



UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR

**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
“DR JACOBO BUCARAM ORTIZ”
CARRERA AGROINDUSTRIA**

**TESIS DE TITULACIÓN COMO REQUISITO PREVIO PARA LA
OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERA AGROINDUSTRIAL**

**IDENTIFICACIÓN DE AMINOÁCIDOS EN UNA PREMEZCLA
PROTEICA PARA DEPORTISTAS A BASE DE HARINA DE
ARVEJA (*Pisum sativum*), HARINA DE CHOCHO (*Lupinus
mutabilis*), Y QUINOA (*Chenopodium quinoa*)**

AUTOR

RONQUILLO GONZABAY ANETTE KARIME

TUTOR

ING. EVELYN SANCHEZ CASTRO, M.Sc.

**GUAYAQUIL, ECUADOR
2025**



**UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
DR. JACOBO BUCARAM ORTIZ
CARRERA AGROINDUSTRIA**

APROBACIÓN DEL TUTOR

El suscrito, docente de la Universidad Agraria del Ecuador, en mi calidad de Tutor, certifico que el presente trabajo de titulación: IDENTIFICACIÓN DE AMINOÁCIDOS EN UNA PREMEZCLA PROTEICA PARA DEPORTISTAS A BASE DE HARINA DE ARVEJA (*Pisum sativum*), HARINA DE CHOCHO (*Lupinus mutabilis*), Y QUINOA (*Chenopodium quinoa*), realizado por la estudiante RONQUILLO GONZABAY ANETTE KARIME; con cédula de identidad N°0943987529 de la carrera AGROINDUSTRIA, Unidad Académica Sede Matriz “Dr. Jacobo Bucaram Ortiz” - Guayaquil, ha sido orientado y revisado durante su ejecución; y cumple con los requisitos técnicos exigidos por la Universidad Agraria del Ecuador; por lo tanto se aprueba la presentación del mismo.

Atentamente,

Ing. Evelyn Sánchez Castro, M.Sc.

Guayaquil, mes día y año



UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
DR. JACOBO BUCARAM ORTIZ
CARRERA AGROINDUSTRIA

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

Los abajo firmantes, docentes designados por el H. Consejo Directivo como miembros del Tribunal de Sustentación, aprobamos la defensa del trabajo de titulación: “IDENTIFICACIÓN DE AMINOÁCIDOS EN UNA PREMEZCLA PROTEICA PARA DEPORTISTAS A BASE DE HARINA DE ARVEJA (*Pisum sativum*), HARINA DE CHOCHO (*Lupinus mutabilis*), Y QUINOA (*Chenopodium quinoa*)”, realizado por la estudiante RONQUILLO GONZABAY ANETTE KARIME, el mismo que cumple con los requisitos exigidos por la Universidad Agraria del Ecuador.

Atentamente,

Ing. Mendoza Calle Luis, M.Sc.
PRESIDENTE

Ing. Moreno Zuñiga Luis, M.Sc.
EXAMINADOR PRINCIPAL

Ing. García Ortega Yoansy, M.Sc.
EXAMINADOR PRINCIPAL

Ing. Castro Sánchez Evelyn, M.Sc.
EXAMINADOR SUPLENTE

Ciudad, mes día y año

Dedicatoria

A mis abuelos, Luz Aurora Muñoz y Washington Gonzabay por darme el regalo de mis estudios, por ser los pilares fundamentales de mi hogar y corazón. A mi madre, Johanna Gonzabay sin ti no hubiese llegado tan lejos, eres mi mayor inspiración para seguir teniendo una sonrisa aunque mi mundo se venga encima. A mi Padre, Roger Ronquillo por enseñarme que la suerte existe solo si estás preparado, y por alentarme a salir adelante por mis propios méritos. A cada maestro que creyó en mí aun cuando yo no lo hacía. A Elias Álvarez, quien nunca ha dudado en darme su apoyo y ayuda incondicional no tengo palabras suficientes para plasmar el impacto de ti en mí, no importa en que termine nuestra historia siempre tendrás una parte de mí. Y por último a la autora, quien no se sentía lo suficientemente capaz para salir adelante por sus propios medios, sin tu perseverancia y constancia no estuviésemos aquí.

Agradecimiento

Mi mayor gratitud a Dios quien con su sabiduría me ha guiado a ser la mujer que soy hoy en día, quien logró que entendiera que para todo hay propósito y su tiempo es perfecto. A Luz Aurora Muñoz, gracias por enseñarme el significado de trabajo y demostrarme lo fuerte que somos las mujeres. A Johanna Gonzabay, gracias por tu sacrificio, perseverancia, y amor sin ti no lo hubiera logrado. A cada compañero de clases que me extendió su apoyo y ayuda cuando creía que no podía más. A Elias Álvarez, quien me acompañó en toda esta travesía, gracias por ser un excelente compañero de vida, tu apoyo fue un escalón más hacia lograrlo.

Autorización de autoría intelectual

Yo, RONQUILLO GONZABAY ANETTE KARIME , en calidad de autora del proyecto realizado, sobre “IDENTIFICACIÓN DE AMINOÁCIDOS EN UNA PREMEZCLA PROTEICA PARA DEPORTISTAS A BASE DE HARINA DE ARVEJA (*Pisum sativum*), HARINA DE CHOCHO (*Lupinus mutabilis*), Y QUINOA (*Chenopodium quinoa*)” para optar el título de INGENIERA AGROINDUSTRIAL", por la presente autorizo a la UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR, hacer uso de todos los contenidos que me pertenecen o parte de los que contienen esta obra, con fines estrictamente académicos o de investigación.

Los derechos que como autora me correspondan, con excepción de la presente autorización, seguirán vigentes a mi favor, de conformidad con lo establecido en los artículos 5, 6, 8; 19 y demás pertinentes de la Ley de Propiedad Intelectual y su Reglamento.

Ciudad, mes día y año

RONQUILLO GONZABAY ANETTE KARIME

C.I. 0943987529

RESUMEN

La industria de suplementación proteica para deportistas o personas que realizan deportes de alta intensidad ha crecido de manera significativa, siendo así que las proteínas de origen vegetal se consideran una fuente de proteína incompleta debido al bajo contenido o ausencia de ciertos aminoácidos esenciales, sin embargo es probable obtener proteínas completas combinando distintas matrices vegetales como leguminosas y pseudocereales. En el presente estudio experimental evaluó el perfil de aminoácidos de una premezcla para deportistas a base de harina de arveja (*Pisum sativum*), harina de chocho (*Lupinus mutabilis*), y quinoa (*Chenopodium quinoa*), se desarrollaron 3 tratamientos de distintas proporciones siendo: T1 (arveja 59,565 %, chocho 36,71 % y quinoa 3 %), T2 (arveja 36,71%, chocho 3 %, y quinoa 59,565 %), T3 (arveja 24,81875 %, chocho 49,6375 % y quinoa 24,81875 %) donde T3 fue el tratamiento con mayor contenido de proteína con un (41,54 %) al cual se le evaluó humedad (6,23 %), ceniza(3,15 %), grasa(0,45 %), también se realizaron los correspondientes análisis microbiológicos según NTE INEN 2983 (2022) (aerobios totales 1×10^2 UFC/g, mohos y levaduras 1×10^1 UFC/g, *Salmonella spp.* ND, *Escherichia coli* ND, y *Staphylococcus aureus* ND) encontrándose dentro del rango permitido. Así mismo fueron determinados sus propiedades funcionales como (solubilidad, capacidad de retención agua, capacidad de hinchamiento agua y retención de líquidos agua). Finalmente los resultados obtenidos del perfil de aminoácidos destacaron en su contenido de arginina (4,90 %), tirosina (3,96 %), valina (1,45 %), isoleucina (1,68 %) y leucina (2,18 %) fundamentales para la síntesis proteica, mantenimiento del tejido muscular y la recuperación luego de realizar deportes de alta intensidad.

Palabras claves: aminoácidos, arveja, chocho, deportes de alta intensidad, quinoa.

ABSTRACT

The protein supplementation industry for athletes or individuals engaged in high-intensity sports has grown significantly. Plant-based proteins are considered an incomplete protein source due to the low content or absence of certain essential amino acids. However, it is possible to obtain complete proteins by combining different plant-based matrices, such as legumes and pseudocereals. This experimental study evaluated the amino acid profile of a premix for athletes made from pea flour (*Pisum sativum*), lupin flour (*Lupinus mutabilis*), and quinoa (*Chenopodium quinoa*). Three treatments with different proportions were developed: T1 (59.565 % pea, 36.71 % lupin, and 3 % quinoa), T2 (36.71 % pea, 3 % lupin, and 59.565 % quinoa), and T3 (24.81875 % pea, 49.6375 % lupin, and 24.81875 % quinoa). T3 had the highest protein content (41.54 %) and was evaluated for moisture (6.23 %), ash (3.15 %), and fat (0.45 %). Microbiological analyses were also performed according to NTE INEN 2983 (2022), showing results within the permissible range (aerobic mesophilic bacteria: 1×10^2 UFC/g, molds and yeasts: 1×10^1 UFC/g, *Salmonella* spp.: ND, *Escherichia coli*: ND, and *Staphylococcus aureus*: ND). Functional properties such as solubility, water retention capacity, swelling capacity, and liquid retention were also determined. Finally, the amino acid profile results highlighted its arginine (4.90 %), tyrosine (3.96 %), valine (1.45 %), isoleucine (1.68 %), and leucine (2.18 %) content, which are essential for protein synthesis, muscle tissue maintenance, and recovery after high-intensity sports.

Keywords: amino acids, pea, lupin, high-intensity sports, quinoa.

ÍNDICE GENERAL

1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 Antecedentes del problema.....	1
1.2 Planteamiento y formulación del problema.....	2
1.3 Justificación de la investigación.....	3
1.4 Delimitación de la investigación.....	3
1.5 Objetivo general.....	4
1.6 Objetivos específicos.....	4
1.7 Hipótesis.....	4
2. MARCO TEÓRICO.....	5
2.1 Estado del arte	5
2.2 Bases científicas y teóricas de la temática	6
2.3 Marco legal	13
3. MATERIALES Y MÉTODOS.....	15
3.1 Enfoque de la investigación.....	15
3.2 Metodología.....	16
4. RESULTADOS.....	36
4.1 Evaluación perfil de aminoácidos, de la formulación con mayor contenido de proteína de la premezcla para deportistas a base de harina de arveja (<i>Pisum sativum</i>), harina de chocho (<i>Lupinus mutabilis</i>), y quinoa (<i>Chenopodium quinoa</i>).	36
4.3 Propiedades funcionales (capacidad de hinchamiento, capacidad de retención de agua, solubilidad, capacidad de absorción de agua) de la premezcla para deportistas a base de harina de arveja (<i>Pisum sativum</i>), harina de chocho (<i>Lupinus mutabilis</i>), y quinoa (<i>Chenopodium quinoa</i>).	37
4.3 Análisis fisicoquímicos (proteína, humedad, ceniza, grasa) y microbiológicos (Aerobios totales, mohos y levaduras, <i>Escherichia coli</i> , <i>Salmonella spp.</i> , <i>Staphylococcus aureus</i>) según normativa NTE INEN 2983 a la formulación con mayor contenido de proteína.....	38
5. DISCUSIONES.....	42
6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	47
6.1 Conclusiones.....	47
6.2 Recomendaciones.....	48

BIBLIOGRAFÍA	49
ANEXOS	55

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo N°1: Análisis de perfil de aminoácidos en la proteína de arveja.....	55
Anexo N° 2: Identificación de aminoácidos en aislado proteico de chocho.....	56
Anexo N° 3: Recomendaciones y macronutrientes para atletas.....	57
Anexo N° 4: Norma NTE INEN 2983: 2022.....	59
Anexo N° 5: Tabla de requisitos microbiológicos para los complementos nutricionales.....	58
Anexo N°6: Análisis de proteína T1.....	59
Anexo N°7: Análisis de proteína de T2.....	60
Anexo N°8: Análisis de proteína de T3.....	61
Anexo N°9: Perfil de aminoácidos de T3.....	62
Anexo N°10: Análisis de las propiedades funcionales, humedad y ceniza de T3.....	63
Anexo N°11: Análisis de grasa de T3.....	64
Anexo N°12: Análisis microbiológicos de T3.....	65
Anexo N° 13: Pesaje de cada materia prima.....	66
Anexo N° 14: Materias primas de los tratamientos propuestos.....	67
Anexo N° 15: Tamizado de las muestras.....	68
Anexo N° 16: ANOVA del análisis de proteína.....	68
Anexo N°17: ANOVA de los análisis físico-químicos.....	70

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Antecedentes del problema

De acuerdo con Qin et al. (2022), las proteínas de la dieta constituyen la principal fuente de nitrógeno, y aminoácidos que actúan como componentes básicos de los tejidos corporales, además de que las enzimas fisiológicas conformadas por ellos son esenciales para controlar las reacciones químicas y biológicas necesarias para el correcto funcionamiento del organismo.

Las proteínas son vitales para el ser humano en todas las etapas de vida, las cuales son empleadas en la industria alimentaria para formular diversos productos según los requerimientos nutricionales del consumidor (Qin et al., 2022)

Plant-based “dietas basadas en plantas”, aportan beneficios para la salud física y medioambiental, estas ventajas provienen de la restricción de alimentos de origen animal. Tradicionalmente la carne y otras fuentes de origen animal han sido vista como elementos clave en la alimentación de los deportistas, lo que ha llevado a cuestionar la efectividad de las dietas basadas en plantas para respaldar el rendimiento deportivo (Lynch et al., 2018).

Según Vliet et al. (2015), existen notables diferencias entre las proteínas de origen animal y las de origen vegetal además de sus fuentes, en cuanto los aminoácidos indispensables, los aminoácidos de cadena ramificada (BCAA), son relevantes para estimular la síntesis de proteínas musculares (MPS), e incluyen leucina, isoleucina, y valina. Estos aminoácidos se encuentran en mayor concentración en las proteínas de procedencia animal en comparación con las proteínas vegetales.

Boirie et al. (1997), mencionan que la absorción y digestibilidad de las proteínas difieren, afectando la síntesis de proteína muscular (MPS) postprandial, por ello las proteínas de suero de leche (origen animal) se consideran “rápidas” ya que se digieren de manera óptima, lo que hace que los aminoácidos aparezcan de manera eficaz en el torrente sanguíneo, las proteínas como la caseína son consideradas lentas por su tasa de absorción prolongada.

1.2 Planteamiento y formulación del problema

1.2.1 Planteamiento del problema

La industria de suplementación proteica para deportistas, o personas que realizan deportes de alta intensidad ha crecido de manera significativa durante los últimos años, la demanda de productos o premezclas proteicas plant-based ha ganado posición en el mercado. Las proteínas de origen vegetal presentadas para la presente investigación: Harina de arveja (*Pisum sativum*), harina de chocho (*Lupinus mutabilis*), y quinoa (*Chenopodium quinoa*) se caracterizan por su valor nutricional al ser fuentes de aminoácidos esenciales y por lo tanto su potencial para reemplazar las proteínas de origen animal.

De acuerdo con Quesada y Gomez (2019), las proteínas de origen vegetal se consideran una fuente proteica incompleta debido al bajo contenido o ausencia de ciertos aminoácidos esenciales, sin embargo, es probable obtener proteínas completas combinando diferentes fuentes vegetales, tales como las leguminosas y los pseudocereales, es fundamental conocer su perfil de aminoácidos (Paz-Yépez y Mendoza, 2022).

El análisis del perfil de aminoácidos en una premezcla proteica formulada a partir de tres fuentes de origen vegetal permitirá determinar la presencia de los aminoácidos esenciales y deben ser obtenidos a través de la dieta, de esta forma conocer la composición de cada materia prima permitirá ajustar las proporciones para lograr un perfil de aminoácidos más equilibrado y adaptado para suplir los requerimientos de los deportistas o personas que realicen deportes de alta intensidad.

1.2.2 Formulación del problema

¿Es posible disponer de aminoácidos esenciales requeridos en una dieta, mediante la combinación de diferentes fuentes de proteínas vegetales en una premezcla?

1.3 Justificación de la investigación

El presente trabajo de investigación pretende contribuir con el desarrollo de una premezcla para deportistas incorporando proteínas vegetales, que puedan ser aptas para consumidores alérgicos a las proteínas de suero de leche, o preferentes a productos plant-based. La suplementación proteica luego de realizar deportes de larga duración o entrenamientos de resistencia, se ve respaldada por la necesidad de suministrar al organismo las proteínas necesarias para la reconstrucción muscular.

De acuerdo con Richter et al. (2015), actualmente los consumidores optan por productos plant-based, el interés por las proteínas vegetales se debe a la correlación entre el consumo de productos proteicos animales y un mayor riesgo de padecer enfermedades crónicas, dado que los alimentos de origen animal, especialmente las carnes rojas y procesadas, están principalmente asociados con los ácidos grasos saturados, ha surgido preocupación por el aumento de enfermedades principalmente cardiovasculares.

Es por ello que el estudio estará orientado en formular de manera óptima una premezcla que pueda suministrar los aminoácidos esenciales incorporando proteínas de origen vegetal. Según Santillan (2018), los cereales y las leguminosas contienen aminoácidos limitantes en su composición química, lo que puede disminuir la eficacia de su utilización dietética. Por lo tanto, es necesario combinarlos de manera complementaria para obtener una mezcla que, en las proporciones adecuadas, permita obtener proteínas de alta calidad en términos de su perfil de aminoácidos, similar al de las proteínas de origen animal.

1.4 Delimitación de la investigación

- **Espacio:** El presente trabajo se llevó a cabo en la ciudad de Guayaquil, Facultad de ciencias agraria Dr. Jacobo Bucaram Ortiz.
- **Tiempo:** El proyecto tuvo una duración de 8 meses.
- **Población:** El proyecto fue dirigido al público en general.

1.5 Objetivo general

Desarrollar un estudio del perfil de aminoácidos en una premezcla proteica para deportista a base de harina de arveja (*Pisum sativum*), harina de chocho (*Lupinus mutabilis*), y quinoa (*Chenopodium quinoa*) como alternativa plant-based.

1.6 Objetivos específicos

- Evaluar perfil de aminoácidos, de la formulación con mayor contenido de proteína de la premezcla para deportistas a base de harina de arveja (*Pisum sativum*), harina de chocho (*Lupinus mutabilis*), y quinoa (*Chenopodium quinoa*).
- Indicar las propiedades funcionales (capacidad de hinchamiento, capacidad de retención de agua, solubilidad, capacidad de absorción de agua) de la premezcla para deportistas a base de harina de arveja (*Pisum sativum*), harina de chocho (*Lupinus mutabilis*), y quinoa (*Chenopodium quinoa*).
- Detallar análisis fisicoquímicos (proteína, humedad, ceniza, grasa) y microbiológicos (Aerobios totales, mohos y levaduras, *Escherichia coli*, *Salmonella spp.*, *Staphylococcus aureus*) según normativa NTE INEN 2983 a la formulación con mayor contenido de proteína.

1.7 Hipótesis

¿Será posible que la premezcla proteica a partir de harina de arveja (*Pisum sativum*), harina de chocho (*Lupinus mutabilis*), y quinoa (*Chenopodium quinoa*), contenga un perfil de aminoácidos esenciales adecuado para satisfacer los requerimientos de los deportistas en un 50%?

2. MARCO TEÓRICO

2.1 Estado del arte

Cardenas et al. (2019), en su estudio denominado: Análisis comparativo de la composición nutricional del chocho, quinua, y soya , y su aplicación en la elaboración de harinas, obtuvieron como resultado que la proteína de la quinua representa un 90 % en relación a la caseína considerado como “proteína ideal”, mientras que la proteína del chocho representa un 83 % del valor aminoacídico (CA), indicando que la combinación de estas fuentes vegetales en una proporción de 2:1 alcanzan un 95,2 %, de la razón de eficiencia proteica como la caseína.

De acuerdo a lo indicado por Fernández y Guivar (2016), en su estudio denominado: Formulación de harina proteica y extruida a base de harina de: arveja (*Pisum sativum*), kiwicha (*Amaranthus caudatus*) y tarwi (*Lupinus mutabilis*)”, determinaron que la fórmula con 25 % de arveja, 25 % de tarwi (chocho), y 50 % de kiwicha (amaranto) tiene el mayor contenido de proteínas, de las cuales el 65 % de proviene de la kiwicha, confirmando la hipótesis que en una mezcla con leguminosas, los cereales aportan mayor proporción de proteína y aminoácidos.

Mariño (2024), en su investigación: Caracterización de una premezcla a base de polvo de aguacate Hass (*Persea americana*) liofilizado, arveja (*Pisum sativum*), amaranto (*Amaranthus cruentus*) y chia (*Salvia hispanica*) evaluó las propiedades funcionales de la premezclas en el tratamiento 1, encontrando que la capacidad de hinchamiento presentó un valor promedio de 13.33, con muy poca variación entre mediciones, mientras que la capacidad de retención de agua mostró un promedio de 19.61 (baja variabilidad), en cuanto la solubilidad obtuvo un valor promedio de 62.27, con un rango que osciló entre 61.96 y 62.50, la capacidad de absorción presentó un promedio de 7.57, con una variabilidad ligeramente mayor en comparación con las otras propiedades evaluadas.

Paz-Yépez y Lozano (2022), en su estudio Evaluación del perfil de aminoácidos de una premezcla de polvo de arveja (*Pisum sativum*) y avena (*Avena sativa*) desarrolló tres formulaciones F1, F2, F3, utilizando arveja y avena en diferentes proporciones para encontrar una mezcla que incluyera todos los aminoácidos esenciales. Las proporciones de arvejas a avena fueron 40:60, 50:50 y 60:40, se analizó el contenido de proteína de cada formulación. La formulación con el mayor contenido de proteína (13,41 %) fue la que tenía la mayor proporción de arvejas (60 %) (F3), también se estableció un perfil de aminoácidos para esta

formulación, revelando los siguientes valores en gramos de aminoácido por 100 gramos de muestra: His 0,30, Ile 0,45, Leu 0,86, Lys 0,76, Met 0,19, Cys 0,49, PHe 0,60, Tyr 0,52, Thr 0,44, Trp 1,27, Val 0,57

Santillan (2018) evaluó la calidad biológica de mezclas alimenticias a partir de 4 cereales como: avena, trigo, arroz y maíz, y 4 leguminosas como: arveja, lenteja, frijol y chocho. Como resultado obtuvo que los cereales destacaron por su aminoácido limitante (lisina 0.46 %-0.65 %), mientras que las leguminosas carecen de metionina y cisteína como aminoácidos limitantes (0.69 %-0.86 %).

De acuerdo con Astiz et al. (2023), en su estudio sobre las propiedades fisicoquímicas de harinas de trigo y avena de alta calidad panadera, evaluaron distintas variedades de trigo para obtener la harina con mejor calidad. La variedad MS 514 presentó el menor valor de pH, y se clasificó como grado 2 de comercialización, mientras que B. meteoro y ACA 356 superaron el límite de pH ($80,9 \pm 0,3$ kg/hl). Las harinas evaluadas cuentan con alto contenido de proteínas (>13 %), siendo la harina de variedad ACA 356 con el nivel más alto.

2.2 Bases científicas y teóricas de la temática

2.2.1 Proteínas

Las proteínas están estructuradas por aminoácidos esenciales, los cuales son de vital importancia para el desarrollo humano en todas las edades, son empleadas en la industria alimentaria para la creación de distintas dietas que suplan la demanda nutricional de los consumidores, la calidad de las proteínas está relacionada con su composición de aminoácidos esenciales y la digestibilidad en el ser humano. Los aminoácidos que componen las proteínas se desempeñan como bloques de construcción de tejido corporal, y hacen que las enzimas fisiológicas puedan regular adecuadamente las reacciones químicas y biológicas del organismo, manteniendo su correcto funcionamiento (Hertzler, 2020).

2.2.2 Proteínas de Origen animal

Las proteínas de origen animal provienen de diferentes fuentes como: carne, suero de leche, pescado, ave, huevos, y leche. Estas son consideradas como “paquetes proteicos completos” (Shams-White, 2018), debido a que contiene los nueve aminoácidos esenciales (histidina, isoleucina, leucina, lisina, metionina, fenilamina, treonina, triptófano y valina), en el caso de las proteínas de origen animal tienen un rango de digestibilidad (>95 %) significando que la proporción de

aminoácidos ingeridos pueden ser usados por el cuerpo humano luego de la digestión y absorción (Päivärinta, 2020).

2.2.3 Proteínas de origen vegetal

Las proteínas de origen vegetal o la alimentación plant-based se ha popularizado en los últimos tiempos debido al cambio de hábitos en los consumidores, se ha promovido por las crecientes investigaciones donde destacan los beneficios de las proteínas de origen vegetal en comparación a las proteínas de origen animal debido a sus factores de riesgo a desarrollar enfermedades cardiovasculares (Richter, 2015).

Las proteínas de origen vegetal provienen de distintas fuentes vegetales tales como: cereales, pseudocereales, semillas, legumbres, oleaginosas. La proteína de soja destaca por satisfacer en gran escala la demanda de proteína en el ser humano, además de ser una de las fuentes vegetales más importantes en la industria alimentaria por ser considerado como el principal sustituto a las proteínas de origen animal por su alto contenido proteico y sus beneficios (Rizzo, 2018).

2.2.4 Plant-based

Según Fehér et al. (2020), el término plant-based o dietas basadas en plantas es comúnmente asociado con el veganismo y el vegetarianismo, sin embargo, cada tendencia tiene su diferenciación. La principal fuente de las dietas basadas en plantas son las de origen vegetal como (frutas, verduras, frutos secos, aceites, cereales integrales y legumbres), no obstante, puede incluir en menores cantidades alimentos de origen animal como (huevos, leche, carne y pescado). Durante los últimos años los números de personas que optan por dietas basadas en plantas han aumentado significativamente debido a la concientización de reducir el impacto ambiental, de la misma manera promover el bienestar animal y la ingesta de productos más sanos para la salud humana (Alcorta et al., 2021).

2.2.5 Materias Primas

2.2.5.1. Arveja (*Pisum sativum*).

La especie *Pisum sativum* L. pertenece a la familia *Leguminosae* (o *Fabaceae*), la subfamilia *Faboideae* (*Papilionoideae*) y la tribu *Fabeae* (Tabla 1). La arveja es un cultivo de mucha importancia en Ecuador, las variedades identificadas como las más importantes son: roxana, andina, esmeralda, lojanita, y blanquita. Su cultivo se ha desarrollado en provincias de la región sierra como: Carchi con un 43% de producción a nivel nacional, Pichincha, Imbabura, Chimborazo, y Bolívar (Food and Agriculture Organization [FAO], 2018).

Actualmente el interés por el desarrollo y la aplicación de proteínas vegetales han captado la atención en el ámbito científico y alimentario. La arveja (*Pisum sativum*), se destaca como una fuente significativa de proteína vegetal de alto valor nutricional en la alimentación humana (Ge et al., 2019), en comparación con la proteína de soja, la proteína de arveja es generalmente reconocida como una alternativa no alérgeno con un valor nutricional relativamente elevado y libre de modificación genética, lo que la convierte en una opción atractiva para ofrecer una etiqueta limpia en productos alimenticios (Krefting, 2017).

Tabla 1.

Taxonomía y clasificación de la especie *Pisum sativum*

Clasificación	Nombre
Reino	<i>Plantae</i>
Filo	Traqueofitas
Superclase	Angiospermas
Clase	Magnoliopsida
Orden	Fabales
Familia	<i>Leguminosae</i> (o <i>Fabaceae</i>)
Subfamilia	<i>Papillionoidae</i>
Tribu	Fabeae
Género	<i>Pisum</i>
Especie	<i>Pisum sativum</i>

Fuente: Burstín (2020).

2.2.5.1.1. Valor nutricional de la arveja.

Es una matriz alimentaria con alto porcentaje de proteína en sus semillas que varía del 17 al 40 %, en contraste a los cereales que es del 7 al 13 %, tiene un bajo contenido en grasa, carbohidratos solubles, sustancias minerales y fibra que varía en relación al 8 %, es rica en lisina, y pobre en aminoácidos azufrados como (metionina y cisteína), en ciertas partes del mundo conforman una de las principales fuentes proteicas para humanos siendo similares a los de la carne con porcentajes del (18-25 %) (Gatti et al., 2021).

2.2.5.1.2. Aminoácidos presentes en la proteína de arveja.

Según el estudio de Tapia (2016), menciona que la proteína aislada de arveja es alta en ácidos aspártico, glutámico, arginina, lisina y leucina pero son limitados en triptofano, metionina y cisteína, (anexo 1, tabla 2).

2.2.5.2. Chocho (*Lupinus mutabilis*).

Lupinus mutabilis, comunmente conocido como chocho, altramuza, o lupino, es una especie reconocida y domesticada desde tiempos preincaicos (2.200 y 2.500 a.C), era cultivado en la zona altas por antiguos pobladores de los Andes centrales. En el Ecuador el chocho es cultivado en 10 provincias de la zona sierra: Carchi, Imbabura, Pichincha, Cotopaxi, Tungurahua, Chimborazo, Bolívar, Cañar, Azuay y Loja (Food and Agriculture Organization [FAO], 2018).

2.2.5.2.1. Taxonomía y Características botánicas del chocho.

Lupinus mutabilis pertenece a la familia *Leguminosae* (o *Fabaceae*), la subfamilia *Faboideae* (*Papilionoideae*), la tribu *Genisteae* y la subtribu *Genisteae*. Planta herbácea anual que posee un sistema radicular pivotante, ramificado, vigoroso poco profundo, la altura de la planta va desde 0,5 m a 2,5 m, su tallo es glabro, leñoso y grueso variando de color verde claro, oscuro y gris a castaño, sus hojas tienen forma digitada con 5 a 12 folíolos que varían entre ovalados a lanceolados de color amarillo verdoso a verde oscuro según su contenido de antocianinas (FAO, 2018).

2.2.5.2.2. Valor nutricional del Chocho.

De acuerdo con Soto et al. (2010), en su estudio enfatiza que el chocho es una matriz alimentaria que destaca por su alto contenido en proteínas, así como en aminoácidos, grasa vegetal, ácido linoleico y carbohidratos (Tabla 3).

Tabla 3.

Valor Nutricional de chocho, *Lupinus mutabilis*

Contenido	Valor por 100g
Proteína	44.3
Grasa	16.5
Carbohidrato	28.2
Fibra	7.1
Ceniza	3.3
Humedad	7.7

Evaluación biológica (g/100g)

Fuente: Soto et al. (2010).

2.2.5.2.3. Aminoácidos identificados en un aislado proteico de chocho.

Guerra (2018), realizó en su estudio varias placas de CCF con distintos solventes, para determinar el perfil de aminoácidos presentes en el aislado proteico de chocho, que fueron (ácido glutámico, treonina, valina, isoleucina, leucina, metionina y triptofano) (anexo 2, tabla 4).

2.2.5.3. Quinoa (*Chenopodium quinoa*).

Es una especie andina domesticada hace miles de años por las culturas pre-hispánicas, este pseudocereal se cultiva en una amplia franja de Sudamérica, desde el nivel del mar hasta altitudes de 4.000 metros, tiene una alta capacidad de adaptabilidad capaz de tolerar climas variados como zonas con precipitaciones de (0 a 1000 mm), las temperaturas óptimas para el desarrollo de la quinoa oscilan entre (15 a 25 °C), aunque existen variedades que se adaptan a rangos más amplios (Pando, 2016).

2.2.5.3.1. Valor nutricional de la Quinoa.

La quinoa es un pseudocereal que se destaca por su calidad en proteínas, siendo rica en aminoácidos esenciales, carbohidratos, bajos índices de glicemia y

una mejor calidad nutricional y funcional respecto a cereales como (avena, trigo y arroz) (Tabla 5) (Departamento de Agricultura de los Estados Unidos USDA, 2013).

Tabla 5.
Contenido de nutrientes de la Quinoa

Nutriente	g
Proteína	14,12
Grasa	6,07
Carbohidratos	64,16
Fibra	7,00
Ceniza	2,38
Agua	13,28
Almidón	52,22

Valor por 100 g de la Quinoa

Fuente: USDA (2013).

2.2.5.3.2. Aminoácidos esenciales presentes en la Quinoa.

Pathan et al. (2019), realizaron un estudio comparativo del contenido de aminoácidos de la quinoa, amaranto y espinacas, dando los siguientes valores detallados en la (Tabla 6).

Tabla 6.
Perfil de aminoácidos esenciales de la quinua

Aminoácidos esenciales	Valores (g)
Fenilalanina	1,79
Histidina	0,70
Isoleucina	1,61
Leucina	2,65
Lisina	1,89
Metionina	0,60
Treonina	1,45
Triptófano	1,23
Valina	1,84
Cisteína	*

Fuente: Pathan et al. (2019).

2.2.5.4. Necesidades proteicas para deportistas.

Según Tarnopolsky (2004), el ejercicio de resistencia genera oxidación de distintos grupos de aminoácidos, siendo la leucina el aminoácido de cadena ramificada más estudiada en relación con los ejercicios de resistencia, la cual es oxidada por la enzima (BCOAD) “oxoácido deshidrogenasa de cadena ramificada”. Se encuentra inactiva en estado de reposo (4-7 %) y se activa al inicio de entrenamientos, la oxidación de aminoácidos se atenúa (hasta un 25 %), durante los entrenamientos de resistencia.

Un atleta recreativo que trote cuatro veces por semana durante 1 hora metabolizaría alrededor de (2.000 kcal/semana), es un escenario diferente a un atleta de alto nivel que entrena y compite durante 8 a 40 horas/semana el cual requeriría entre (5.600 a 40.000 kcal/semana), estos se determinan mediante técnicas como el balance de nitrógeno, que es un método usado para determinar los requerimientos proteicos en los seres humanos (Tarnopolsky, 2004).

2.2.5.5. Dietas plant-based en el deporte.

De acuerdo con Oeste et al. (2023), las necesidades nutricionales en la comunidad deportiva varían considerablemente en función del tipo de deportista, su nivel, sus objetivos (entrenar, competir, resistencia, aumento de peso, etc), características individuales como (edad, sexo, tamaño, etc), estos criterios están en constante cambio a raíz de que el atleta vaya cumpliendo sus objetivos, sin embargo diversos estudios han derivado las recomendaciones de macro y micronutrientes de manera general para atletas que optan por una alimentación plant based (anexo 3, tabla 7) .

2.2.5.6. Premezclas.

Las premezclas se fabrican de distintas matrices alimentarias como: plantas leguminosas, cereales, tubérculos, pseudocereales, frutas, entre otros que permiten elaborar un producto con alto valor nutritivo. Estos polvos alimentarios se diferencian por sus características reológicas, organolépticas y físicas, lo que deriva al desarrollo de tecnológicas de fortificación, obtención o mezcla de ingredientes que permitan el máximo aprovechamiento de sus nutrientes, se distinguen por su composición química, características físicas y propiedades funcionales (Orjuela, 2017).

2.2.5.7. Suplementos.

Son complementos alimenticios de matrices alimentarias, que son ricos en ciertos nutrientes o sustancias que permiten elaborar subproductos enriquecidos, los suplementos son ingeridos intencionalmente con la finalidad de lograr un beneficio para la salud o el rendimiento, así como agregar valor nutricional para “suplementar” la dieta habitual (Antuñano et al. 2019).

2.2.5.8. Propiedades funcionales.

Son características fisicoquímicas de ciertos componentes de los alimentos que determinan su comportamiento y apariencia, tales como la hidratación, espumado, emulsificación, gelificación, capacidad de hinchamiento, capacidad de absorción de agua y capacidad de retención de agua y otras características que están asociadas a las proteínas presentes de los alimentos. Las propiedades de hidratación se refieren a la retención de agua dentro de la matriz, estas van a depender de la naturaleza fisicoquímica de la fibra debido a sus contenidos de (pectina, mucílagos, gomas, hemicelulosas solubles e insolubles, lignina, etc), de tal manera que las matrices alimentarias que son ricas en fibra soluble como las frutas y verduras tienen una mayor capacidad de hidratación que los cereales y pseudocereales (Ramírez, 2009).

2.3 Marco legal

2.3.1 Norma NTE INEN 2983:2022

Suplementos alimenticios. Se define como un producto que complementa la dieta normal y proporciona una fuente concentrada de nutrientes, los cuales pueden presentarse en diversas formas sólidas como (comprimidos, cápsulas, granulados o polvos), también de forma líquida como (gotas, o soluciones).

Alimentos para regímenes especiales. Se define como alimentos especiales que satisfacen necesidades alimentarias tales como (condiciones físicas, fisiológicas extraordinarias, enfermedades o trastornos específicos).

Extracto de planta. Componente obtenido directamente de una planta por acción de un disolvente agua o mezclas hidroalcohólicas de distintas concentraciones de especies de origen vegetal.

Nutriente. Sustancia consumida como un constituyente del alimento:

- Proporciona energía

- Necesario para el crecimiento, desarrollo y mantenimiento de una vida sana o, cuyo déficit hace que se produzcan cambios bioquímicos y fisiológicos distintivos.

Requisitos

Los suplementos alimenticios deben ser producidos acorde a las buenas prácticas de fabricación de alimentos.

En el proceso de elaboración de suplementos alimenticios deben ser empleados matrices de origen animal, vegetal o mineral, sea tal como se presentan en la naturaleza o sometidos a procesos de concentración de sustancias como (deshidratación o la extracción), como fuentes de carbohidratos, proteínas, lípidos, aminoácidos, ácidos grasos, vitaminas y minerales.

Ante la presencia de *Escherichia coli* debe seguirse el método USP 2022 para determinar si las colonias son entero virulentas. No hay tolerancia para la presencia de *Escherichia coli* entero virulento. No detectado requiere que no deben existir colonias presentes en 10 g de muestra, cuando se ensaya bajo las condiciones del método USP citado. El nivel de detección para este método de ensayo es de 10 UFC/g durante el periodo de tiempo ensayado (Tabla 8).

Tabla 8.

Requisitos microbiológicos para los complementos nutricionales

REQUISITO	UNIDAD	Tipo I	Tipo II	Tipo III	METODO DE ENSAYO
Aerobios totales, máx.	UFC/g	1×10^3	1×10^4	1×10^7	USP 2021
Mohos y levaduras, máx.	UFC/g	1×10^2	1×10^3	1×10^5	USP 2021
<i>Salmonella spp.</i> , máx.	UFC/g	ND	ND	ND	USP 2021
<i>Escherichia coli</i> , máx.	UFC/g	ND	ND	1×10^2	USP 2021
<i>Staphylococcus aureus</i> , máx.	UFC/g	ND	ND	ND	USP 2021

ND = no detectable.

Fuente: NTE INEN 2983 (2022). Elaborado por: La autora, 2025

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Enfoque de la investigación

Enfoque mixto: La presente investigación abordó datos cualitativos (revisión bibliográfica acerca de perfiles nutricionales, propiedades funcionales y tecnológicas de las matrices alimentarias utilizadas), y datos cuantitativos (Caracterización de aminoácidos, proteínas, análisis microbiológicos), integrar estos enfoques ayudan a obtener una mayor comprensión del producto terminado.

3.1.1 Tipo y alcance de la investigación

El presente trabajo de investigación tuvo un enfoque, experimental, documental, y descriptiva. El componente documental de la investigación se basó en la consulta de diferentes fuentes bibliográficas, como artículos científicos, artículos académicos obtenidos de la biblioteca virtual de la Universidad Agraria del Ecuador, regulaciones de las normativas oficiales.

La investigación fue de tipo descriptiva porque consiste en el estudio de trabajos de investigación, para identificar los aminoácidos esenciales que ayuden a suplir los requerimientos de los deportistas. El componente experimental de la investigación se basó en el aprovechamiento de proteínas de origen vegetal, conociendo su perfil de aminoácidos, propiedades funcionales, mediante análisis fisicoquímicos y microbiológicos.

3.1.2 Diseño de investigación

El diseño de la investigación se realizó mediante distintas formulaciones con proporciones variadas de harina de arveja (*Pisum sativum*), harina de chocho (*Lupinus mutabilis*), y quinoa (*Chenopodium quinoa*) sumando un 100 % en cada tratamiento, se aplicó la prueba t-student de una sola variable para determinar el tratamiento con el mayor contenido de proteínas, el cual se sometió a pruebas de caracterización de aminoácidos, propiedades funcionales, análisis fisicoquímicos, y microbiológicos.

3.2 Metodología

3.2.1 Variables

3.2.1.1. Variable independiente

Mezcla con distintas proporciones de Harina de arveja (*Pisum sativum*), harina de chocho (*Lupinus mutabilis*) y quinoa (*Chenopodium quinoa*).

3.2.1.2. Variable dependiente.

- Perfil de aminoácidos de la formulación con mayor contenido de proteínas de la premezcla.
- Descripción de las propiedades funcionales de la formulación con el mayor contenido de proteínas (capacidad de hinchamiento, capacidad de retención de agua, solubilidad, capacidad de absorción de agua)
- Análisis fisicoquímicos de la formulación con el mayor contenido de proteínas (proteínas, humedad, ceniza, grasa).
- Análisis microbiológicos de la formulación con el mayor contenido de proteína (Aerobios totales, mohos y levaduras, Enterobacterias)

3.2.2 Matriz de Operacionalización de variables

Tabla 9.
Matriz de Operacionalización de variables

Variable	Tipo	Nivel de medida	Descripción
Variables independientes			
Mezcla de distintas proporciones de harina de arveja, chocho y quinoa.	Cuantitativa	Nominal	Combinación de diferentes cantidades de la premezcla.
Variables dependientes			
Perfil de aminoácidos de la premezcla	Cuantitativa	Continua	Identificación de los aminoácidos en la mezcla
Propiedades funcionales	Cuantitativa	Continua	Capacidad de hinchamiento, retención de agua, solubilidad, y absorción de agua

Variables dependientes			
Análisis fisicoquímicos	Cuantitativa	Continua	Proteína, humedad, ceniza, y grasa
Análisis microbiológicos	Cuantitativa	Continua	Aerobios totales, mohos y levaduras, <i>Salmonella spp.</i> , <i>Escherichia coli</i> , y <i>Staphylococcus aureus</i>

Elaborado por: La Autora, 2025

3.2.3 Tratamientos

Para el estudio se realizó 3 tratamientos con diferentes concentraciones de harina de arveja (*Pisum sativum*), harina de chocho (*Lupinus mutabilis*), y quinoa (*Chenopodium quinoa*), tomando de referencia la formulación de Paz-Yépez y Lozano (2022), los valores se muestran en la Tabla 10.

Tabla 10.

Formulación para la elaboración de la premezcla proteica

Componentes	Tratamiento 1	Tratamiento 2	Tratamiento 3
	(%)	(%)	(%)
Harina de Arveja	59,565	36,71	24,81875
Harina de Chocho	36,71	3	49,6375
Quinoa	3	59,565	24,81875
Goma Xantana	0,6	0,6	0,6
Preservantes (NS-1017S)	0,125	0,125	0,125
Total	100	100	100

Fuente: Paz-Yépez y Lozano (2022).

3.2.4 Diseño experimental

En el presente estudio se aplicó un diseño experimental en base a la prueba ANOVA y P tukey que nos permitió realizar comparaciones por pares entre todos los grupos para identificar específicamente cuáles pares de medias son significativamente diferentes entre sí, siendo una herramienta estadística que permite evaluar las medias de uno o dos grupos a través de prueba de hipótesis.

3.2.5 Recolección de datos

3.2.5.1. Recursos.

3.2.5.1.1. Recursos bibliográficos.

- Artículos de revistas
- Documentos de sitios web
- Centro de información bibliotecaria virtual-Universidad Agraria del Ecuador
- Libros electrónicos
- Norma INEN

3.2.5.1.2. Materia prima e Insumos.

Materia prima

- Harina de Arveja (*Pisum sativum*)
- Harina de Chocho (*Lupinus mutabilis*)
- Polvo de Quinoa (*Chenopodium quinoa*)

Aditivos

- Sorbato de potasio

Insumos

- Bolsas de polipropileno de alta densidad

3.2.5.1.3. Obtención de la harina de arveja.

Materia prima

- Granos deshidratados de arveja

Aditivos

- Sorbato de potasio

Insumos

- Bolsas de polipropileno de alta densidad

3.2.5.1.4. Obtención de harina de chocho.

Materia prima

- Granos deshidratados de chocho

Aditivos

- Sorbato de potasio

Insumos

- Bolsas de polipropileno de alta densidad

3.2.5.1.5. Obtención de harina de quinoa.*Materia prima*

- Granos deshidratados de quinoa

Aditivos

- Sorbato de potasio

Insumos

- Bolsas de polipropileno de alta densidad

3.2.5.1.6. Equipos y materiales para la obtención de la premezcla.

- Molino
- Tamices 100 a 150 micras
- Marmita 120-130 °C
- Deshidratador (Model No. ST-04(T))
- Balanza analítica (Sartorius)

3.2.5.1.7. Recursos institucionales.

- Laboratorios de la Universidad Agraria del Ecuador

3.2.5.1.8. Materiales y equipos para la determinación de proteínas en la premezcla.

- Balanza analítica (Sartorius) 100 g y 300 g.
- Matraz Kjeldahl de 50 mL
- Matraz Erlenmeyer de 500 mL
- Equipo Kjeldahl
- Ácido sulfúrico 98 %
- Hidróxido de sodio 50 %
- Solución alcohólica rojo de metilo

3.2.5.1.9. Materiales y equipos para la determinación de aminoácidos en la premezcla.

- Equipo de HPLC Shimadzu
- Solución de o-flalaldehído (OPA)

- Metanol 20 %-80 %
- Tampón borato 50 (mol/L)
- Ácido mercaptopropionico 5 %
- Kit de L-aminoácidos de SIGMA Chemicals

3.2.5.1.10. Materiales y equipo para la determinación de humedad en la premezcla.

- Cápsulas de vidrio pyrex
- Estufa de secado
- Desecador Bel-Art con 5.5 diámetro x 0.1in de grosor
- Balanza analítica (Sartorius) 100 g y 300 g.
- Termómetro 105 °C
- Espátula
- Papel secante
- Pinzas

3.2.5.1.11. Materiales y equipos para la determinación de ceniza en la premezcla.

- Mufla de laboratorio estándar
- Desecador Bel-Art con 5.5 diámetro x 0.1in de grosor
- Crisol
- Espátula
- Balanza analítica (Sartorius) 100 g y 300 g.

3.2.5.1.12. Materiales y equipos para la determinación de grasa en la premezcla.

- Balanza analítica (Sartorius) 100 g y 300 g.
- Crisol
- Vaso de precipitación 250 mL a 500 mL.
- Papel filtro
- Espátula
- Matraz aforado 250 mL a 500 mL.
- Éter anhídrido
- Desecador Bel-Art con 5.5 diámetro x 0.1 in de grosor

- Plancha eléctrica de calentamiento
- Estufa de secado

3.2.5.1.13. Materiales y equipos para la determinación de la capacidad de hinchamiento en la premezcla.

- Tubos de ensayo 25 mL a 50 mL
- Balanza analítica (Sartorius) 100 g y 300 g.
- Agitador magnético o vortex
- Embudo
- Filtro de papel
- Estufa de secado
- Agua destilada
- Pipetas 50 mL
- Centrífuga 2,000 a 15,000 rpm.
- Desecador Bel-Art con 5.5 diámetro x 0.1in de grosor
- Baño María o incubadora con control de temperatura
- Cronometro o reloj

3.2.5.1.14. Materiales y equipos para la determinación de la capacidad de retención de agua de la premezcla.

- Tubos de ensayo 25 mL a 50 mL
- Balanza analítica (Sartorius) 100g a 300 g.
- Agitador magnético o vortex
- Embudo
- Filtro de papel
- Estufa de secado
- Agua destilada 100%
- Pipetas 50 mL
- Centrifuga 2,000 a 15,000 rpm.
- Desecador Bel-Art con 5.5 diámetro x 0.1in de grosor
- Baño María o incubadora con control de temperatura
- Cronometro o reloj

3.2.5.1.15. Materiales y equipos para la determinación de solubilidad en la premezcla.

- Tubos de ensayo 25 mL a 50 mL
- Balanza analítica (Sartorius) 100g a 300 g.
- Agitador magnético o vortex
- Embudo
- Filtro de papel
- Estufa de secado
- Agua destilada 100%
- Pipetas 50 mL
- Centrifuga 2,000 a 15,000 rpm.
- Desecador Bel-Art con 5.5 diámetro x 0.1in de grosor
- Baño María o incubadora con control de temperatura
- Cronometro o reloj
- pH-metro
- Espectrofotómetro

3.2.5.1.16. Materiales y equipos para determinar la capacidad de absorción de agua en la premezcla.

- Tubos de ensayo 25 mL a 50 mL
- Balanza analítica (Sartorius) 100 g a 300 g
- Agitador magnético o vortex
- Embudo
- Filtro de papel
- Estufa de secado
- Agua destilada 100 %
- Pipetas 50 mL
- Centrífuga 2,000 a 15,000 rpm
- Desecador Bel-Art con 5.5 diámetro x 0.1in de grosor
- Baño María o incubadora con control de temperatura
- Cronometro o reloj

3.2.5.1.17. Materiales y equipos para la determinación de aerobios totales en la premezcla.

- Agar para recuento en placa (PCA)
- Pipetas 50 mL
- Solución salina estéril 0.85 % (w/v)
- Tampón fosfato 0.1 (mol/L)
- Tubos de ensayo 25 mL a 50 mL
- Cajas de Petri estériles
- Incubadora 35 °C a 37 °C.
- Mechero de Bunsen
- Asas de siembra estériles
- Microscopio compuesto
- Contador de colonias
- Autoclave 121 °C
- Balanza analítica (Sartorius) 100 g a 300 g
- Cámara de flujo laminar

3.2.5.1.18. Materiales y equipos para la determinación de Mohos y levaduras en la premezcla.

- Medio de cultivo Sabouraud dextrosa agar
- Pipetas 50 mL
- Cajas de Petri estériles
- Incubadora 35 °C a 37 °C.
- Tubos de ensayo 25 mL a 50 mL
- Agua destilada 100 %
- Mechero de Bunsen
- Asas de siembra estériles
- Microscopio compuesto
- Contador de colonias
- Autoclave 121 °C
- Balanza analítica (Sartorius) 100 g a 300 g
- Cámara de flujo laminar

3.2.5.1.19. Materiales y equipos para la determinación de *Escherichia coli* en la premezcla.

- Caldo de enriquecimiento para *E.coli*
- Agar selectivo y diferencial para *E.coli*
- Cajas de Petri estériles
- Incubadora 35 °C a 37 °C.
- Tubos de ensayo 25 mL a 50 mL
- Agua destilada 100 %
- Mechero de Bunsen
- Asas de siembra estériles
- Microscopio compuesto
- Contador de colonias
- Autoclave 121 °C
- Balanza analítica (Sartorius) 100 g a 300 g
- Cámara de flujo laminar

3.5.1.20. Materiales y equipos para la determinación de *Salmonella* spp en la premezcla.

- Caldo de enriquecimiento para *Salmonella* spp.
- Agar selectivo y diferencial para *Salmonella* spp
- Cajas de Petri estériles
- Incubadora 35 °C a 37 °C.
- Tubos de ensayo 25 mL a 50 mL
- Agua destilada 100 %
- Mechero de Bunsen
- Asas de siembra estériles
- Microscopio compuesto
- Contador de colonias
- Autoclave 121°C
- Balanza analítica (Sartorius) 100 g a 300 g
- Cámara de flujo laminar

3.5.1.21. Materiales y equipos para determinar *Staphylococcus aureus* en la premezcla.

- Cajas de Petri estériles
- Reactivos para pruebas de confirmación
- Agar Baird-Parker
- Solución salina 0.85 % (w/v)
- Incubadora 35 °C a 37 °C.
- Tubos de ensayo 25 mL a 50 mL
- Agua destilada 100 %
- Mechero de Bunsen
- Asas de siembra estériles
- Microscopio compuesto
- Contador de colonias
- Autoclave 121 °C

3.2.5.2 Métodos y técnicas

3.2.5.2.1. Obtención de la premezcla proteica a base de harina de arveja (*Pisum sativum*), harina de chocho (*Lupinus mutabilis*), y quinoa (*Chenopodium quinoa*).

Figura 1.

Diagrama de flujo para la obtención de la premezcla proteica a base de harina de arveja (*Pisum sativum*), harina de chocho (*Lupinus mutabilis*), y quinoa (*Chenopodium quinoa*).



Elaborado por: La Autora, 2025

3.2.5.2.2. Descripción de las etapas del proceso de obtención de la premezcla a base de harina de arveja (*Pisum sativum*), harina de chocho (*Lupinus mutabilis*), y quinoa (*Chenopodium quinoa*).

Recepción de materia prima: Las matrices alimentarias propuestas para la elaboración de la premezcla fueron expuestas a pruebas rápidas para determinar

que cumpla con los requisitos según las normativas vigentes, y sean seguros para el consumo humano.

Limpieza y tamizado de harinas: Las matrices alimentarias (harinas) pasaron por el proceso de limpieza y tamizado con el fin de retirar cualquier impureza o material extraño como son: fragmentos de hojas, tallos o raíces, partículas de tierra, restos de cascara o cubiertas externas de los granos, las partículas mayores a 0,5 mm serán nuevamente procesadas para obtener una materia prima inocua.

Pesado: Con ayuda de una balanza analítica se pesó las cantidades de cada matriz alimentaria y aditivos descritos en la tabla de tratamientos.

Mezclado: Las harinas y aditivos previamente pesados, se mezclaron de manera uniforme con el fin de obtener una distribución homogénea de los ingredientes.

Homogenizado: En esta etapa las partículas más grandes de harina y otros ingredientes (aditivos), reducen su tamaño (0.2mm), mejorando su textura y la capacidad de disolución de la premezcla.

Envasado: La premezcla fue envasada en bolsas de polipropileno de alta densidad, para preservar sus propiedades.

Almacenado: Se almacenaron en un lugar fresco y seco que no exceda las temperaturas de 20 – 25°C, hasta su posterior uso.

3.2.5.2.3. Determinación de aminoácidos por método HPLC.

Para la determinación de los aminoácidos se utilizó solución de o-ftalaldehido (OPA), Tampón borato, kit de L-aminoácidos de SIGMA Chemicals Corp., Metanol, Acido mercaptopropionico, Equipo de HPLC Shimadzu. La caracterización del perfil de aminoácidos de la premezcla se basó mediante la combinación de o-ftalaldehido (OPA) con el ácido mercaptopropionico provocando un derivado isoindolico fluorescente que absorbe a 338 nm.

La consecución del derivado isoindolico fluorescente se empleó para la detección de los aminoácidos (Castillo et al., 2011).

- Se preparó una solución de o-ftalaldehido (OPA) mezclando 50 mg de OPA, 4 mL de metanol, 500 µl de tampón borato y 50 µl de ácido mercaptopropiónico.
- Método de Derivatización de la muestra: se utilizó la derivatización con OPA para los aminoácidos primarios con una modificación al reemplazar el mercaptoetanol por el ácido-3-mercaptopropiónico.

- Se realizó una mezcla automática en el inyector durante 3 min de 30 µl de muestra con 180 µl de tampón borato a pH 10,4 y 30 µl de OPA.
- Condiciones cromatográficas: Se usó del equipo de HPLC Shimadzu con bombas LC-10 AD VP117 y autoinyector SIL-10 AD VP con un sistema controlador SCL10 AD VP y un detector UV SPD-10A. Uso de columna: LichrospHer 100 RP18, 5 µm (Merck) con detección por UV a 338 nm a temperatura entre 30 y 35 °C a un flujo de 1,2 mL min, con un volumen de inyección de 10 µl, utilizando un programa de gradiente binario. La fase móvil es un gradiente en el tiempo de los solventes A (20 mM de buffer acetato sódico con 0,018 % (v/v) de trietilamina y 0,03 % de tetrahidrofurano) y B (20 % de 100 mM de buffer acetato sódico, 40 % de acetonitrilo y 40 % de metanol).
- Calibración externa: Para la cuantificación se realizó una calibración externa con mezcla de L-aminoácidos: ácido aspártico (Asp), ácido glutámico (Glu), asparagina (Asn), serina (Ser), glutamina (Gln), histidina (His), glicina (Gly), threonina (Thr), alanina (Ala), arginina (Arg), tirosina (Tyr), valina (Val), metionina (Met), triptófano (Tryp), fenilalanina (PHe), leucina (Leu) y lisina (Lys), a una concentración de 0,25 µmol/mL en 0,1 N de HCl (Castillo et al., 2011).

3.2.5.2.4. Determinación del contenido de proteínas.

El análisis de proteínas se realizó mediante el método Kjeldahl, determinando el contenido de nitrógeno orgánico total, los reactivos usados fueron: H_2SO_4 95-97 %, sulfato de cobre, sulfato de potasio, NaOH 30 %, NaOH 0,1 N, H_2SO_4 0,1N, agua destilada e indicador de rojo de metilo. Este proceso se divide en 3 etapas: digestión, destilación y valoración (Paz-Yépez y Lozano, 2022).

- Se pesó aprox. 1 g de muestra en papel filtro. Se realizó la muestra por duplicado.
- Se pesó 0,8 g sulfato de cobre y 7 g de sulfato de potasio y se agregó en los tubos Kjeldahl.
- Se agregó 6 - 10 perlas de vidrio en cada tubo.
- Se agregó las muestras envueltas en papel filtro en los tubos Kjeldahl.

- Se llevó los tubos a la campana de extracción y medir 25 mL de H_2SO_4 concentrado. Realizar un blanco (agregar todos los reactivos menos la muestra).
- Se colocó los tubos en la parrilla de digestión.
- Se encendió el regulador, el equipo y se programó la temperatura de trabajo (Programa 4) Paso 1: 150 °C / 15 min. Paso 2: 150 °C / 15 min. Paso 3: 300 °C / 30 min. Paso 4: 400 °C / 90 min.
- Una vez terminado el programa, se alzó el soporte de los tubos para evitar que siga el calentamiento y se esperó a que se enfríen.
- En un matraz Erlenmeyer se colocó 50 mL de ácido sulfúrico estandarizado al 0,1 N y se agregó 4 gotas de rojo de metilo
- Los tubos fueron colocados uno a uno en el equipo de destilación junto a cada matraz para recolectar el destilado.
- Se titularon con NaOH 0,1 N; la titulación termina cuando la solución cambia a amarillo.
- Se anotó el volumen consumido por la bureta.

Cálculos:

El contenido de proteínas de la muestra, en base seca se calculó mediante la ecuación 1.

Ecuación 1:

$$p = (1.40)(F) \frac{(V_1N_1 - V_2N_2) - (V_3N_1 - V_4N_2)}{m(100 - H)}$$

Donde:

- P= contenido de proteínas en porcentaje de masa.
- V_1 = volumen de la solución 0,1 N H_2SO_4 , empleado para recoger el destilado de la muestra, en cm^3 .
- N_1 = normalidad de la solución de ácido sulfúrico.
- N_2 = normalidad de la solución de NaOH
- V_2 = volumen de la solución 0,1 N de NaOH, empleado en la titulación, en cm^3 . N_2 = normalidad de la solución de NaOH
- V_3 = volumen de la solución 0,1 N H_2SO_4 empleado para recoger el destilado del ensayo en blanco, en cm^3 .

- V_4 = volumen de la solución NaOH 0,1 N empleado en la titulación del ensayo en blanco, en cm^3 .
- m = masa de la muestra en g.
- H = porcentaje de humedad en la muestra
- F = factor para convertir el nitrógeno a proteínas. ($F=6.25$) (Paz-Yépez y Lozano, 2022).

3.2.5.2.5. Determinación de ceniza total.

El método para determinar la ceniza total se llevó a cabo mediante incineración seca, y consistió en quemar la sustancia orgánica de la muestra en la mufla a temperatura de $550^{\circ}C \pm 25^{\circ}C$, la sustancia orgánica entra en combustión y forma CO_2 , agua, y sustancias inorgánicas (minerales), que forman parte de los residuos al como demuestra la ecuación 2. (Bernabe y Cancho, 2017).

Cálculos

Ecuación 2:

$$\%Ceniza\ totales = \frac{m_2 - m_0}{m_1 - m_0} \times 100$$

Donde:

- m_2 = masa del crisol con cenizas, en gramos
- m_1 = masa del crisol con muestra, en gramos
- m_0 = masa del crisol vacío, en gramos

3.2.5.2.6. Determinación de humedad.

El método de determinación de humedad, consistió en colocar la cápsula en una balanza analítica con 10 g de la muestra con ayuda de una espátula de metal limpia, determinando el peso de la cápsula en blanco y la cubierta del plato. Se anotó el peso de la muestra y se cierra el equipo. La muestra homogenizada es transferida dentro del equipo de horno de aire caliente a $135^{\circ}C$ durante 90 minutos para ello se debe realizar la ecuación 3. Por último, se retiró la muestra de la placa y se dejó enfriar la muestra en el desecador para realizar el pesaje final (Franco et al. 2014).

Cálculos:

Ecuación 3:

$$\%Humedad = \frac{\text{perdida de peso en (g)}}{\text{peso de muestra en (g)}} \times 100$$

Donde:

- P_1 = pérdida de peso en g
- P_2 = pérdida de peso en muestra g

3.2.5.2.7. Determinación de grasa.

En este método, la muestra sólida molida se coloca dentro de un recipiente denominado cartucho, el cual se encuentra en la cámara del equipo extractor Soxhlet. Se calienta el cartucho extractor que se sitúa en un matraz provocando que sus vapores se condensen y caigan gota sobre el cartucho que contiene la muestra, extrayendo así los compuestos solubles de interés. Cuando el nivel del cartucho condensado en la cámara alcanza la parte superior del tubo lateral con forma de sifón, el cartucho con los compuestos extraídos disueltos asciende por dicho sifón y regresa al matraz de ebullición, el ciclo se repite hasta que se extraen totalmente los compuestos de la mezcla para ello se debe de tomar en cuenta la ecuación 4 (Universidad Pablo de Olavide, 2004).

Cálculos:

Ecuación 4.

$$\%Grasa = \frac{\text{Peso de balon con grasa} - \text{Peso balon}}{\text{Peso de muestra}} \times 100$$

Donde:

- PM=Peso de muestra seca, en gramos
- PV= Peso del balón vacío, en gramos
- PG=Peso del balón más extracto etéreo seco, en gramos (Bernabe y Cancho, 2017).

3.2.5.2.8. Determinación de capacidad de hinchamiento, Solubilidad, y Capacidad de absorción de agua.

Para determinar la capacidad de hinchamiento, solubilidad y capacidad de absorción de agua, se pesaron 2 gramos de la muestra por triplicado en tubos de centrifuga de 50 mL. Luego se adicionaron 40 mL de agua destilada a cada tubo. La mezcla se agitó suavemente con una varilla de vidrio y se calentó en un baño de 90°C durante 10 minutos. Posteriormente, se dejó enfriar hasta una temperatura ambiente y se centrifugo a 3000 g durante 10 minutos.

Después de la centrifugación, se separó y peso el sobrenadante vertiéndolo en capsulas previamente tarada, para luego pesar nuevamente el residuo seco del

sobrenadante (peso m_{sd}), además se pesó la fracción de muestra hidratada que quedo en el fondo de los tubos (peso m_{ss}) después de retirar el sobrenadante realizando la ecuación 5, 6 7 (Salvador, 2016).

Cálculos:

Ecuación 5.Capacidad de hinchamiento

$$WAI = \frac{m_{ss}}{m_o} \left(\frac{g}{g} \right)$$

Ecuación 6.Solubilidad

$$WSI = \left(\frac{m_{sd}}{m_o} \right) \times 100 \left(\frac{g}{100} \right)$$

Ecuación 7.Capacidad de absorción de agua

$$SP = \frac{m_{ss}}{m_o - m_{sd}} \left(\frac{g}{g} \right)$$

3.2.5.2.9. Determinación de Retención de agua.

Se emplearon sondas de 25 mL o 50 mL previamente taradas, en cada probeta se agregaron 20 o 40 mL respectivamente de agua destilada. Luego, se vierten 2 gr de muestra (peso mes) sobre el agua, realizando 4 réplicas. Una vez añadida la muestra sobre el agua, se esperó a que caiga en el fondo sin mezclar.

La muestra debe de absorber el agua durante un tiempo de 24 horas, pasado este tiempo se desechó el sobrenadante y se pesó la muestra hidratada sedimentada (ms) realizando la ecuación 8 (Salvador, 2016).

Cálculos:

Ecuación 8.

$$WHC = \frac{m_s}{m_o} \left(\frac{gH_2O}{g\text{ muestra}} \right)$$

3.2.5.210. Determinación de Aerobios totales- Método de filtración por membrana.

Procedimiento:

- Se preparó una dilución de la muestra pesando 10 g y disolviéndolos en 100 mL de una solución tampón fosfato de pH 7,2 adicionada con un medio líquido de digestión de soja y caseína.
- Se tomaron 1 mL de la dilución final y agregarla entre 5 y 10 mL de la misma solución tampón fosfato de pH 7,2 con medio líquido de soja-caseína líquida.

- Se lavaron las membranas de filtración con alguna de las diluciones preparadas y transferirlas a placas de Petri que contienen el medio de cultivo soja-caseína-agar previamente solidificado a temperatura ambiente
- Incubar las placas inoculadas a una temperatura entre 30 y 35 °C durante un periodo de 48-72 horas.
- Pasado el tiempo de la incubación, examinar las placas en busca de crecimiento microbiano visible.
- Realizar el conteo de número de colonias presentes y reportar el promedio de las dos placas como el recuento de microorganismo por gramo de cada muestra analizada (Microbiology and Sterility Assurance, 2021).

3.2.5.2.11. Determinación de Mohos y levaduras-Método de filtración por membrana.

Procedimiento:

Se empleó el mismo método de filtración por membrana detallada para el recuento microbiano aerobio totales, con la excepción del medio de cultivo, en lugar del medio de soja-caseína-agar, se utilizó agar Sabouraud dextrosa. Las membranas de filtración se transfirieron a placas de Petri con el agar Sabouraud dextrosa previamente solidificado. Anteriormente, las placas inoculadas se incubaron a una temperatura entre 20 °C y 25 °C durante un periodo de 5 a 7 días. Luego de la incubación, se examinaron las placas en busca de crecimiento microbiano y se realizó el recuento de las colonias desarrolladas, expresando el resultado como el número de microorganismo por gramo de muestra (Paz-Yépez y Lozano, 2022).

3.2.5.2.12. Determinación *Escherichia coli*.

Procedimiento:

- Se prepararon diluciones decimales de las muestras con diluyente.
- Se colocó un filtro de membrana estéril de 0.45 µm de tamaño de poro sobre un sistema de filtración al vacío.
- Se filtró un volumen conocido de la dilución de la muestra (rango típico de 1 a 100 mL) a través del filtro de membrana.

- Se retiró cuidadosamente el filtro de membrana y se colocó sobre una placa de Petri con agar selectivo para *E. coli*.
- Se incubó las placas invertidas a 35-37°C durante 24±2 horas.
- Después de la incubación, se examinaron las placas y se contaron las colonias azules a moradas, con características de *E. coli* en este medio.
- Se calculó el número de *E.coli* por gramo de muestra, teniendo en cuenta el volumen de muestra filtrada y el factor de dilución (Métodos Oficiales de Análisis de la AOAC Internacional, 2016).

3.2.5.2.13. Determinación de *Salmonella* spp.

Procedimiento:

- Se pesaron 25g de la muestra y añadir 225 mL de agua peptonada bufferada estéril.
- Se Homogenizo la mezcla e incubar a 35°C durante 24±2 horas para el enriquecimiento no selectivo.
- Se Transfirió 1 mL del cultivo enriquecido no selectivo a 10 mL de caldo y se incubó a 42°C durante 24±2 horas para el enriquecimiento selectivo.
- Se Resembro en agar selectivo como agar xilosa-lisina-desoxicolato (XLD) y agar Hektoen Enteric (HE), incubando a 35°C durante 24±2 horas.
- Se examinó las placas de agar selectivo en busca de colonias típicas de *Salmonella* spp (colonias rojas con o sin centro negro en XLD, colonias verdes o azules con o sin centro negro en HE) (Wallace et al., 2020).

3.2.5.2.14. Determinación de *Staphylococcus aureus*.

Procedimiento:

- Se pesaron 25 g de la muestra y se añadió a 225 mL de caldo tripticasa de soja con 10% de *N_aCl* esteril.
- Se homogenizo la mezcla y se incubó a 35 °C durante 48±2 horas para el enriquecimiento selectivo.
- Se resembro el cultivo enriquecido en agar Baird-Parker adicionado con yema de huevo y telurito de potasio, incubando a 35 °C durante 48±2 horas.

- Se examinó las placas en busca de colonias típicas de *S. aureus* (colonias negras brillantes rodeadas de un halo opaco y con un borde exterior transparente).
- Se realizó pruebas de confirmación en colonias sospechosas, como pruebas de coagulasa, catalasa y fermentación de glucosa y manitol.
- Se realizó pruebas adicionales de identificación bioquímica y/o molecular según sea necesario (Bennett, Hait y Tallent 2015).

3.2.6 Análisis estadístico

Se aplicó ANOVA para determinar la formulación con el mayor contenido de proteínas esto nos sirvió para determinar si existen diferencias significativas de las medias de 3 o mas grupos. La Prueba Tukey nos permitió realizar comparaciones por pares entre todos los grupos para identificar específicamente cuáles pares de medias son significativamente diferentes entre sí. (Ver tabla 11).

Tabla 11.

Modelo de análisis de varianza que se aplicará al tratamiento con mayor contenido de proteína

Fuentes de variación	Grados de libertad
Tratamientos (T-1)	(3-1)=2
Error experimental (N-T)	(15-3)=12
Total (N-1)	(15-1)=14

Elaborado por: La autora, 2025

4. RESULTADOS

4.1 Evaluación perfil de aminoácidos, de la formulación con mayor contenido de proteína de la premezcla para deportistas a base de harina de arveja (*Pisum sativum*), harina de chocho (*Lupinus mutabilis*), y quinoa (*Chenopodium quinoa*).

Previo a la evaluación del perfil de aminoácidos de la premezcla, se realizó el análisis de proteínas, el cual determinó que T3 (harina de arveja 24,81875 %; harina de chocho 49,6375 %; y quinoa 24,81875 %), fue el tratamiento con mayor porcentaje de proteínas con respecto a los demás tratamientos (Anexo 6-9), las condiciones del análisis fueron temperatura 22.4 °C, y una humedad 52.10 %, en la tabla 12 se detalla el contenido de aminoácidos de T3.

Tabla 12.

Perfil de aminoácidos del tratamiento con mayor contenido de proteínas.

Parámetros	Unidad (%gAA/100g)	% proteína (T3) por cada 100 g de muestra
Aminoácidos esenciales		
Histidina	0,76	
Isoleucina	1,68	
Leucina	2,96	
Lisina	0,39	
Metionina	0,96	
Treonina	0,35	
Fenilalanina	0,19	
Valina	2,45	
Aminoácidos no esenciales		
Alanina	ND	41.536
Tirosina	3,96	
Arginina	4,90	
Ácido Aspártico	2,90	
Ácido Glutámico	0,10	
Cisteina	ND	

Parámetros	Unidad (%gAA/100g)	% proteína (T3) por cada 100 g de muestra
Prolina	ND	
Serina	0,8	
Glicina	0,06	
Total EAA (g/100g proteína)	9,74	-
Total NEAA(g/100g proteína)	12,72	-
Total AA(g/100g proteína)	22,46	-

ND: No detectable; Total EAA (total de aminoácidos esenciales); Total NEAA (total de aminoácidos no esenciales); Total AA (suma de aminoácidos esenciales y no esenciales). Elaborado por: La autora, 2025

La tabla 12 expresa los resultados de la evaluación del perfil de aminoácidos, evidenciando su alto porcentaje de arginina (4,90 %), un aminoácido clave para la síntesis proteica y el metabolismo del óxido nítrico, así como tirosina (3,96 %), esencial para la concentración, motivación, respuesta y control motor durante el ejercicio. Además, la presencia de aminoácidos esenciales como valina (1,45 %), isoleucina (1,68 %), y leucina (2,18 %) fundamentales para el mantenimiento de tejidos musculares y recuperación tras la actividad física. Sin embargo, se evidencia la deficiencia relativa en metionina (0,14 %), y lisina (0,39 %), características comunes en proteínas de fuentes vegetales señalando la necesidad de complementarlos con otras fuentes como cereales para hacer un perfil completo.

4.2 Propiedades funcionales (capacidad de hinchamiento, capacidad de retención de agua, solubilidad, capacidad de absorción de agua) de la premezcla para deportistas a base de harina de arveja (*Pisum sativum*), harina de chocho (*Lupinus mutabilis*), y quinoa (*Chenopodium quinoa*)

El tratamiento 3 fue analizado en condiciones climáticas de ensayo de 25,2 °C de temperatura y 55,60 % de humedad (Anexo 10). La tabla 13 indica los valores obtenidos en los análisis de propiedades funcionales.

Tabla 13.

Valores obtenidos en el análisis de las propiedades funcionales del tratamiento 3

Variables	Unidades
Solubilidad	65,63 %
Capacidad de absorción (agua)	1,15 g/g
Capacidad de hinchamiento (agua)	1,80 mL/g
Retención de líquidos (agua)	8,31 %

Elaborado por: La autora, 2025

La tabla 13 muestra los resultados obtenidos de los análisis de las propiedades funcionales realizadas al tratamiento con mayor contenido proteico (T3), dando como resultado los siguientes valores:

Solubilidad (65,63%): la alta solubilidad garantiza un buen comportamiento de dispersión en medios líquidos.

Capacidad de absorción de agua (1,15 g/g): este indicador es crucial en productos donde se busca generar masas homogéneas.

Capacidad de hinchamiento (1,80 mL/g): este valor es adecuado para obtener un producto donde se busca una textura ligera.

Retención de líquidos (8,31 %): este valor refleja que el producto es capaz de mantener estabilidad en aplicaciones húmedas o semihúmedas.

4.3 Análisis físico químicos (proteína, humedad, ceniza, grasa) y microbiológicos (Aerobios totales, mohos y levaduras, *Escherichia coli*, *Salmonella spp.*, *Staphylococcus aureus*) según normativa NTE INEN 2983 a la formulación con mayor contenido de proteína.

4.3.1 Análisis de proteína

Para la determinación de la formulación con el mayor contenido de proteínas, se realizaron tres tratamientos con distintos porcentajes de las matrices vegetales: T1 (harina de arveja 59,565 %; harina de chocho 36,71 %; y quinoa 3 %), T2 (harina de arveja 36,71 %; harina de chocho 3 %, y quinoa 59,565 %) y T3 (harina de arveja 24,81875 %; harina de chocho 49,6375 %; y quinoa 24,81875 %), cada una con cinco repeticiones (Anexo 6-9). El análisis se realizó en condiciones ambientales

de ensayo de 19.6 °C de temperatura y 56.75 % de humedad. La tabla 14 indica el Anova para determinar el tratamiento con mayor contenido de proteína.

Tabla 14.

Análisis de varianza (Anova) para determinación de formulación con mayor contenido de proteínas.

Tratamiento	N	Media (%)	SD	SE	Coficiente de variación
T1	5	29.840	0.014	0.006	4.739×10^{-4}
T2	5	38.462	0.013	0.006	3.390×10^{-4}
T3	5	41.536	0.004	0.004	2.153×10^{-4}

N: número de repeticiones de los tratamientos, **SD:** desviación estándar, **SE:** error estándar.

Elaborado por: La autora, 2025

El análisis Anova realizado permitió comparar tres tratamientos (T1, T2, T3) de la premezcla de distintas matrices vegetales (harina de arveja, chocho y quinoa), usando cinco repeticiones por tratamiento. Los resultados obtenidos mostraron diferencias significativas ($p < 0.001$) entre las medias de los tratamientos, siendo T3 el mayor valor promedio (41.536), seguido de T2 (38.462) y T1 (29.840).

Tabla 14.

Prueba post-hoc Tukey en el análisis de proteína.

		Diferencia de medias	ET	gl	T	Ptukey
T1 ^a	T2 ^b	-8.622	0.008	12	-1113.095	<.001
	T3 ^c	-11.696	0.008	12	-1509.947	<.001
T2 ^b	T3 ^c	-3.074	0.008	12	-396.852	<.001

ET: error estándar de la diferencia de medias, **gl:** grados de libertad, **t:** estadístico de prueba de magnitud de diferencia entre tratamientos, **a:** T1, **b:** T2, **c:** T3.

Elaborado por: La autora, 2025

La prueba post-hoc de Tukey confirmaron que cada tratamiento pertenece a un grupo significativamente diferente (T1: a, T2: b, T3: c), revelando diferencias

significativas entre los tratamientos al comparar las medias de los datos obtenidos. En este caso, las diferencias de medias fueron: T1-T2 (-8.622), T1-T3 (-11.696) Y T2-T3 (-3.074), todas con valores $p < 0.001$, confirmando la significancia estadística, estos resultados combinados con la agrupación por letras, muestran que los tres tratamientos son significativamente distintos, siendo T3 el más destacado.

4.3.2 Análisis de humedad, ceniza y grasa

Se realizaron los análisis físico químicos del tratamiento 3 al ser el de mayor porcentaje proteico. Las condiciones ambientales de los análisis fueron temperatura 25.2 °C, y 55.60 % de humedad (Anexo10-11). La tabla 15 detalla los resultados obtenidos.

Tabla 15.
Análisis de varianza (ANOVA) en los valores obtenidos de los análisis físicos químicos.

Parámetros	Unidad	Resultados	N	Media	SD	SE	Coeficiente de variación
Humedad	%	6,23	5	6,224	0.009	0.004	0.001
Ceniza	%	3,15	5	3,140	0.014	0.006	0.005
Grasa	%	0,45	5	0,438	0.018	0.008	0.041

N: número de repeticiones; SD: desviación estándar; SE: error estándar.

Elaborado por: La autora, 2025

La tabla 15 muestra los valores obtenidos en los análisis físico químicos, indicando los siguientes resultados: humedad (6,23 %) siendo un porcentaje aceptable para productos en polvo, lo que asegura la estabilidad durante la etapa de almacenamiento minimizando riesgo por deterioro microbiológico con una baja desviación estándar (0.009) y un coeficiente de variación muy bajo (0.001), ceniza (3,15 %) un valor favorable para cumplir con los requerimientos nutricionales de minerales capaz de integrarse con las necesidades específicas de cierto grupo de consumidores con una baja desviación estándar (0.014) y un coeficiente de variación bajo (0.005), grasa (0,45 %) refuerza el carácter saludable de la premezcla haciéndola adecuada para personas que buscan productos bajos en lípidos cuenta con una desviación estándar más alta (0.018), con respecto a los demás parámetros analizados y un coeficiente de variación bajo (0.041) indicando variabilidad relativa aceptable.

4.3.3 Análisis microbiológicos

Se realizaron los respectivos análisis microbiológicos de cinco microorganismos patógenos (Aerobios totales, mohos y levaduras, *Salmonella spp.*, *Escherichia coli*, y *Staphylococcus aureus*) según la norma NTE INEN 2983 (2022) (Anexo 12), al tratamiento con mayor contenido de proteína (T3). Los resultados obtenidos se muestran en la tabla 16.

Tabla 16.

Análisis microbiológicos según normativa NTE INEN 2983 (2022) complementos nutricionales.

Parámetros	Unidad	NTE INEN 2983 (2022)	Resultados
Aerobios totales, máx.	UFC/g	1×10^4	1×10^2
Mohos y levaduras, máx.	UFC/g	1×10^3	1×10^1
<i>Salmonella spp.</i>	UFC/g	ND	ND
<i>Escherichia coli</i> .	UFC/g	ND	ND
<i>Staphylococcus aureus</i>	UFC/g	ND	ND

ND: no detectable.

Elaborado por: La autora, 2025

La tabla 16 expresa que los Aerobios totales (1×10^2) UFC/g están significativamente por debajo al límite permitido en la norma (1×10^4) UFC/g, lo que indica un control efectivo durante la fabricación y manipulación del producto. El valor de Mohos y levaduras (1×10^1) UFC/g, es inferior al límite establecido en la normativa (1×10^3) UFC/g, siendo que el producto tiene bajo riesgo de contaminación fúngica, lo cual es crucial para evitar alteraciones organolépticas y su vida útil. *Salmonella spp.*, *Escherichia coli* y *Staphylococcus aureus*, no se detectaron cumpliendo con la normativa y asegurando la inocuidad del producto.

5. DISCUSIONES

El análisis realizado permite destacar el perfil de aminoácidos del tratamiento 3 (T3) compuesto por harina de arveja (24,82 %), harina de chocho (49,64 %), y quinoa (24,82 %) que presentó el mayor contenido de proteínas con respecto a los demás tratamientos propuestos. En este tratamiento se destacó el porcentaje de la harina de chocho con respecto a las demás harinas. Según Aguilar et al. (2020) las leguminosas son una de las fuentes plant-based de proteínas más prometedoras usadas para la nutrición y suplementación deportiva, la semilla de lupino (chocho) consta de una composición similar en términos proteicos a la soja.

En el análisis del perfil de aminoácidos destacó el alto contenido de arginina (4,90 %) siendo un aminoácido de importancia en la síntesis proteica y el metabolismo de óxido nítrico. Según Tejero et al. (2019) la L-arginina actúa como una clave precursora en la producción de NO (óxido nítrico) a través de la óxido nítrico sintasa (NOS) , lo que favorece la vasodilatación y el flujo sanguíneo . Este mecanismo es fundamental durante el ejercicio de alta intensidad , ya que genera un mayor aporte de oxígeno y nutrientes a los músculos optimizando el rendimiento y la recuperación muscular., seguido de tirosina con el (3,96 %), involucrado en el rendimiento deportivo, en cuanto a los aminoácidos de cadena ramificada (BCAA) la premezcla muestra un contenido significativo de valina (2,45 %), isoleucina (1,68 %), y leucina (2,96 %), aminoácidos fundamentales en la recuperación y mantenimiento del tejido muscular. De acuerdo con Lu y Chang (2011) analizaron en su estudio las composiciones para suplementos deportivos donde determinaron que los aminoácidos de cadena ramificada (BCAA) valina, isoleucina y leucina, la carnitina, cafeína, y creatina, son componentes que trabajan en conjunto para mejorar la utilización de energía, reducir la fatiga y apoyar la recuperación muscular, Sin embargo en el presente estudio reflejó la ausencia de cisteína el cual es un aminoácido de difícil cuantificación en fuentes vegetales, su precursor metionina, se encuentra presente en niveles moderados (0,96 %), la ausencia de prolina y alanina se deben a la naturaleza de las matrices alimentarias propuestas. Estos aminoácidos mencionados al ser no esenciales pueden ser sintetizadas por el cuerpo.

El objetivo de este estudio es poder suplir los requerimientos de los deportistas o personas que realizan deportes de alta intensidad mediante una suplementación vegetal. De acuerdo con Lynch et al. (2018) los niveles de absorción y digestión de diferentes proteínas pueden afectar las tasas del SPM (Síntesis de proteína muscular) posprandial, la proteína de soja se considera de rápida absorción, sin embargo no estimula la MPS (Proteína muscular sérica) como las proteínas derivadas al suero de leche, esto se le atribuye a los niveles de leucina importantes para impulsar respuestas anabólicas de la síntesis muscular. En el estudio de Almeida et al. (2016) se compararon 10 marcas de proteínas de suero de leche de EEUU y 10 marcas de proteínas de suero de leche de Brasil, con el objetivo de evaluar su calidad nutricional y la eficacia de estos suplementos, obteniendo como resultado en términos de EAA no hubo diferencia ($P > 0.05$) entre WP USA y WP BRA (378 ± 854 ; $118,7 \pm 183,0$ mg/100g) sin embargo, el contenido de aminoácidos de cadena ramificada fue mayor ($p < 0.05$) en WP USA ($28,9 \pm 49,9$ mg/100g). En comparación con nuestros resultados nuestro perfil de aminoácidos de proteína vegetal presenta una gama más amplia de aminoácidos tanto esenciales como no esenciales, lo que sugiere un perfil nutricional diverso, pero cuantitativamente se observa una mayor concentración de EAA en la proteína de suero de leche, es fundamental considerar que la calidad y digestibilidad de la proteína varía según sus fuentes, la de suero de leche es considerada de mayor absorción con respecto a las de origen vegetal. Finalmente la elección del consumidor varía según las necesidades, preferencias y objetivos de cada individuo.

Entre los resultados obtenidos en cuanto a las propiedades funcionales de la premezcla proteica en función al tratamiento 3, destaca la alta solubilidad (65,63 %) lo cual indica un excelente comportamiento de dispersión en medio líquidos, siendo favorable en formulaciones líquidas. Comparativamente en el estudio de Ramesh y Prakash (2020) analizaron las propiedades en tres tipos de harina de amaranto obteniendo como resultados que la harina fina tenía mejor solubilidad (12.2 %), ya que incrementa la superficie específica del material, lo que mejora la interacción con el agua y aumenta la solubilidad con respecto a la harina sin procesar (8.2 %) y la harina gruesa (5 %) esta tiende a conservar más estructura granular, limitando la capacidad de absorción de agua. La capacidad de absorción de agua en T3 (1,15 g/g) es inferior a la reportada por Ramesh y Prakash (2020) quienes obtuvieron que la harina gruesa de amaranto tiene mayor capacidad de

absorción de agua (174 g/g), lo que puede atribuirse a las diferencias observadas en las propiedades funcionales, como la capacidad de absorción de agua y la solubilidad, están influenciadas por los métodos de molienda utilizados. Estos efectos pueden explicarse por cambios en la integridad estructural y el tamaño de partícula, que impactan directamente en las propiedades funcionales del material procesado. En este sentido, es relevante mencionar que el tipo de molienda (fina, media o gruesa) modifica la microestructura de los componentes, como las proteínas y los almidones, lo que puede justificar las diferencias en los valores reportados (Ramesh, 2020). La capacidad de hinchamiento de T3 (1,80 mL/g) es menor al valor de Mariño (2024), quien caracterizó polvo de aguacate liofilizado obteniendo como valor, (13,33 mL/g) este resultado se puede inferir por los distintos métodos de procesamiento de ambos estudios.

Por otro lado, la retención de líquidos de T3 (8,31 %) refleja su capacidad para mantener estabilidad en aplicaciones húmedas, en contraste a Assadpour et al. (2010), quien en su estudio evaluó la capacidad de retención de agua de distintas leguminosas destacando la harina de frijol roja (146.15 %) infiriendo que estas leguminosas cuentan con un equilibrio único de proteínas, carbohidratos y fibras que mejoran su capacidad de retención de líquidos, mejorando la percepción sensorial y la estabilidad.

En el estudio de Paz-Yépez y Lozano (2022), la formulación 3 con una proporción de 60% de harina de arveja y 40 % de harina de avena, presentó el mayor contenido proteico (13,41 %), lo que demuestra que un incremento en la cantidad de arveja contribuye significativamente a la mejora del perfil proteico. En contraste con este estudio en el que T3 compuesto por 24,82 % de harina de arveja, 49,64 % de harina de chocho y 24,82 % de quinoa, alcanzó el mayor contenido proteico promedio 41,54 %, superando significativamente a T2 (38,462 %) y T1 (29,840 %), el análisis estadístico ANOVA y la prueba t-student confirmaron diferencias significativas ($p < 0.001$) entre los tratamientos, validando que T3 es la formulación más efectiva en términos de contenido proteico. Ambos estudios buscan optimizar las proporciones de matrices vegetales sin embargo Paz-Yépez y Lozano (2022), priorizaron un modelo binario con arveja y avena, mientras que este estudio integró tres matrices vegetales, con diversificación de ingredientes en proporciones balanceadas, siendo más efectivas para un mejor perfil nutricional y funcional destinadas a poblaciones como los deportistas. En el estudio de Souza et

al. (2020) enfatizaron que la proteína de guisante (arveja) es la principal fuente de proteína en atletas veganos representando el (68%) de suplementos en el mercado, esto se debe a que contiene un buen equilibrio de aminoácidos esenciales cruciales para la recuperación muscular, siendo considerada una fuente proteica completa si se combina con otras fuentes como cereales, pseudocereales.

En los valores obtenidos en los análisis físico químicos de este estudio, destaca el contenido de humedad (6,23 %) pues representa un valor aceptable tratándose de productos en polvo, asegurando estabilidad durante el almacenamiento y un mínimo riesgo de deterioro microbiológico, el valor porcentual de las cenizas fue de (3,15 %) resalta el aporte mineral de nuestra premezcla, ofreciendo beneficios nutricionales que pueden satisfacer a cierto grupo de consumidores como deportistas o personas con requerimientos dietéticos específicos. La alta diferencia entre los valores sugiere que la combinación de harinas utilizadas en este estudio es más rica en minerales, haciendo que nuestra formulación sea una opción más completa desde el punto de vista nutricional. El bajo contenido de grasa (0,45 %) refuerza el carácter saludable de la premezcla, haciéndola adecuada para personas que buscan opciones bajas en lípidos. Este aspecto no solo apoya tendencias de consumo saludable, sino que también diferencia nuestra formulación frente a otras opciones. De acuerdo con Shukla et al. (2023) en su trabajo de investigación analizaron las propiedades físico-químicas de un snack vegano a base de legumbres obteniendo como resultados que su tratamiento T0 presentó el mayor contenido de humedad (7,77 %) que T12 con el (6,09%) indicando que una mayor proporción de leguminosas reduce la humedad en el producto asegurando una mayor estabilidad y menor riesgo microbiológico. En cuanto al contenido de cenizas T12 obtuvo 1,95 % atribuyéndose un perfil nutricional más rico en minerales frente a los demás tratamientos. Finalmente el contenido de grasa mostró un incremento con la inclusión de legumbres en T12 con (7,68 %) atribuyéndose a los aceites naturales de las leguminosas.

Los resultados microbiológicos obtenidos en este estudio evidencian la calidad y seguridad del producto formulado, destacando su inocuidad y bajo riesgo de contaminación microbiológica. El recuento de aerobios totales (1×10^2 UFC/g) se encuentra significativamente por debajo del límite permitido por la normativa (1×10^4 UFC/g), lo que indica un control efectivo en las etapas de fabricación y manipulación del producto. Este bajo nivel de aerobios totales refleja prácticas adecuadas de

higiene durante el procesamiento y asegura la estabilidad microbiológica del producto.

En cuanto a mohos y levaduras (1×10^1 UFC/g), los valores obtenidos también están muy por debajo del límite máximo permitido por la normativa (1×10^3 UFC/g). Este resultado es un indicador crucial de la estabilidad del producto frente a contaminaciones fúngicas, lo que evita alteraciones organolépticas indeseadas y prolonga su vida útil. La baja presencia de estos microorganismos resalta el cumplimiento de estándares de calidad en las materias primas utilizadas, así como en las condiciones de almacenamiento y empaque.

Además, la ausencia de patógenos claves como *Salmonella spp.*, *Escherichia coli*, y *Staphylococcus aureus* cumple plenamente con los requisitos de inocuidad establecidos en la normativa. Esto asegura que el producto no representa riesgos para la salud del consumidor, posicionándolo como una opción confiable dentro del mercado de productos alimenticios funcionales.

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones

El perfil de aminoácidos del tratamiento T3, elaborado con harina de arveja, harina de chocho y quinua, resaltó como el de mayor contenido proteico entre los tratamientos analizados. Sobresale su alta concentración de arginina (4,90 %) y tirosina (3,96 %), ambas indispensables para funciones metabólicas esenciales como la síntesis de proteínas, el metabolismo del óxido nítrico y la generación de neurotransmisores. Además, se identificaron aminoácidos esenciales como valina, isoleucina y leucina, claves para la reparación y conservación del tejido muscular, consolidando a T3 como una fuente vegetal de gran valor nutricional.

Los resultados obtenidos en el análisis de las propiedades funcionales del tratamiento T3, con el mayor contenido proteico, evidencian un perfil funcional prometedore. La alta solubilidad (65,63 %) garantiza una excelente dispersión en medios líquidos, lo cual resulta fundamental para su incorporación en diversas formulaciones. La capacidad de absorción de agua (1,15 g/g), aunque inferior a la reportadas en otras premezclas propuestas en otros estudios, es adecuada para la formación de masas homogéneas sin generar excesiva viscosidad. La capacidad de hinchamiento (1,80 mL/g), contribuye a una textura ligera y uniforme en el producto final. Por último, la retención de líquidos (8,31 %) demuestra la capacidad del tratamiento para mantener su estabilidad en aplicaciones húmedas o semihúmedas.

El análisis estadístico realizado sobre los diferentes tratamientos de premezcla demostró de manera contundente que la proporción de las matrices vegetales (harina de arveja, chocho y quinoa) influye significativamente en el contenido proteico final. Los resultados obtenidos revelaron que el tratamiento T3, con una composición específica de las harinas, presentó el mayor contenido proteico promedio, seguido por T2 y T1. Las pruebas estadísticas empleadas ANOVA, Tukey confirmaron que estas diferencias entre los tratamientos son estadísticamente significativas, descartando la posibilidad de que se deban al azar. En conclusión, los resultados obtenidos permiten afirmar que la optimización de la formulación de la premezcla, ajustando las proporciones de las matrices vegetales, es una estrategia efectiva para maximizar el contenido proteico del producto final.

6.2 Recomendaciones

Se debe tener en cuenta que a pesar de sus beneficios, el perfil de aminoácidos del tratamiento T3 presenta deficiencias relativas en metionina y lisina, como la ausencia de prolina, alanina y cisteína, características comunes en proteínas de origen vegetal. Para maximizar su potencial nutricional, se recomienda complementarlo con fuentes proteicas ricas en estos aminoácidos, como los cereales, para fin de obtener una formulación equilibrada. Esta estrategia permitiría su aplicación en productos alimenticios innovadores que no solo fortalezcan la salud muscular, sino que también respondan a las demandas de una alimentación plant-based, promoviendo así el bienestar integral y el rendimiento físico.

Se recomienda realizar ajustes en la formulación, evaluando la incorporación de diferentes ingredientes o modificando las proporciones de los tratamientos propuestos, con el fin de incrementar estos parámetros, también se sugiere evaluar su estabilidad a largo plazo, para determinar su tiempo de vida útil en almacenamiento.

Se recomienda priorizar el tratamiento T3 para futuras investigaciones y aplicaciones prácticas. La formulación de T3, caracterizada por una proporción específica de harina de arveja, chocho y quinoa, ha demostrado ser la más efectiva para obtener un alto contenido proteico en la premezcla. Sin embargo, se sugiere realizar estudios adicionales para evaluar el impacto de esta formulación en otras propiedades funcionales del producto, como la viscosidad, características sensoriales. Asimismo, se recomienda llevar a cabo pruebas a escala piloto para validar los resultados obtenidos en este estudio y evaluar la factibilidad de producción a gran escala.

BIBLIOGRAFÍA

- Aguilar L., S. S. (2020). Effect of Ultrasound Application on Protein Yield and Fate of Alkaloids during Lupin Alkaline Extraction Process. *Biomolecules*. :10(2), 292
- Aguirre Alvarado, X. (2018). *Desarrollo de un suplemento a base de harina de chocho (Lupinus mutabilis sweet) para deportistas* [Tesis de pregrado, Universidad de las Américas] *Repositorio Digital*. <http://dspace.udla.edu.ec/handle/33000/10268>
- Alcorta A., P. A. (2021). Foods for Plant-Based Diets: Challenges and Innovations. *Foods*. 10 (2), 293-295. <https://www.mdpi.com/2304-8158/10/2/293#B1-foods-10-00293>
- Antuñano, N. P. (2019). Suplementos nutricionales para el deportista. Ayudas ergogénicas en el deporte. *Archivos de Medicina del Deporte*, 36, 7-83. https://archivosdemedicinadeldeporte.com/documentos/Arch_Med_Deporte_2019_Supl_1.
- Assadpour, E. J. (2010). Evaluación de la solubilidad de las proteínas y la capacidad de retención de agua y aceite de las harinas de legumbres. *Revista de investigación en ciencia y tecnología alimentaria iraní*. 6 (3), 184–192.
- Astiz, V. S. (2023). Propiedades fisicoquímicas de harinas de trigo y avena de alta calidad panadera. *Revista De La Facultad De Agronomía*, 121(2), 113. <https://revistas.unlp.edu.ar/revagro/article/view/13791>
- Bennett, R. H. (2015). Compendio de métodos para el examen microbiológico de alimentos. *APHA PRESS American Public Health Association*, (39). <https://ajph.aphapublications.org/doi/book/10.2105/MBEF.0222>
- Bernabe, Y. C. (2017). *Caracterización fisicoquímica, fitoquímica y funcional de la harina de Khaya y Oca (Oxalis tuberosa) para uso industrial* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional del centro de Perú]. Repositorio UNPC. <https://repositorio.uncp.edu.pe/handle/20.500.12894/1221>
- Boirie, Y. D. (1997). Slow and fast dietary proteins differently modulate postprandial protein accretion. *PNAS*, 94 (26) 14930 - 14935. <https://www.pnas.org/doi/full/10.1073/pnas.94.26.14930>
- Burstin, J. K. (2020). *Pisum sativum* (Pea). *Trends in Genetics*, (36), 312-313. [https://www.cell.com/trends/genetics/abstract/S0168-9525\(19\)30270-](https://www.cell.com/trends/genetics/abstract/S0168-9525(19)30270-)

7?_returnURL=https%3A%2F%2Flinkinghub.elsevier.com%2Fretrieve%2Fpii%2FS0168952519302707%3Fshowall%3Dtrue

- Cardenas, N. R. (2019). Análisis comparativo de la composición nutricional del chocho, quinua, y soya, y su aplicación en la elaboración de harinas. *Ciencia al servicio de la salud y la nutrición*, (10), 260-269. <https://cssn.esPOCH.edu.ec>
- Castillo, G. V. (2011). Cuantificación por HPLC del contenido de aminoácidos presentes en el FITOMAS-E. *ICIDCA. Sobre los Derivados de la Caña de Azúcar*, 45 (1), 64-67. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=223122251008>
- Chesney, K. S.-R.-E. (2015). Plant Protein and Animal Proteins: Do They Differentially Affect Cardiovascular Disease Risk? *Advances in nutrition*. 6(7), 12–28. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2161831323001199>
- Fehér A., G. M. (2020). A Comprehensive Review of the Benefits of and the Barriers to the Switch to a Plant-Based Diet. *Sustainability*. 12 (10), 4136. <https://www.mdpi.com/2071-1050/12/10/4136>
- Fernández, J. G. (2016). *Formulación de harina proteica y extruida a base de harina de: arveja (Pisum sativum), kiwicha (Amaranthus caudatus) y tarwi (Lupinus mutabilis)*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo], Repositorio UNPRG. <https://hdl.handle.net/20.500.12893/8610>
- Food and Agriculture Organization [FAO]. (2018). Legumbres. Pequeñas semillas, grandes soluciones. <https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/bbacf768-1b9a-4ab7-8de8-0a08cc2cf835/content>
- Franco, H. V. (2014). Niveles de Ocratoxina A y Aflatoxinas totales en cafés de exportación de Panamá por un método de ELISA. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*, 64(1), 42-49. http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0004-06222014000100006&lng=es&tlng=es.
- Gatti, I. C. (2021). Mejoramiento de arveja (*Pisum sativum* L): avances del programa de mejoramiento genético de la Universidad Nacional de Rosario. *BAG. Journal of basic and applied genetics*, 32(2), 15-23. http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1852-62332021000300015

- Ge, J. C.-X.-Y. (2019). The health benefits, functional properties, modifications, and applications of pea (*Pisum sativum* L.) protein: Current status, challenges, and perspectives. *Comprehensive Reviews In Food Science And Food Safety*. 4(19), 1835-1876. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12573>
- Guerra, D. y. (2018). Análisis proximal y perfil de aminoácidos del aislado proteico del chocho andino ecuatoriano (*Lupinus mutabilis*). *InfoAnalítica*, 6(1), 55-66. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7113389>
- Hertzler, S. L.-B. (2020). Plant Proteins: Assessing Their Nutritional Quality and Effects on Health and Physical Function. *Nutrients*, 12(12), 3704. <https://www.mdpi.com/2072-6643/12/12/3704>
- Ivan Tapia L., D. R. (2016). Aislamiento de proteínas de quinua ecuatoriana (*Chenopodium quinoa* Willd) variedad INIAP Tunkahuan con remoción de compuestos fenólicos, para uso potencial en la nutrición y salud humanas. *Revistas Ciencias Médicas*. 41 (1). https://revistadigital.uce.edu.ec/index.php/CIENCIAS_MEDICAS/article/view/1173
- Krefting, J. (2017). The appeal of pea protein. *Journal of Renal Nutrition*, (27), 31-33. [https://www.jrnjournal.org/article/S1051-2276\(17\)30151-6/fulltext](https://www.jrnjournal.org/article/S1051-2276(17)30151-6/fulltext)
- Lu, H.-C. y.-J. (2011). Composiciones para suplementos deportivos. <https://typeset.io/papers/compositions-for-sport-supplement-1xmz5idjdd>
- Luna, F. V.-R. (2024). Nutritional considerations for vegetarian athletes: A narrative review. *Human Nutrition & Metabolism*. (37). <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S266614972400029X>
- Lynch, H., Johnston, C., & Wharton, C. (2018). Plant-Based Diets: Considerations for Environmental Impact, Protein Quality, and Exercise Performance. *Nutrients*, 10 (12), 1841. <https://www.mdpi.com/2072-6643/10/12/1841?source=mdc&tests=%255B%2522coach-benefits%2522%255D>
- Mariño, A. (2024). *Caracterización De Una Premezcla A Base De Polvo De Aguacate Hass (Persea americana) Liofilizado, Arveja (Pisum Sativum), Amaranto (Amaranthus cruentus) Y Chia (Salvia hispánica)*. [Tesis de pregrado, Universidad Agraria del Ecuador]. *Repositorio UAE*. <https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/MARI%C3%91O%20CANTILLO%20AMBAR%20NOHELI.pdf>

- NTE INEN. (2022). NTE INEN 2983, Complementos nutricionales. Requisitos. *NTE INEN*. <https://alanurla.org/wp-content/uploads/2022/03/A2-NTE-INEN-2983.pdf>
- Oeste, A. M. (2023). Nutritional Considerations for the Vegan Athlete. *Advances in Nutrition*, (14), 774-795. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2161831323002971>
- Orjuela, J. (2017). Obtención De Una Bebida Funcional Instantánea A Base De Yerba Mate Y Cassis, Con Alto Contenido De Antioxidantes Y Buena Palatabilidad. *Journal de La Société Des Américanistes*, 27(1), 263–263. <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/59562>
- Päivärinta, E. I. (2020). Replacing Animal-Based Proteins with Plant-Based Proteins Changes the Composition of a Whole Nordic Diet—A Randomised Clinical Trial in Healthy Finnish Adults. *Nutrients*. 12(4), 943-945. <https://www.mdpi.com/2072-6643/12/4/943>
- Pando, L. E. (2016). Guía de cultivo de la quinua. *Food and Agriculture Organization [FAO]*. [https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/76594acac6a8-45e0-97db-39905cd72575/content#:~:text=Quinoa%20\(Chenopodium%20quinoa%20Willd\)%20es,la%20%C3%A9poca%20de%20la%20conquista](https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/76594acac6a8-45e0-97db-39905cd72575/content#:~:text=Quinoa%20(Chenopodium%20quinoa%20Willd)%20es,la%20%C3%A9poca%20de%20la%20conquista)
- Pathan, S. E. (2019). Nutritional Composition of the Green Leaves of Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.). *Journal of Food Research*.8(6), 55-65. http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2077-99172022000300209#B62
- Paz Yépez, C. M. (2022). Evaluación del perfil de aminoácidos de una premezcla de polvo de arveja (*Pisum sativum*) y avena (*Avena sativa*). *Polo del conocimiento*, 7(11). 10.23857/pc.v7i8
- Qin, P., Wang, T., & Luo, Y. (2022). A review on plant-based proteins from soybean: Health benefits and soy product development. *Journal of Agriculture and Food Research*, (7) . <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2666154321001678>
- Quesada, D. y. (2019). ¿Proteínas de origen vegetal o de origen animal?: Una mirada a su impacto sobre la salud y el medio ambiente. *Revista De Nutrición Clínica Y Metabolismo*, 2(1), 79–86.

- <https://revistanutricionclinicametabolismo.org/index.php/nutricionclinicametabolismo/article/view/rncm.v2n1.063>
- Radhakrishna, S. (2021). Pruebas de enumeración microbiana 2021: Suplementos nutricionales y dietéticos. http://www.pharmacopeia.cn/v29240/usp29nf24s0_c2021.html
- Ramesh D., P. J. (2020). Nutritional and Functional Properties of Amaranth Grain Flour Fractions Obtained by Differential Sieving. *Progress in Chemical and Biochemical Research*. 3(3)
- Ramírez Alejandra, y. P. (2009). Propiedades funcionales de harinas altas en fibra dietética obtenidas de piña, guayaba y guanábana. *Interciencia*, 34(4), 293-298. http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0378-18442009000400014&lng=es&tlng=es
- Rizzo, G. B. (2018). Soy, Soy Foods and Their Role in Vegetarian Diets. *Nutrients*. 10(1), 43-46. <https://www.mdpi.com/2072-6643/10/1/43>
- Salvador, N. F. (2016). *Propiedades funcionales y químicas de harinas de distintas variedades de trigo sarraceno y tef*. [Tesis de grado, Universidad de Valladolid]. *Uvadoc*. <https://uvadoc.uva.es/handle/10324/29440>
- Santillan, E. (2018). Sobre el desarrollo de mezclas de alimentos andinos aminoacidicamente completas de bajo costo oara la alimentación infantil. *Revista Cubana de Alimentación y Nutrición*, 28(2), 23. . <https://www.medigraphic.com/pdfs/revcubalnut/can-2018/can182j.pdf>
- Servicio Agrícola y Ganadero [SAG]. (2016). Recuentos de Coliformes y Escherichia coli en Alimentos, Método de Filtro de Membrana Aeróbica. <https://www.sag.gob.cl/sites/default/files/it-lab-16-v02.pdf>
- Shams-White, M. C. (2018). Animal versus plant protein and adult bone health: A systematic review and meta-analysis from the National Osteoporosis Foundation. *Plos one*, 13(2). <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0192459>
- Shukla, S. P. (2023). Análisis físico-químico de Nutribar incorporado con legumbres. *Revista internacional de microbiología actual y ciencias aplicadas*. 12 (5), 169–183
- Soto Rueda, A. M. (2010). El Chocho (*Lupinus mutabilis* Sweet), complemento nutricional en gestantes adolescentes. *Investigación Valdizana*, 4 (1), 37-40. <https://www.redalyc.org/pdf/5860/586061881008.pdf>

- Souza, R. L. (2020). Investigación da rotulagem e information nutricional de suplementos proteicos voltados para atletas veganos. *Investigación, Sociedad y Desarrollo*.9 (8), 106985398.
- Steven R. Hertzler, J. C.-B. (2020). Plant Proteins: Assessing Their Nutritional Quality and Effects on Health and Physical Function. *Nutrients*.12 (12), 3704; <https://doi.org/10.3390/nu12123704>
- Tarnopolsky, M. (2004). Requerimientos proteicos para deportistas de resistencia. *Nutrition*, (20), 662-668. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0899900704000991>
- Tejero J., S. S. (2019). Sources of Vascular Nitric Oxide and Reactive Oxygen Species and Their Regulation. *PubMed*. 10.1152/physrev.00036.2017
- Universidad Pablo de Olavide Sevilla. (2004). Determinación del contenido graso de leche en polvo: Extracción Soxhlet. https://www.upo.es/depa/webdex/quimfis/docencia/TAQ/curso0405/TAQP5_0405.pdf
- USDA, D. d. (2013). Plataforma de información de la quinua. <https://www.fao.org/in-action/quinoa-platform/quinoa/alimento-nutritivo/en/>
- Van Vliet, S. B. (2015). The skeletal muscle anabolic response to plant-versus animal-based. *Nutrients*, 145(9), 1981-91. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26224750/>
- Vidal-Guevara, M., M. P., & Ros, G. (2003). Influencia del tratamiento enzimático sobre la calidad de la proteína del guisante. *Anales de Veterinaria de Murcia*, (19), 43–60. . <https://revistas.um.es/analesvet/article/view/17111>
- Wallace H. A., W. H. (2020). *Salmonella*. *U.S Food and Drugs Administration*, (5). <https://www.fda.gov/food/laboratory-methods-food/bam-chapter-5-salmonella>

ANEXOS

Anexo N°1:

Análisis de perfil de aminoácidos, proteína de arveja

Aminoácidos	Cantidad (g/100g proteína) Proteína de arveja
*Isoleucina	3.65
*Leucina	6.57
*Lisina	6.17
Cisteína b	0.891
*Metionina	0.727
Total de aminoácidos sulfurados	1.618
Tirosina	3.14
*Fenilalanina	4.42
Total de aminoácidos aromáticos	7.56
*Treonina	2.48
*Tryptófano b	0.806
*Valina	3.84
*Histidina	2.13
Total de aminoácidos esenciales	34.824
Arginina	7.69
Ácido Aspártico	9.57
Ácido Glutámico	14.3
Serina	3.92
Prolina	3.6
Glicina	3.28
Alanina	2.99
Total aminoácidos no esenciales	45.35

*Aminoácidos esenciales, b Aminoácidos limitantes
Fuente: Tapia (2016).

Anexo N° 2:***Identificación de perfil de aminoácidos en aislado proteico a base chocho***

Aminoácido	Esencial	BCCA
Ácido glutámico	*	
Cisteína		
Treonina	*	
Alanina		
Valina	*	+
Isoleucina	*	+
Leucina	*	+
Metionina	*	
Triptófano	*	

BCAA: Aminoácidos de cadena ramificada
Fuente: Guerra (2018).

Anexo N° 3:***Recomendaciones clave de energía y macronutrientes para atletas vegetarianos adultos***

	Requisitos	Consideraciones
Energía	Depende de la disciplina deportiva y del momento de la preparación.	Evitar ingestas energéticas <30 kcal/mL/día para prevenir el S-RED. En disciplinas o periodos de preparación con alta demanda energética aplicar técnicas que aumenten la densidad energética y reduzcan la saciedad.
Carbohidratos	3–12 g/kg de peso corporal, según la intensidad y la duración del entrenamiento. Pre-entrenamiento: 8–12 g/kg de peso corporal Intra-entrenamiento: 30–90 g/h Post-entrenamiento: 1,2 g/h/kg de masa corporal total durante las siguientes 4–6 h después del ejercicio o 0,8–1,2 g/kg de peso corporal combinados con 0,2–0,4 g/kg de peso corporal de proteína.	Durante períodos de alta demanda se recomienda incluir más carbohidratos refinados para aumentar la densidad energética y evitar problemas gastrointestinales.

	Requisitos	Consideraciones
Proteínas	Resistencia: 1,4–1,6 g/kg Deportes de equipo: >1,6 g/kg de peso corporal Deportes de fuerza: 1,6–2,2 g/kg de peso corporal Pérdida de grasa: 1,8–2,7 g/kg de peso corporal	Legumbres, cereales integrales, frutos secos y semillas son fuentes de proteínas. Los productos de soja como tempeh y tofu tienen un contenido muy alto de proteínas. Para optimizar la SPM post-ejercicio se recomienda incorporar proteínas con alta digestibilidad y ricas en AAE (especialmente leucina) como la proteína de suero o mezclas de proteínas vegetales con estas características.
Grasas	Grasas total: >0,5 g/kg PC AGE: >1,6 g/d (ALA).	Priorizar la ingesta de PUFA y MUFA, moderar el consumo de SFA y evitar las grasas trans.

FFM: masa libre de grasa; RED-S: déficits relativos de deficiencia en el deporte; BW: peso corporal; CHO: carbohidratos; MPS: síntesis de proteínas miofibrilares; EAA: aminoácidos esenciales; FA: ácidos grasos; EFA: ácidos grasos esenciales; ALA: ácido alfa linolénico; PUFA: ácidos grasos poliinsaturados; MUFA: ácidos grasos monoinsaturados; SFA: ácidos grasos saturados.

Fuente: Luna (2024).

Anexo N° 4:

Norma NTE INEN 2983: 2022



NORMA
TÉCNICA
ECUATORIANA

NTE INEN 2983
Primera revisión
2022

COMPLEMENTOS NUTRICIONALES. REQUISITOS

Elaborado por: La autora, 2025

Anexo N° 5:

Tabla de requisitos microbiológicos para los complementos nutricionales

Requisito	Unidad	Tipo I	Tipo II	Tipo III	Método de ensayo de referencia
Aerobios totales, máx.	UFC/g	1×10^3	1×10^4	1×10^7	USP 2021
Mohos y levaduras, máx.	UFC/g	1×10^2	1×10^3	1×10^5	USP 2021
Enterobacterias, máx.	UFC/g	1×10^2	1×10^2	1×10^4	USP 2021
Salmonella spp., máx.	UFC/g	ND	ND	ND	USP 2021
Escherichia coli, máx.	UFC/g	ND	ND	1×10^2	USP 2021
Staphylococcus aureus, máx.	UFC/g	ND	ND	ND	USP 2021

^a Ante la presencia de *Escherichia coli* debe seguirse el método USP 2022 para determinar si las colonias son enteros virulentos. No hay tolerancia para la presencia de *Escherichia coli* entero virulento.

ND = no detectable. No detectado requiere que no deben existir colonias presentes en 10 g de muestra, cuando se ensaya bajo las condiciones del método USP citado. El nivel de detección para este método de ensayo es de 10 UFC/g durante el período de tiempo ensayado.

Elaborado por: La autora, 2025

Anexo N°6:

Análisis de proteína T1


INFORME DE RESULTADOS
IDR 42445-2024

Fecha: 01 Diciembre del 2024

DATOS DEL CLIENTE						
Nombre	Annette Karime Ronquillo Gonzabay					
Dirección	Universidad Agraria					
Teléfono	0987670285					
Contacto	Annette Ronquillo					
DATOS DE LA MUESTRA						
Tipo de muestra	Mezcla de harina		Cantidad	Aprox. 50 g		
No. de muestras	1 (n=1)		Lote	N/A		
Presentación	Funda plástica		Fecha de recepción	27 de noviembre del 2024		
Colecta de muestra	Realizado por el CLIENTE		Fecha de colecta de muestra	N/A		
CONDICIONES DEL ANALISIS						
Temperatura (°C)	19.6		Humedad (%)	56.75		
Fecha de Inicio de Análisis			27 de Noviembre del 2024			
Fecha de Finalización del análisis			28 de Noviembre del 2024			
RESULTADOS						
CODIGO CLIENTE	CODIGO UBA	PARAMETROS	METODO	RESULTADOS	Unidad	Limite de cuantificación
Premezcla	UBA-42445-1	Proteína T1A	Kjeldahl AOAC 984.13 (Volumetría)	29,85	%	-
		Proteína T1B		29,85	%	-
		Proteína T1C		29,82	%	-
		Proteína T1D		29,85	%	
		Proteína T1E		29,83	%	
Observaciones: - Los resultados emitidos en este informe, corresponden únicamente a la(s) muestra(s) recibidas por el laboratorio. No siendo extensivo a cualquier lote. - Este reporte no debe ser reproducido parcial o totalmente, excepto con la aprobación escrita por parte del laboratorio. - Nomenclatura: N.E. = No Estimado; N.A. = No aplica; AA = Aminoácidos; p/p = Peso Peso; p/v = Peso Volumen. <10 Ausencia de crecimiento en la menor dilución empleada. - La información relacionada con la toma de muestra fue proporcionada por el cliente. El Laboratorio no se responsabiliza de la						

Elaborado por: La autora, 2025

Anexo N°7:

Análisis de proteína de T2



INFORME DE RESULTADOS						
IDR 42445-2024						
Fecha: 01 Diciembre del 2024						
DATOS DEL CLIENTE						
Nombre:	Annette Karime Ronquillo Gonzabay					
Dirección:	Universidad Agraria					
Teléfono:	0987670285					
Contacto:	Annette Ronquillo					
DATOS DE LA MUESTRA						
Tipo de muestra:	Muestra de harina	Cantidad:	Aprox. 50 g			
No. de muestras:	1 (n=1)	Lote:	N/A			
Presentación:	Funda plástica	Fecha de recepción:	27 de noviembre del 2024			
Colecta de muestra:	Realizado por el CLIENTE	Fecha de colecta de muestra:	N/A			
CONDICIONES DEL ANALISIS						
Temperatura (°C):	19.6	Humedad (%):	58.75			
Fecha de Inicio de Análisis:	27 de Noviembre del 2024					
Fecha de Finalización del análisis:	28 de Noviembre del 2024					
RESULTADOS						
CÓDIGO CLIENTE	CÓDIGO USA	PARAMETROS	METODO	RESULTADOS	Unidad	Límite de cuantificación
Premezcla	USA-42445-1	Proteína T2A	Kjeldahl ADAC 584.13 (Volumetría)	38,47	%	-
		Proteína T2B		38,47	%	+
		Proteína T2C		38,44	%	-
		Proteína T2D		38,46	%	
		Proteína T2E		38,47	%	
Observaciones: - Los resultados emitidos en este informe, corresponden únicamente a la(s) muestra(s) recibidas por el laboratorio. No siendo extensivo a cualquier lote. - Este reporte no debe ser reproducido parcial o totalmente, excepto con la aprobación escrita por parte del laboratorio. - Nomenclatura: N.E. = No Estimado; N.A. = No aplica; AA = Aminoácidos; p/p = Peso Peso; p/v = Peso Volumen. <10 Ausencia de crecimiento en la menor dilución empleada. - La información relacionada con la toma de muestra fue proporcionada por el cliente. El Laboratorio no se responsabiliza de la veracidad de la información que ha sido proporcionada por el cliente y que puede afectar directamente a la validez de los resultados.						

Elaborado por: La autora, 2025

Anexo N°8:

Análisis de proteína de T3


INFORME DE RESULTADOS
IDR 42445-2024

Fecha: 01 Diciembre del 2024

DATOS DEL CLIENTE						
Nombre	Annette Karime Ronquillo Gonzabay					
Dirección	Universidad Agraria					
Teléfono	0987670285					
Contacto	Annette Ronquillo					
DATOS DE LA MUESTRA						
Tipo de muestra	Mezcla de harina		Cantidad	Aprox. 50 g		
No. de muestras	1 (n=1)		Lote	N/A		
Presentación	Funda plástica		Fecha de recepción	27 de noviembre del 2024		
Colecta de muestra	Realizado por el CLIENTE		Fecha de colecta de muestra	N/A		
CONDICIONES DEL ANALISIS						
Temperatura (°C)	19.6		Humedad (%)	56.75		
Fecha de Inicio de Análisis			27 de Noviembre del 2024			
Fecha de Finalización del análisis			28 de Noviembre del 2024			
RESULTADOS						
CODIGO CLIENTE	CODIGO UBA	PARAMETROS	METODO	RESULTADOS	Unidad	Límite de cuantificación
Premezcla	UBA-42445-1	Proteína T3A	Kjeldahl AOAC 984.13 (Volumetría)	41,54	%	-
		Proteína T3B		41,54	%	-
		Proteína T3C		41,54	%	-
		Proteína T3D		41,52	%	
		Proteína T3E		41,54	%	
Observaciones: - Los resultados emitidos en este informe, corresponden únicamente a la(s) muestra(s) recibidas por el laboratorio. No siendo extensivo a cualquier lote. - Este reporte no debe ser reproducido parcial o totalmente, excepto con la aprobación escrita por parte del laboratorio. - Nomenclatura: N.E. = No Estimado; N.A. = No aplica; AA = Aminoácidos; p/p = Peso Peso; p/v = Peso Volumen. <10 Ausencia de crecimiento en la menor dilución empleada. - La información relacionada con la toma de muestra fue proporcionada por el cliente. El Laboratorio no se responsabiliza de la veracidad de la información que ha sido proporcionada por el cliente y que puede afectar directamente a la validez de los resultados.						

Elaborado por: La autora, 2025

Anexo N°9:

Perfil de aminoácidos de T3



INFORME DE RESULTADOS						
IDR 42451-2024						
Fecha: 10 de Enero del 2025						
DATOS DEL CLIENTE						
Nombre	Annette Karime Ronquillo Gonzabay					
Dirección	Universidad Agraria					
Teléfono	0987670285					
Contacto	Annette Ronquillo					
DATOS DE LA MUESTRA						
Tipo de muestra	Mezcla de harina		Cantidad	Aprox. 150 g		
No. de muestras	1 (n=1)		Lote	N/A		
Presentación	Funda plástica		Fecha de recepción	27 de Diciembre del 2024		
Colecta de muestra	Realizado por el CLIENTE		Fecha colecta de muestra	N/A		
CONDICIONES DEL ANALISIS						
Temperatura (°C)	22.4		Humedad (%)	52.10		
Fecha de Inicio de Análisis	29 de Diciembre del 2024					
Fecha de Finalización del análisis	10 de Enero del 2025					
RESULTADOS						
CODIGO CLIENTE	CODIGO UBA	PARAMETROS	METODO	RESULTADOS	Unidad	Límite de Cuantificación
Mezcla de harina	UBA-42451-1	PERFIL DE AMINOACIDOS	Cromatografía HPLC FLD	Se anexa	% gAA/100g muestra Base Húmeda	-
		Acido Aspártico		2,90		
		Cisteína		ND		
		Acido Glutámico		0,10		
		Serina		0,8		
		Histidina		0,76		
		Treonina		0,35		
		Glicina		0,06		
		Arginina		4,90		
		Alanina		ND		
		Tirosina		3,96		
		Valina		2,45		
		Metionina		0,96		
		Fenilalanina		0,19		
		Isoleucina		1,68		
		Leucina		2,96		
		Prolina		ND		
Lisina	0,39					

FOR ADM. 04 R01

Página 1 de 1

Elaborado por: La autora, 2025

Anexo N°10:

Análisis de las propiedades funcionales, humedad y ceniza de T3
INFORME DE RESULTADOS
IDR 42450-2024

Fecha: 06 Enero del 2025

DATOS DEL CLIENTE						
Nombre	Annette Karime Ronquillo Gonzabay					
Dirección	Universidad Agraria					
Teléfono	0987670285					
Contacto	Annette Ronquillo					
DATOS DE LA MUESTRA						
Tipo de muestra	Mezcla de harina		Cantidad	Aprox. 50 g		
No. de muestras	1 (n=1)		Lote	N/A		
Presentación	Funda plástica		Fecha de recepción	27 de Diciembre del 2024		
Colecta de muestra	Realizado por el CLIENTE		Fecha de colecta de muestra	N/A		
CONDICIONES DEL ANALISIS						
Temperatura (°C)	25.2		Humedad (%)	55.60		
Fecha de Inicio de Análisis	27 de Diciembre del 2024					
Fecha de Finalización del análisis	6 de Enero del 2025					
RESULTADOS						
CODIGO CLIENTE	CODIGO UBA	PARAMETROS	METODO	RESULTADOS	Unidad	Límite de cuantificación
Premezcla T3	UBA-42450-1	Humedad	Perdida por secado (Gravimetría)	6,23	%	-
		Cenizas	Perdida por incineración (Gravimetría)	3,15	%	-
		Solubilidad	Ospina, Molina y López (2016)	65,53	%	-
		Capacidad de absorción (agua)		1,15	g/g	-
		Capacidad de hinchamiento (agua)		1,80	ml/g	-
		Retención de Líquidos (agua)		8,31	%	-
Observaciones: - Los resultados emitidos en este informe, corresponden únicamente a la(s) muestra(s) recibidas por el laboratorio. No siendo extensivo a cualquier lote. - Este reporte no debe ser reproducido parcial o totalmente, excepto con la aprobación escrita por parte del laboratorio. - Nomenclatura: N.E. = No Estimado; N.A. = No aplica; AA = Aminoácidos; p/p = Peso Peso; p/v = Peso Volumen. <10 Ausencia de crecimiento en la menor dilución empleada. - La información relacionada con la toma de muestra fue proporcionada por el cliente. El Laboratorio no se responsabiliza de la veracidad de la información que ha sido proporcionada por el cliente y que puede afectar directamente a la validez de los resultados.						

Elaborado por: La autora, 2025

Anexo N°11:

Análisis de grasa de T3



INFORME DE RESULTADOS SSV-136-2024				
Fecha: 6 de diciembre del 2024				
DATOS DEL CLIENTE				
Nombre	Annelie Keirna Ronquillo Gonzabay			
Dirección	Universidad Agraria del Ecuador			
Teléfono	0987670285			
Contacto	Annelie Ronquillo			
DATOS DE LA MUESTRA				
Tipo de muestra	Harina Premozada	Cantidad	Aprox. 25 g c/u	
Nº. de muestras	1	Lote	N.A.	
Presentación	Paquetes cierre hermético al vacío	Fecha de recepción	26-12-2024	
Colecta de muestra	Realizado por el cliente	Fecha Colecta de muestra	N.A.	
CONDICIONES DEL ANALISIS				
Temperatura (°C)	19.2	Humedad (%)	65.0	
Fecha de Inicio de Análisis	26-12-2024			
Fecha de Finalización del análisis	6-01-2025			
RESULTADOS				
CÓDIGO CLIENTE	PARAMETROS	METODO REFERENCIA	RESULTADOS	Unidad
Harina premozada T3	Contenido de Grasa	NTE INEN 541	0,45%	%
Observaciones: 3. Los resultados emitidos en este informe corresponden únicamente a la(s) muestra(s) recibidas por el laboratorio. No siendo extensivo a cualquier lote. 4. Nomenclatura: N.D. = No Detectable; N.A. = No aplica; N= número de réplica				



Página 1 de 1

Q.F. Stuard Montoya V. Mgtr.
Director Técnico / CEO



SSV CONSULTING
www.ssvconsulting.webnode.com.co
ssvconsulting@outlook.com
 Contacto: 0982944035 – 0985699758

Elaborado por: La autora, 2025

Anexo N°12:

Análisis microbiológicos de T3
INFORME DE RESULTADOS
SSV-136-2024

Fecha: 6 de diciembre del 2024

DATOS DEL CLIENTE

Nombre	Annalia Karine Ronquillo Gonzalez
Dirección	Universidad Agraria del Ecuador
Teléfono	0987670265
Contacto	Annalia Ronquillo

DATOS DE LA MUESTRA

Tipo de muestra	Harina Premsuclada	Cantidad	Aprox. 25 g cto
Nº. de muestras	1	Lote	N.A.
Presentación	Paquetes cierre hermético al vacío	Fecha de recepción	26-12-2024
Colecta de muestra	Realizado por el cliente	Fecha Colecta de muestra	N.A.

CONDICIONES DEL ANALISIS

Temperatura (°C)	19.2	Humedad (%)	65.0
Fecha de Inicio de Análisis	26-12-2024		
Fecha de Finalización del análisis	6-01-2025		

RESULTADOS

CODIGO CLIENTE	PARAMETROS	METODO REFERENCIA	RESULTADOS	Unidad
Harina premsuclada T3	Mohs/Lunadina	USP 2021	1x10 ⁷	UFC/g
	Aerobios aerófilos	USP 2021	1x10 ⁶	UFC/g
	Escherichia coli	USP 2021	ND	UFC/g
	Salmonella	USP 2021	ND	UFC/g
	Staphylococcus aureus	USP 2021	ND	UFC/g

Observaciones:

1. Los resultados emitidos en este informe corresponden únicamente a la(s) muestra(s) recibidas por el laboratorio.

No siendo extensivo a cualquier lote.

2. Nomenclatura: N.D. = No Detectable; N.A. = No aplica; N= número de réplica


 CONTROLADO, RECIBIDO
 AUTENTICA, FIDELIDAD

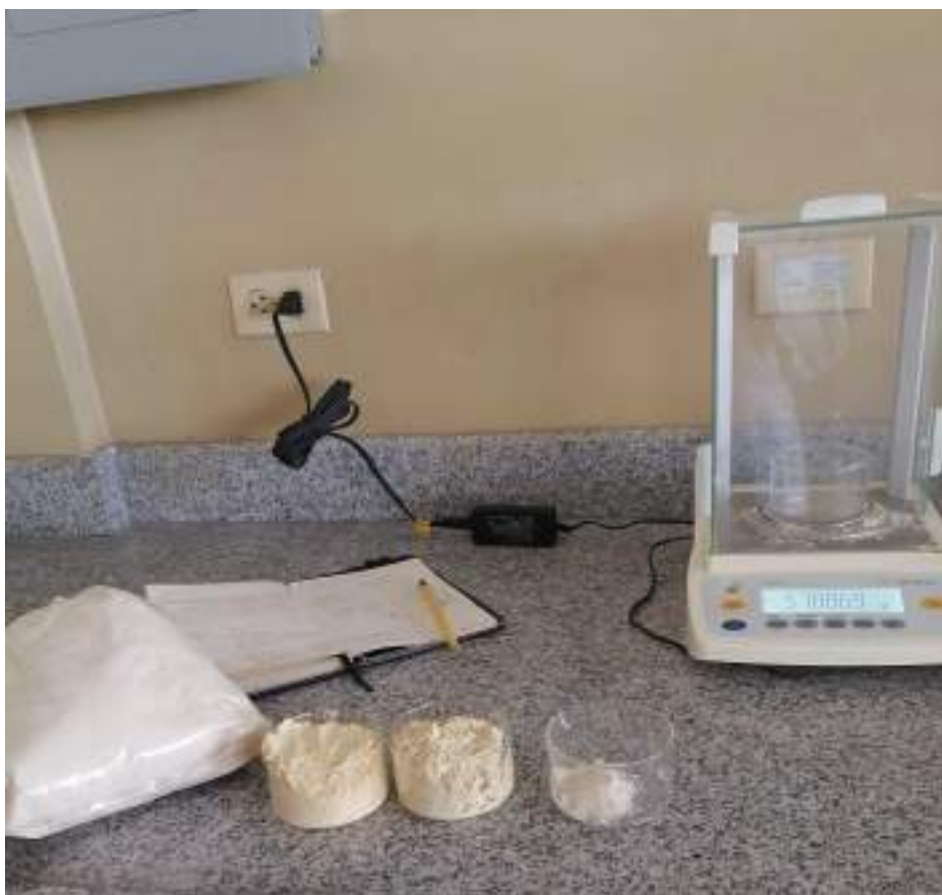
Página 1 de 1

Q.F. Stuard Montoya V. Mgtr.
Director Técnico / CEO



SSV CONSULTING
www.ssvconsulting.webnode.com.co
ssvconsulting@outlook.com
 Contacto: 0982944005 - 0985097158

Elaborado por: La autora, 2025

Anexo N° 13:***Pesaje de cada materia prima***

Elaborado por: La autora, 2025

Anexo N° 14:***Materias primas de los tratamientos propuestos***

Elaborado por: La autora, 2025

Anexo N° 15:

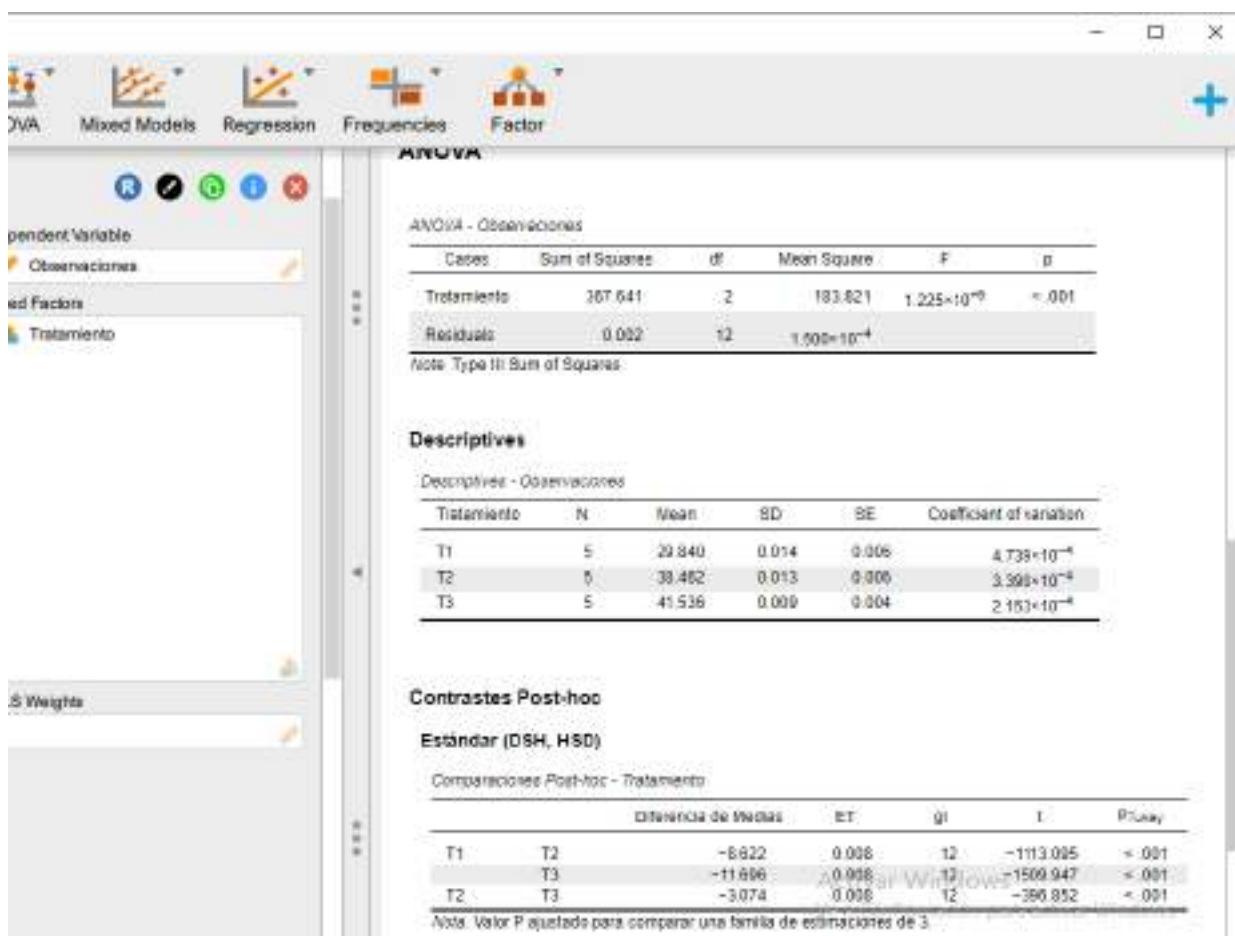
Tamizado de las muestras



Elaborado por: La autora, 2025

Anexo N° 16:

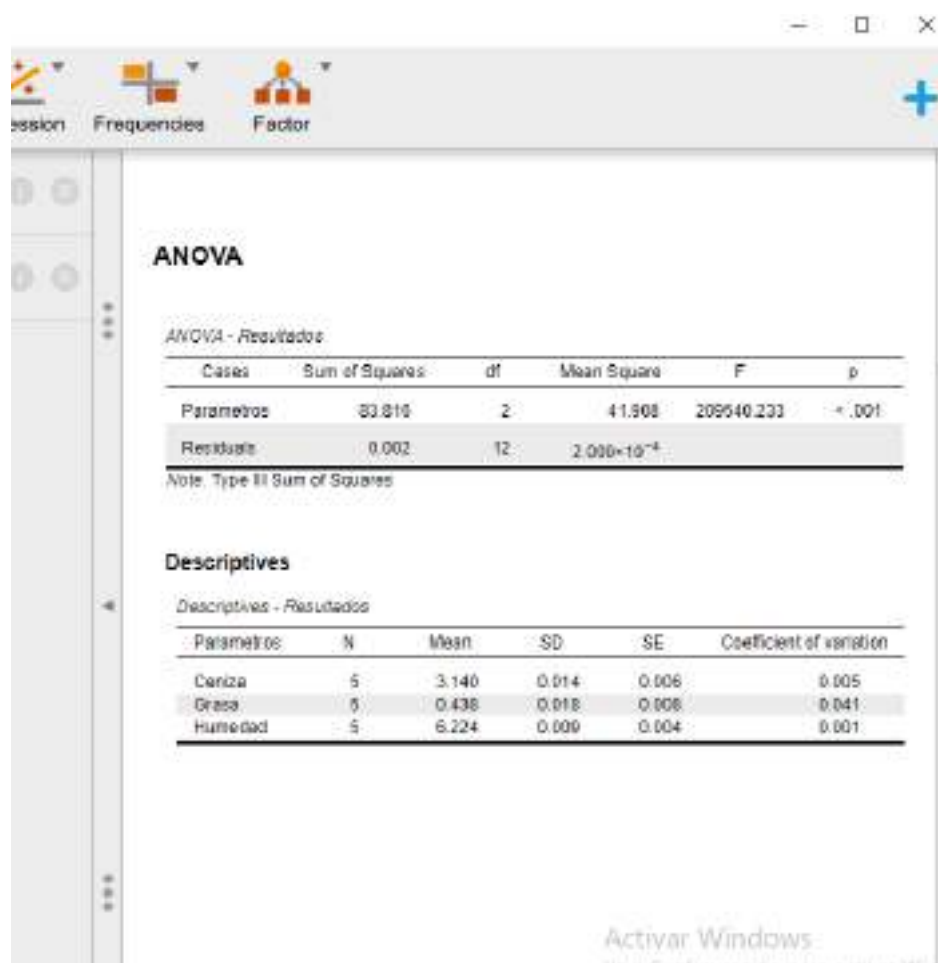
ANOVA del análisis de proteína



Elaborado por: La autora, 2025

Anexo N°17

ANOVA de los análisis físico-químicos



Elaborado por: La autora, 2025.