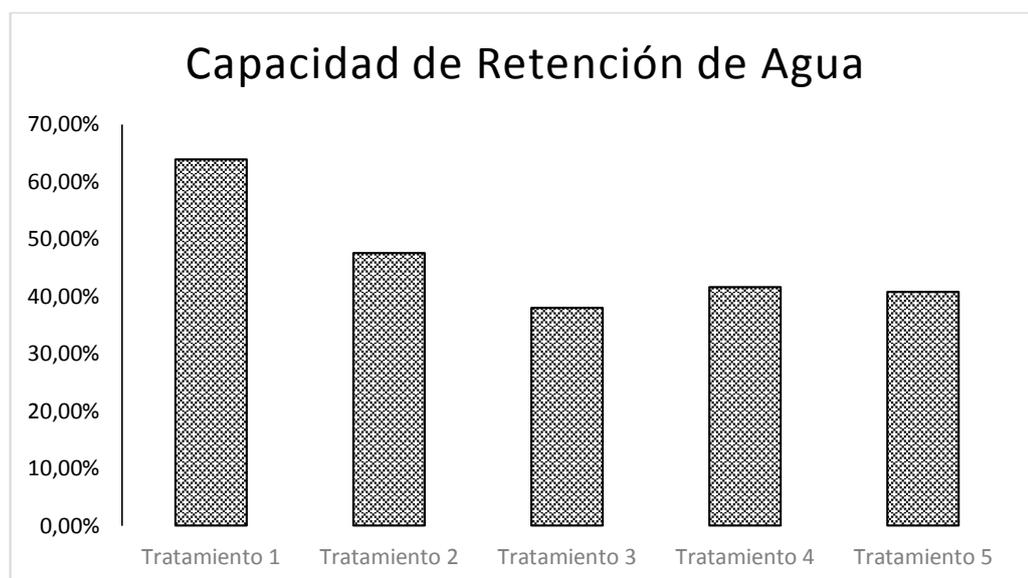
En el Gráfico 1 se observó que la formulación 3 (40,75) tiene un menor valor a diferencia de la formulación 1 (50,00) esto se debe a que existe una gran diferencia de porcentajes de materia prima y con estos resultados se puede verificar con la volumen de sedimentación (Tabla 8) la absorción no se debe a la presencia de proteínas de gluten si no a la presencia de otros tipos de proteínas asociadas a estas matrices alimentarias.

Tabla 12 Capacidad de Retención de Agua de las premezclas elaboradas a partir de las harinas de tubérculos y granos andinos.

| Muestras | Réplica 1 (%) | Réplica 2 (%) | Promedio (%) |
|-----------------|----------------------|----------------------|---------------------|
| Tratamiento 1 | 63,12 | 64,64 | 63,88 |
| Tratamiento 2 | 46,87 | 48,16 | 47,52 |
| Tratamiento 3 | 38,20 | 37,80 | 38,00 |
| Tratamiento 4 | 41,28 | 41,92 | 41,60 |
| Tratamiento 5 | 40,89 | 40,56 | 40,73 |

Según **Badui (2006)** al reducir la actividad de agua durante el proceso de secado, se concentran los antioxidantes y se protegen los carotenoides, al ser insolubles en agua, estos no se pierden por lixiviación. Los carotenoides se utilizan en variedades de productos alimenticios a base de agua como son: sopas, pastas, repostería y panadería. Según **Kaptsó et al. (2008)** la retención de agua por las proteínas, los grupos amino polares de las moléculas proteicas son los sitios primarios de interacción de la proteína con el agua. Los sitios catiónicos, aniónicos, y no aniónicos unen distintas cantidades de agua. En la Tabla 12 se encuentra el detalle de la capacidad de retención de agua en la Formulación 1 (63,88) tiene un valor muy elevado debido a las proteínas son las responsables del incremento o reducción en la capacidad de retención de agua en alimentos, las proteínas son capaces de retener agua sin disolverse, debido a la escasa cantidad de agua proporcionando propiedades como son la consistencia, adhesión y viscosidad **Aguilera (2009)**. En cambio en la formulación 3 (38,00) la capacidad de retención de agua fue baja debido que en esta formulación contiene un porcentaje menor de harina de oca, esta harina tiene mayor porcentaje de amilopectina que es la responsable de la capacidad de retención de agua, la amilopectina posee un elevado poder de retención de agua.

Gráfico 2 Cuadro comparativo sobre la capacidad de retención de agua



Fuente: Laboratorio de la Facultad de Ciencias E Ingeniería en Alimentos y Biotecnología (UODIDE)

En cuanto al porcentaje de capacidad de retención de agua como se puede visualizar en el Gráfico 2 con respecto a la Tabla 12 todas las formulaciones tienen una buena capacidad de retención de agua a diferencia de la formulación 1 (63,88) que tiene un valor muy elevado, en la formulación 3 (38,00), formulación 5 (40,73), formulación 4 (41,60) y formulación 2 (47,52) se puede observar claramente que están en un rango casi iguales por lo que estas premezclas pueden ser aptas para ser un suplemento o como también para la elaboración de pan y galletas.

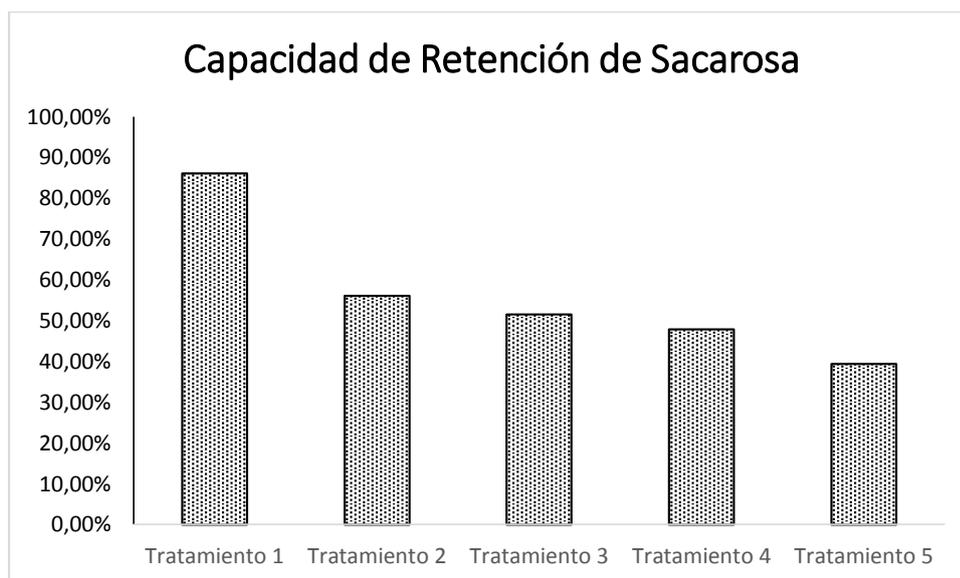
Tabla 13 Capacidad de Retención de Sacarosa de las premezclas elaboradas a partir de harinas de tubérculos y granos andinos.

| Muestras | Réplica 1 (%) | Réplica 2 (%) | Promedio (%) |
|---------------|---------------|---------------|--------------|
| Formulación 1 | 85,85 | 86,28 | 86,07 |
| Formulación 2 | 55,38 | 56,72 | 56,05 |
| Formulación 3 | 51,95 | 51,08 | 51,52 |
| Formulación 4 | 47,46 | 48,36 | 47,91 |
| Formulación 5 | 39,12 | 39,60 | 39,36 |

Doperto (2014) menciona que la capacidad de retención de sacarosa (CRSA) se le asocia con el contenido de pentosanos que son soluble en agua y se cuantifica como fibra soluble. Sin embargo estudios realizados por **Cerda et al. (2017)** en la CRSA en

harina de quinua posee un valor de 146.1% y en harina de cebada 135,3% estos valores varían con los valores obtenidos en el presente estudio (Tabla 13) motivo por la cual son mezclas de diferentes matrices alimentarias y no son estudios basados en una sola matriz, es decir fue afectado por los pentosanos que contiene fibra soluble por lo tanto proporciona un beneficio para la salud por ende es apto para ser un suplemento alimenticio, teniendo en cuenta que con un valor inferior de CRSA al 96% pueden ser utilizados en la elaboración de pan y de otros productos.

Gráfico 3 Cuadro comparativo sobre la capacidad de retención de sacarosa



Fuente: Laboratorio de la Facultad de Ciencias E Ingeniería en Alimentos y Biotecnología (OUIDIDE)

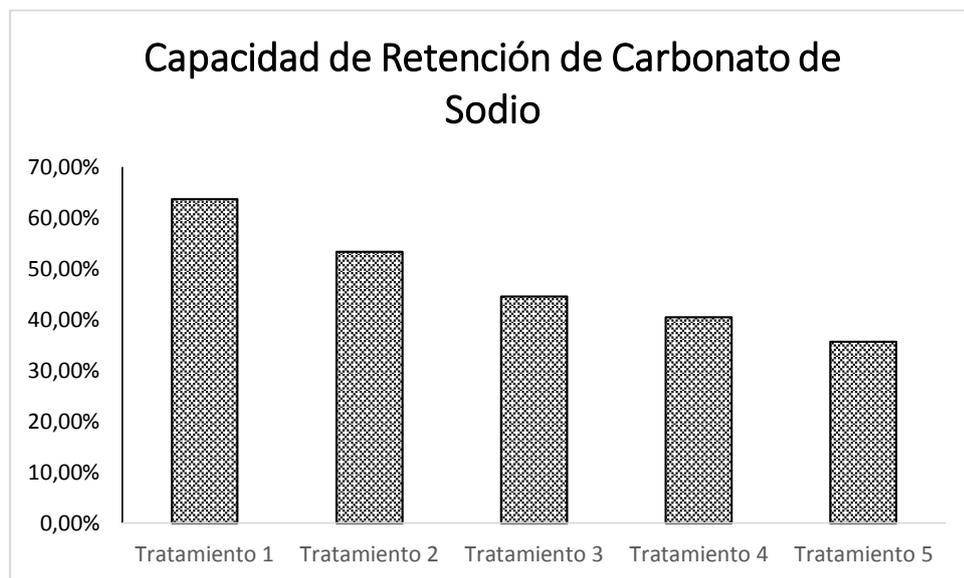
En el gráfico 3 se observa que la formulación que tuvo menor capacidad de retención de sacarosa es la 5 esto significa que tiene pentosanos pero en menor cantidad.

Tabla 14 Capacidad de Retención de Carbonato de Sodio de las premezclas elaboradas a partir de harinas de tubérculos y granos andinos.

| Muestras | Réplica 1 (%) | Réplica 2 (%) | Promedio (%) |
|---------------|---------------|---------------|--------------|
| Tratamiento 1 | 64,88 | 62,45 | 63,67 |
| Tratamiento 2 | 53,80 | 52,89 | 53,35 |
| Tratamiento 3 | 45,68 | 43,43 | 44,56 |
| Tratamiento 4 | 40,80 | 40,20 | 40,50 |
| Tratamiento 5 | 35,40 | 35,87 | 35,64 |

La capacidad de retención de carbonato de sodio se relaciona con el contenido de almidón dañado, porque la solución de carbonato de sodio al 5% eleva el pH por encima de 11, los grupos de hidroxilo del almidón empiezan a ionizarse y al mismo tiempo se carga negativamente (Gaines, 2000; Duyvejonck y col., 2011; Dini y col., 2013).

Gráfico 4 Cuadro comparativo sobre la capacidad de retención de carbonato de sodio



Fuente: Laboratorio de la Facultad de Ciencias E Ingeniería en Alimentos y Biotecnología (UODIDE)

En el gráfico 4 sobre la capacidad de retención de carbonato de sodio el resultado va de forma descendente, están asociados con el contenido de pentosanos, gliadinas y con el nivel de almidón dañado (Rodríguez de Marco, 2016). Los valores altos sobre la capacidad de retención de carbonato de sodio es la consecuencia de la amilopeptina liberada del almidón dañado que se relaciona con la viscosidad (Calvopiña & Josselyn, 2018). Teniendo en cuenta que los valores obtenidos son bajos por ende es apto para un suplemento y para elaborar otros tipos de productos como pan, pasta y galletas.

Las proteínas tienen propiedades funcionales debido a sus grupos ionizables, los aminoácidos son capaces de desdoblarse una carga positiva o negativa en el medio de pH que se encuentren. (Cerdeja Mejia, 2010). Las proteínas albumina y globulina no son formadoras de gluten y representan del 20 – 25% del contenido son manoméricas,

metabólicamente activas y estructurales siendo la mayoría enzimas estas proteínas poseen un buen balance de aminoácidos porque contienen cantidades altas en lisina, metionina y triptófano como es el caso de la quinua y la chía, por lo que la premezcla es libre de gluten.

3.3. Análisis proximal

3.3.1. Humedad de las matrices

Los valores de humedad presente en la Tabla 15 para la formulación 1 tienen un valor de 8,51%, en la formulación 2 (5,16), formulación 3 (9,09), formulación 4 (9,68) y formulación 5 (8,74) se obtiene estos valores porque son las mezclas de harinas de diferentes tubérculos y granos andinos (oca, mashua, zanahoria blanca, quinua, chia y chocho) los valores se encuentran dentro de los límites de calidad. Por tal motivo se realiza un análisis de porcentaje de humedad de cada uno de las materias primas utilizadas para la premezcla, un estudio realizado por **Cárdenas Hidalgo (2016)** obtiene un valor de humedad en harina de chía de 5,71% . Por otro lado la humedad de la harina de quinua en investigaciones realizada por **Ortega Rojas and Bravo Rodriguez (2017)** tiene un valor de 11,67% como también **Arista Muñoz and Ramírez Milla (2018)** señala una humedad de 7,15% es un valor inferior a 13,5% de humedad que es el valor máximo de porcentaje permitido por N.T.P.205.062:2009. Con respecto a valores de harinas.

Tabla 15 Humedad de las formulaciones

| Tratamientos | Humedad % |
|---------------------|------------------|
| Formulación 1 | 8,51 |
| Formulación 2 | 5,16 |
| Formulación 3 | 9,09 |
| Formulación 4 | 9,68 |
| Formulación 5 | 8,74 |

Cajamarca (2010) en investigaciones realizadas obtuvo un valor en la harina de oca de 15,10% es un valor muy elevado en relación a las premezclas esto se debe a muchos factores como puede ser la variedad, la cosecha, la manipulación de la materia prima, etc. Según **Ponce (2015)** en su investigación obtuvo una humedad de 7,04% en la harina de chocho por otro lado en estudios realizados por **Guerra Ludeña (2014)** la humedad en la harina de la mashua obtiene un valor de 13,80%. En cambio **García,**

de Delahaye Emperatriz, and de Delahaye (2007) la harina de zanahoria blanca el valor de humedad es 9,64%. Estos datos comparativos de cada uno de las materias primas ayudan a verificar la similitud que existe en la premezcla con los porcentajes de humedad obtenidos en el presente estudio que está en un rango de 5% – 9%.

Por otro lado Naranjo Arellano (2013) en suplemento alimenticio a base de quinua y guayaba obtuvo un valor de humedad de 3,80 % en cambio en la premezcla (formulación 5) es de 8,74% teniendo en cuenta es el mejor tratamiento esto se fundamenta en el análisis estadístico. Cabe recalcar que valores de humedad que se encuentran por encima de los valores permitidos facilita el desarrollo de microorganismos y el deterioro del producto es más rápido en cambio valores bajos de humedad extiende la vida útil del producto y por ende tiene una mejor calidad.

3.3.2. Análisis proximal formulación

El análisis proximal se realizó en la mejor premezcla que fue el tratamiento 5 (Tabla 16) la premezcla tiene un valor de 15,20% de proteína según la FAO las proteínas constituyen o forman parte de los tejidos como: músculos, sangre, piel y huesos especialmente en la etapa de crecimiento, además aporta al sistema inmunológico.

Tabla 16 Análisis proximal de la premezcla (tratamiento 5)

| Parámetro | Unidad | Valor |
|-----------------------|---------------|--------------|
| Proteína Kjeldhal | % | 15,20 |
| Extracto etéreo | % | 7,13 |
| Fibra dietética total | % | 18,50 |
| Cenizas | % | 3,64 |
| Carbohidratos | % | 46,79 |

Es importante tener en cuenta que se analiza suplementos que contengan alguna materia prima que se está investigando debido a que no existe ningún suplemento que contenga la mezcla de tubérculos y granos andinos. Según Castro Manosalvas (2015) demostró en su investigación que la mezcla de harinas de cereales, leguminosas y tubérculos aportan un 40% de las necesidades calóricas y un 100% de necesidades proteicas de niños de 1 a 3 años.

Según **Tisalema (2014)** en estudios realizado en suplemento alimenticio a base de harina de oca, leche en polvo y stevia para niños en el análisis proximal obtenido fueron los siguientes: 0,372% de cenizas, 0,674% de fibra dietética, proteína 1,71% carbohidratos 12,1% y humedad de 84,7%.

Por otro lado suplementos que se encuentran en el mercado reconocidos como *Vitafos* con sabor a vainilla para niños de 1 a 10 años los valores de la tabla nutricional son: proteína 10,9/100 g, hidratos de carbono 63/100 g, fibra dietética 2,6/100 g y grasa 18,8/100 g. En cambio en el suplemento Pediasure con sabor a fresa para niños de 1 a 5 años para 100 g los valores nutricionales son: en proteína 13,87, cenizas 3,10, grasa 18,19, carbohidratos 61,3.

Entonces la premezcla del presente estudio es indicado para compensar la mala alimentación en un infante porque en proteína tiene un valor de 15,20% y al diseñar un soporte nutricional debe combinarse correctamente aportes energéticos y proteicos, es necesario saber que al consumir un gramo de proteínas aporta 4 kcal. La cantidad de proteína que debe de suministrar un niño según la OMS y el Comité de Nutrición de la Academia Americana de Medicina (Food and Nutrition Board) de 2 a 5 años es de 14,5 y 16 gramos por día por lo tanto la premezcla es apto para el consumo y desarrollo adecuado de un niño.

En cambio el valor de fibra dietética total es de 18,50% y el valor recomendado en niños de 2 a 5 años es de 10 a 15% por lo que sí existe un exceso de fibra no es perjudicial porque existe dos tipos de fibra que son solubles que ayuda a bajar el colesterol y mejora el azúcar en la sangre y la fibra insoluble ayuda a prevenir el estreñimiento por otro lado el porcentaje de carbohidratos es de 46,79% y lo recomendado es de 130 g al día y debe alcanzar de 50 – 60% de calorías totales con el fin de alcanzar los niveles adecuados de glucosa en la sangre.

Por lo tanto este suplemento por sus características nutricionales que posee es una alternativa de consumo en la etapa y desarrollo de los niños y además puede ser un complemento a una alimentación balanceada por los valores elevados de nutrientes y el contenido de omega 3 y 6 además aporta con minerales esenciales que beneficiara al infante además de ser un producto libre de conservantes y de gluten es una premezcla natural que cumplen con los requerimientos alimenticios necesarios para un niño.

3.4. Verificación de la hipótesis

De acuerdo con los resultados obtenidos se acepta la hipótesis alternativa puesto que si se aumentan las concentraciones de la premezcla esto influye en el aumento del volumen de sedimentación por existe el aumento de moléculas de las distintas harinas que se utiliza en el estudio.

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- El suplemento cumple con características nutricionales que requiere un niño de 1 a 3 años ya que el consumo de 100 g aportaría 15,20% proteína, 7,13% grasa, 18,50 fibra dietética, 3,64% cenizas y 46,79% de carbohidratos análisis que se realizó en la mejor formulación (formulación 5).
- En el análisis de capacidad de retención de solventes las formulaciones que tuvieron elevado valor de sedimentos fue la formulación uno y dos lo que significa que son aptos para la elaboración de pan, pastas, etc. en cambio en la formulación 3, 4 y 5 los valores fueron bajos estas matrices son aptas como suplemento alimenticio.
- En el análisis de solubilidad se realizó a 50°C donde se identificó que la harina de oca, chocho, zanahoria blanca, quinua y mashua se disolvieron fácilmente a diferencia de la chía que su solubilidad es lenta pero eso no afecta a la premezcla al contrario aporta nutrientes como omega 3 y 6.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda realizar más estudios con productos autóctonos de la región ya que son infrautilizados, teniendo en cuenta que tiene un elevado valor nutricional y de esa manera fomentaremos el consumo
- Plantear varias presentaciones como pan, galletas, etc. utilizando como materia prima a tubérculos y granos andinos que podría ser una alternativa para el consumo de niños preescolares y así evitar enfermedades o desnutrición en niños a temprana edad.
- Proponer este producto como una opción para una buena alimentación en niños y el consumo a nivel escolar ya que las materias primas utilizadas son propias de Ecuador y por falta de información desconocemos el valor nutricional que cada uno de ellos posee por ende los beneficios que ofrecen al ser consumidos.

BIBLIOGRAFÍA

- Aguilera, G. (2009). Harinas de leguminosas deshidratadas: Caracterización nutricional y valoración de sus propiedades tecnofuncionales. Tesis Doctoral
- Álvarez, Z., & Tusa, E. (2009). *Elaboración de pan dulce precocido enriquecido con harina de quinua (Chenopodium Quinoa W.)*. Tesis de grado para optar por el título de Ingeniero Agroindustrial
- Allauca, V. (2005). Desarrollo de la Tecnología de Elaboración de Chocho (Lupinus mutabilis Sweet) Germinado Fresco, para aumentar el valor nutritivo del grano. *Bioquímica y Farmacia*.
- ARCSA. (2016). [NORMATIVA-SANITARIA-PARA-CONTROL-DE-SUPLEMENTOS-ALIMENTICIOS.pdf](#)>.
- Arellano, C., & Aulla, L. (2018). *Diseño de estrategia de comercialización de galletas a base de chochos en escuela de sector norte de la Ciudad de Guayaquil*. Universidad de Guayaquil Facultad de Ciencias Administrativas.
- Arias, M. C. C. (2015). Tarwi (Lupinus mutabilis Sweet) una planta con potencial nutritivo y medicinal. *Revista Bio Ciencias*, 3(3), 163-172.
- Arista Muñoz, J. M., & Ramírez Milla, L. A. (2018). Sustitución parcial de la harina de trigo por la harina de quinua (chenopodium quinoa w.) y chía blanca (salvia hispánica l.) usando glicerol en la elaboración de galletas enriquecidas.
- Ayala, G. (2004). Aporte de los cultivos andinos a la nutrición humana. *Seminario, J. et al.(Edts). Raíces Andinas: Contribuciones al conocimiento ya la capacitación*, 101-112.
- Ayersa, M. (2009). *hahaha. gfsahdt*, 56-87.
- Badui, S. (2006). *Química de los Alimentos (4ta Ed. ed.): México, México: Pearson*.
- Barrera, V. H. (2003). *Raíces y Tubérculos Andinos: Alternativas para la conservación y uso sostenible en el Ecuador (Vol. 4): International Potato Center*.
- Cadima, X., García, W., & Ramos, J. (2003). Conservación y producción de la papalisa (Ullucus tuberosus). *Documento de trabajo(23)*.
- Cagnasso, C. E., Martín, M. E., Cellerino, K., Audisio, F., Docena, G., Polenta, G., & López, L. B. (2014). Métodos electroforético e inmunoquímicos para detectar

- proteínas de leche, soja y huevo en premezclas comerciales. *Revista chilena de nutrición*, 41, 412-419.
- Cajamarca, E. (2010). *Evaluación nutricional de la Oca (Oxalis tuberosa) fresca; endulzada y deshidratada en secador de bandejas*. (Pregrado), Escuela Politécnica Chimborazo, Chimborazo.
- Calvopiña, A., & Josselyn, A. (2018). Caracterización fisicoquímica de harinas y su utilización en un pan libre de gluten.
- Cárdenas Hidalgo, M. K. (2016). *Obtención de aislados proteicos de chía (Salvia hispánica L.) y evaluación in vitro de su digestibilidad gastrointestinal, actividad antiinflamatoria y antioxidante*. Universidad Técnica de Ambato. Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos
- Cardoso, F. F., Ascheri, D. P. R., & Carvalho, C. W. P. d. (2014). Propiedades reológicas y de adsorción de agua de harina extrudida de arroz y bagazo de cebada. *Revista Ceres*, 61, 313-322.
- Castro Manosalvas, T. P. (2015). *Desarrollo y caracterización de un Suplemento Infantil enriquecido con Zinc tipo papilla para niños que habitan en la Zona Rural*. Espol.
- Cerda, L., Cerda, V., Rosales, A. P., Miranda, C. M., & Martínez, A. P. (2017). Proteína de harinas de maíz, cebada, quinua, trigo nacional y papa: características y funcionalidad como sustitutos de la proteína de harina de trigo importado en la producción de pan y fideos. *Revista Amazónica Ciencia y Tecnología*, 6(3), 201-216.
- Cerda Mejia, L. A. (2010). *Estudio de las propiedades funcionales de proteínas de harinas de maíz (Zea mays), cebada (Hordeum vulgare), quinua (Chenopodium quinoa), papa (Solanum tuberosum), trigo (Triticum aestivum) nacional e importado para orientar su uso panificación y pastas*.
- Cerezal Mezquita, P., Urtuvia Gatica, V., Ramírez Quintanilla, V., & Arcos Zavala, R. (2011). Desarrollo de producto sobre la base de harinas de cereales y leguminosa para niños celíacos entre 6 y 24 meses; II: Propiedades de las mezclas. *Nutrición Hospitalaria*, 26, 161-169.
- Coates, W. (2013). *CHIA: El increíble super nutriente* (Vol. 1): Edaf.

- Cobo, G., Quiroz, M., & Santacruz, S. (2013). Sustitución parcial de trigo (*Triticum aestivum*) por zanahoria blanca (*Arracacia xanthorrhiza* B.) en la elaboración de pan. *ACI Avances en Ciencias e Ingenierías*, 5(2).
- Chuquimarca-Chuquimarca, R. d. C., Caicedo-Hinojosa, L. A., & Zambrano-Dolver, J. A. (2017). Efecto del suplemento de micronutrientes en el estado nutricional y anemia en niños, Los Ríos-Ecuador; 2014-2015. *Multimed*, 21(6), 737-750.
- Coral Torres, V.L. (2014). *Determinación proximal de los principales componentes nutricionales de siete alimentos: yuca, zanahoria amarilla, zanahoria blanca, chocho, avena laminada, harina de maíz y harina de trigo* (Bachelor's thesis, PUCE).
- Doporto, M. C. (2014). *Aprovechamiento integral de raíces de ahípa (*Pachyrhizus ahípa*) y sus productos derivados con fines alimentarios*. (1 Tesis Doctoral), Universidad Nacional de la Plata. Retrieved from file:///C:/Users/DIANA/Downloads/Tesis%20Cecilia%20Doporto.pdf
- Elena, M., Marrou, L., González, V., Elizabeth, S., & Flores, P. (2011). Composición química de “oca”(Oxalis tuberosa), „arracacha“(Arracacia xanthorrhiza) y „tarwi“(Lupinus mutabilis). Formulación de una mezcla base para productos alimenticios. *Revista Venezolana de Ciencia y Tecnología de Alimentos*, 2(2), 239-252.
- Fili, J. (2012). Chía (*Salvia hispánica* L.). Aspectos nutricionales, aportes a una dieta saludable. *Salta. Madrid*.
- García, A. D. G. M. D., de Delahaye Emperatriz, M. y. E. P., & de Delahaye, P. (2007). EVALUACIÓN DE EVALUACIÓN DE GALLETAS DULCES TIPO WAFER GALLETAS DULCES TIPO WAFER GALLETAS DULCES TIPO WAFER A BASE DE HARINA DE HARINA DE ARRACACHA DE ARRACACHA (*Arracacia xanthorrhiza* *Arracacia xanthorrhiza* B.). *Revista Facultad Nacional de Agronomía-Medellín*, 60(2), 4195-4212.
- García Ortega, M.A. (2016). *Estudio del efecto de la incorporación de pulpa de maracuyá en la deshidratación osmótica de zanahoria blanca (*Arracia Xanthorrhiza Bancroft*)* (Bachelor's thesis, CIENCIAS DE LA INGENIERÍA E INDUSTRIAS FACULTAD: INGENIERÍA DE ALIMENTOS).
- González Leal, G. (2019). *Prototipo para el desarrollo de un Suplemento Alimenticio elaborado a base de residuos de frutas y verduras, legumbres, hortalizas y*

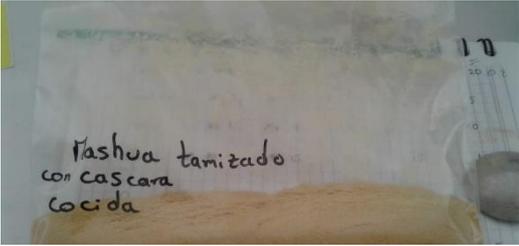
cereales, para niños con desnutrición de 1-5 años de las 37 zonas más vulnerables del Estado de México: Una Estrategia para alcanzar la Seguridad Alimentaria.

- Grau, R. O. (2003). Mashua (*Tropaeolum tuberosum*). Promoting the conservation and use of under utilized and neglected crops. Roma.
- Guerra Ludeña, A. A. (2014). *Estudio de la utilización de la harina de mashua (tropaeolum tuberosum) en la obtención del plan de molde*. UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EQUINOCCIAL. FACULTAD: CIENCIAS DE LA INGENIERÍA.
- Icaza Lecaro, M. G., & Jiménez Vargas, K. N. (2011). Elaboración y comercialización de suplementos alimenticio a base de Quinoa.
- Jiménez, F. (2005). Características nutricionales de la arracacha (*Arracacia xanthorrhiza*) y sus perspectivas en la alimentación. *Publicación Virtual Red Peruana de Alimentación y Nutrición*. Lima, Perú. 22p. Disponible desde Internet en: [http://www. pan. org/monografias/monografia_002. pdf](http://www.pan.org/monografias/monografia_002.pdf) (con acceso 12/05/09).
- Kaptso, K., Njintang, Y., Komnek, A., Hounhouigan, J., Scher, J., & Mbofung, C. (2008). Physical properties and rehydration kinetics of two varieties of cowpea (*Vigna unguiculata*) and bambara groundnuts (*Voandzeia subterranea*) seeds. *Journal of Food Engineering*, 86(1), 91-99.
- León Segovia, L. M. (2016). *Elaboración de salchicha de cerdo enriquecida con chía (salvia hispánica)*.
- Maldonado, P. (2010). Embutidos fortificados con proteína vegetal a base de quinua (*Chenopodium quinoa* Wild.). *Enfoque UTE*, 1(1), 36-45.
- Mohd Ali, N., Yeap, S. K., Ho, W. Y., Beh, B. K., Tan, S. W., & Tan, S. G. (2012). The promising future of chia, *Salvia hispanica* L. *BioMed Research International*, 2012.
- Naranjo Arellano, R. T. (2013). *Elaboración y Control de Calidad de un Suplemento Alimenticio en Polvo a Base de Quinoa (Chenopodium quinoa) y Guayaba (Psidium guajava) Deshidratada*.
- Ocaña Albán, J. E. (2012). *Estudio de la aceptación de una bebida instantánea en base de semillas de quinua (Chenopodium quínoa) y amaranto (Amaranthus cruentus) para niños de edad escolar*.

- Ortega Rojas, J. F., & Bravo Rodriguez, E. N. (2017). Efecto de la granulometría y formulación en la calidad de un snack extruido a base de arroz (*oryza sativa* L.), quinua (*chenopodium quinoa willd.*) y torta desgrasada de chía (*salvia hispánica* L.).
- Palacios, R., Morales, M., & Arias, G. C. (2013). Evaluación químico bromatológica de tres variedades de *Arracacia xanthorrhiza* "arracacha".
- Palate Amaguaña, J. E. (2012). *Estudio del efecto de la temperatura y el tiempo en las características físico-químicas y sensoriales de la oca (Oxalis tuberosa) DURANTE SU MADURACIÓN.*
- Peralta, I., & Villacrés, E. (2015). 100 recetas prácticas usando quinua, chocho y amaranto.
- Ponce, M. (2015). *Fideos con harina de chocho un estudio demuestra la ganancia en contenido nutricional de una pasta alimenticia y la conservación de sus propiedades, al sustituir parte de la sémola de trigo por harina de chocho.* Quito: USFQ, 2015.
- Ramírez, M., & Roosevelt, D. (2017). Evaluación del efecto de la presión y temperaturas en la extracción con CO₂-supercrítico, de glucosinolatos de mashua chispeada (*Tropaeolum tuberosum*).
- Rodriguez de Marco, M. E. (2016). *Elaboración de panes reducidos en sodio.* Universidad Católica de Córdoba.
- Tapia Núñez, M. E., Fries, A. M., Mazar, I., & Rosell, C. (2007). Guía de campo de los cultivos andinos: Lima.
- Tisalema, M. T. C. (2014). *Formulación de un suplemento bajo en calorías a partir de harina de quinua (Chenopodium quinoa), leche en polvo y stevia (Rebaudina bertonii) como edulcorante.* UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO.
- Tumbaco, M., & Rafael, G. (2013). *Proceso para la obtención de una pasta alimentaria tipo compota de alto nivel nutricional a partir de la Colocasia Esculenta.* Universidad de Guayaquil. Facultad de Ingeniería Química.
- Veraverbeke, W. S., & Delcour, J. A. (2002). Wheat protein composition and properties of wheat glutenin in relation to breadmaking functionality. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 42(3), 179-208.

- Vicario, M. H., & Hidalgo, M. G. (2007). Nutrición en la edad preescolar, escolar y adolescente. *Pediatría Integral*, 11(4), 347-362.
- Villacrés, E. (2013). Nutrición, Procesamiento y gastronomía de RTAs en Ecuador. *Quito: INIAP*.

ANEXOS
Tabla 17 Preparación de las harinas

| | |
|---|--|
| <p>Cocción</p>  | <p>Secado</p>  |
| <p>Molido</p>  | <p>Tamizado</p>  |
| <p>Envasado</p>  | |

Prueba de solubilidad



Tabla 18 Capacidad de retención de solventes

