



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE INGENIERIA
CARRERA DE AGROINDUSTRIA

Título

Elaboración de un suplemento en polvo a base de proteína aislada de soja enriquecida con precursores de colágeno y silimarina.

Trabajo de Titulación para optar al título de Ingeniero Agroindustrial

Autor:

Ocaña Parreño Danny Israel

Tutor:

Mgs. Ana Hortencia Mejía López

Riobamba,

Ecuador.

2024

DECLARATORIA DE AUTORÍA

Yo, Danny Israel Ocaña Parreño con cédula de ciudadanía 172559947-4, autor del trabajo de investigación titulado: “Elaboración de un suplemento en polvo a base de proteína aislada de soya enriquecida con precursores de colágeno y silimarina”, certifico que la producción, ideas, opiniones, criterios, contenidos y conclusiones expuestas son de mí exclusiva responsabilidad.

Asimismo, cedo a la Universidad Nacional de Chimborazo, en forma no exclusiva, los derechos para su uso, comunicación pública, distribución, divulgación y/o reproducción total o parcial, por medio físico o digital; en esta cesión se entiende que el cesionario no podrá obtener beneficios económicos. La posible reclamación de terceros respecto de los derechos de autor de la obra referida, será de mi entera responsabilidad; librando a la Universidad Nacional de Chimborazo de posibles obligaciones.

En Riobamba, 03 de marzo del 2024



Danny Israel Ocaña Parreño

C.I: 172559947-4

DICTAMEN FAVORABLE DEL PROFESOR TUTOR

Quien suscribe, Ana Hortencia Mejía López catedrático adscrito a la Facultad de Ingeniería por medio del presente documento certifico haber asesorado y revisado el desarrollo del trabajo de investigación titulado: “Elaboración de un suplemento en polvo a base de proteína aislada de soya enriquecida con precursores de colágeno y silimarina”, bajo la autoría de Danny Israel Ocaña Parreño; por lo que se autoriza, ejecutar los trámites legales para su sustentación.

Es todo cuanto informar en honor a la verdad; en Riobamba, a los 3 días del mes de marzo de 2024.



Mgs. Ana Hortencia Mejía López

C.I:0601948813

CERTIFICADO DE LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL

Quienes suscribimos, catedráticos designados Miembros del Tribunal de Grado para la evaluación del trabajo de investigación “Elaboración de un suplemento en polvo a base de proteína aislada de soya enriquecida con precursores de colágeno y silimarina” presentado por Danny Israel Ocaña Parreño, con cédula de identidad número 1725599474, bajo la tutoría de Mgs. Ana Hortencia Mejía López; certificamos que recomendamos la APROBACIÓN de este con fines de titulación. Previamente se ha evaluado el trabajo de investigación y escuchada la sustentación por parte de su autor; no teniendo más nada que observar.

De conformidad a la normativa aplicable firmamos, en Riobamba 03 de marzo del 2024.

PhD. Cristian Javier Patiño Vidal

PRESIDENTE DEL TRIBUNAL DE GRADO



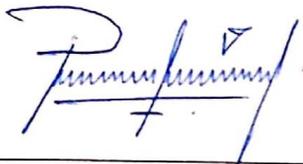
PhD. Diana Estefanía Yáñez Sevilla

MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE GRADO



PhD. Paúl Stalin Ricaurte Ortíz

MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE GRADO





Dirección
Académica
VICERRECTORADO ACADEMICO



UNACH-RGF-01-04-08.15
VERSIÓN 01: 06-09-2021

CERTIFICACIÓN

Que, **DANNY ISRAEL OCAÑA PARREÑO** con CC: 172559947-4, estudiante de la Carrera **AGROINDUSTRIA**, Facultad de **INGENIERÍA** ; ha trabajado bajo mi tutoría el trabajo de investigación titulado "**ELABORACIÓN DE UN SUPLEMENTO EN POLVO A BASE DE PROTEÍNA AISLADA DE SOYA ENRIQUECIDA CON PRECURSORES DE COLÁGENO Y SILIMARINA** ", cumple con el **4 %**, de acuerdo al reporte del sistema Anti plagio **TURNITIN**, porcentaje aceptado de acuerdo a la reglamentación institucional, por consiguiente autorizo continuar con el proceso.

Riobamba, 25 de marzo de 2024



Mgs. Ana Mejía López
TUTORA

DEDICATORIA

Esta tesis está dedicada a:

Dios quien ha sido mi guía, fortaleza durante todo este proceso académico brindándome siempre su mano de fidelidad y amor hasta el día de hoy.

A mis padres Iván Ocaña y Mónica Parreño, quienes con su amor, trabajo, paciencia y esfuerzo me han permitido llegar a cumplir hoy un sueño más, además de inculcar en mí el ejemplo de esfuerzo y valentía, de no temer las adversidades porque Dios está siempre conmigo.

A mis hermanos Andrés, Karla y Gissela, por brindarme siempre su cariño y apoyo incondicional durante todo este proceso, por estar conmigo en todo momento gracias.

Finalmente quiero dedicar esta tesis a toda mi familia porque con sus oraciones, consejos y palabras de aliento hicieron de mí una mejor persona y de una u otra forma me acompañan en todos mis sueños y metas.

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, doy infinitamente gracias a Dios, por haberme dado la fuerza y valor necesarias para culminar con éxito esta etapa de mi vida.

Agradezco también la confianza y el apoyo brindado por mis padres Iván Ocaña y Mónica Parreño, quienes sin duda alguna me apoyaron en el trayecto de mi vida demostrándome su infinito amor, corrigiendo en el camino mis faltas y celebrando siempre mis triunfos.

Agradezco especialmente a la Mgs. Ana Hortencia Mejía López, quien con su ayuda y comprensión ha sido parte fundamental durante la elaboración del presente proyecto.

A todos los docentes, amigos y colaboradores gracias por su apoyo incondicional en el transcurso de mi carrera universitaria, ya que me han sabido guiar de forma correcta demostrándome que siempre podré contar con ellos en cualquier momento.

Agradezco además a la Universidad Nacional de Chimborazo por abrirme las puertas en esta prestigiosa institución, permitiéndome dar un paso de grandeza en mi camino profesional cumpliendo a la vez una meta más en mi vida.

Finalmente quiero agradecer infinitamente a la empresa NUTRION, por brindarme la posibilidad de realizar el presente trabajo de investigación en sus instalaciones, buscando siempre un beneficio mutuo que ayude tanto en su crecimiento empresarial como en mi crecimiento profesional.

CONTENIDO PRELIMINAR

DECLARATORIA DE AUTORIA.....	
DICTAMEN FAVORABLE DEL PROFESOR TUTOR.....	
CERTIFICADO DE LOS MIEMBROS DE TRIBUNAL.....	
CERTIFICADO ANTIPLAGIO.....	
DEDICATORIA.....	
AGRADECIMINETO.....	
RESUMEN.....	
ABSTRACT.....	

ÍNDICE GENERAL

CAPÍTULO I. INTRODUCCION	14
1.1 ANTECEDENTES	14
1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	14
1.3. JUSTIFICACIÓN.....	15
1.4. OBJETIVOS	15
1.4.1. General.....	15
1.4.2. Específicos	15
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO.....	17
2.1 ESTADO DE ARTE.....	17
2.2 MARCO TEÓRICO.....	19
2.2.1 SUPLEMENTOS PARA DEPORTISTAS	19
2.2.2 REQUERIMIENTOS PROTEICOS EN EL DEPORTE	19
2.2.3 PROTEÍNA AISLADA DE SOJA	20
2.2.4 PRECURSORES DE COLÁGENO	22
2.2.5 VITAMINA C Y SU FUNCIÓN EN LA SÍNTESIS DE COLÁGENO.....	24
2.2.6 EXTRACTO DE CARDO MARIANO “ <i>SILYBUM MARIANUM</i> ” (SILIMARINA).....	25
2.2.7 AYUDAS ERGOGÉNICAS	26
2.2.8 CREATINA.....	27
2.2.9 L-CARNITINA.....	28
CAPÍTULO III. METODOLOGIA	31
3.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	31
3.2 DISEÑO DE INVESTIGACIÓN.....	31

3.3 TAMAÑO DE MUESTRA PARA LA PRUEBA DE ACEPTABILIDAD	32
3.4 TÉCNICA DE RECOLECCIÓN DE DATOS	32
3.5 ELABORACIÓN DE LA BEBIDA EN POLVO.....	34
3.6 MATERIAS PRIMAS, EQUIPOS Y REACTIVOS.....	35
3.6.1 MATERIAS PRIMAS	35
3.6.2 EQUIPOS	36
3.6.3 REACTIVOS.....	36
3.7 TÉCNICA DE ANÁLISIS ESTADÍSTICO	36
3.7.1 DISEÑO EXPERIMENTAL	36
3.7.2 SOFTWARE ESTADÍSTICO	36
CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	37
4.2 ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS Y MICROBIOLÓGICOS.....	37
4.3 ANÁLISIS DE ACEPTABILIDAD DEL SUPLEMENTO ALIMENTICIO.....	42
4.5 ANÁLISIS PROXIMAL	43
4.6 FICHA TÉCNICA DEL SUPLEMENTO ALIMENTICIO	44
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	49
BIBLIOGRAFÍA	50
ANEXOS.....	55
Anexo 1. Datos de humedad.	55
Anexo 2. Datos de cenizas.	55
Anexo 3. Datos de consistencia.	55
Anexo 4. Datos de pH.....	56
Anexo 5. Datos de sólidos solubles.....	56
Anexo 6. Datos de aerobios totales.	57
Anexo 7. Datos de coliformes totales.....	57
Anexo 8. Datos de mohos y levaduras.	58
Anexo 9. Ficha de aceptabilidad de tipo afectiva	59
Anexo 10. Resultados del análisis proximal	60

ÍNDICE DE TABLAS.

Tabla 1. <i>Requerimientos proteicos para deportistas</i>	20
Tabla 2. <i>Composición nutricional de preparados comerciales de proteínas a base de soja</i>	21
Tabla 3. <i>Valores medios de AA en la proteína de soja</i>	21
Tabla 4. <i>Tabla de ayudas ergogénicas</i>	27
Tabla 5. <i>Dosis Recomendadas según el tipo de carnitina consumida.</i>	29
Tabla 6. <i>Formulaciones de la investigación</i>	31
Tabla 7. <i>Parámetros analizados en la estabilidad del suplemento alimenticio.</i>	33
Tabla 8. <i>Parámetros analizados en el análisis proximal del suplemento alimenticio</i>	33
Tabla 9. <i>Materias primas</i>	35
Tabla 10. <i>Equipos</i>	36
Tabla 11. <i>Reactivos</i>	36
Tabla 12. <i>Características fisicoquímicas de los tratamientos.</i>	37
Tabla 13. <i>Análisis microbiológicos de los tratamientos</i>	38
Tabla 14. <i>Análisis de varianza en el parámetro cenizas</i>	39
Tabla 15. <i>Análisis de varianza para las variables en estudio</i>	40
Tabla 16. <i>Comparación Tukey de medias para los tratamientos.</i>	40
Tabla 17. <i>Comparación Tukey de medias para los Bloques.</i>	41
Tabla 18. <i>Codificación de los tratamientos en las fichas de aceptabilidad</i>	42
Tabla 19. <i>Análisis estadístico para la prueba de aceptabilidad</i>	43
Tabla 20. <i>Análisis proximal del suplemento alimenticio</i>	43

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. <i>Diagrama de flujo para la elaboración del suplemento a base de proteína aislada de soja.</i>	34
Figura 2. <i>Nivel de aceptabilidad del suplemento alimenticio.</i>	42
Figura 3. <i>Ficha técnica del suplemento alimenticio</i>	45

RESUMEN

En la actualidad existe una gran demanda de suplementos alimenticios que ayudan a mejorar o mantener su rendimiento a la hora de hacer deporte o ejercicio físico. Entre las principales funciones que pueden aportar los suplementos alimenticios a los deportistas están: la ganancia de masa muscular, regeneración de energía o mejoramiento del rendimiento deportivo. Estos suplementos alimenticios se han convertido en una gran alternativa de consumo para deportistas que requieran una ayuda nutricional y energética. Por otra parte, la empresa riobambeña NUTRIÓN pretende diversificar sus líneas de producción mediante la creación y desarrollo de nuevos productos que satisfagan los requerimientos nutricionales de los deportistas de forma eficiente. Lo cual permite posicionarse en el mercado como una marca reconocida y confiable en cuanto a suplementos alimenticios. Ahora bien, dicha empresa financia el presente trabajo de investigación cuyo objetivo es formular un suplemento alimenticio en polvo a base de proteína aislada de soja enriquecida con precursores de colágeno (L-Glicina, L-Lisina L-Prolina) y extracto de Cardo Mariano (silimarina) destinado a deportistas. Para ello, se realizaron varios ensayos previos donde se formuló raciones de 30g de suplemento en polvo. Se obtuvo tres diferentes formulaciones (F1: carboximetilcelulosa y Acetil L-Carnitina; F2: Tartrato de L-Carnitina; F3: carboximetilcelulosa y Tartrato de L-Carnitina). Se evaluaron parámetros fisicoquímicos y microbiológicos para comprobar su calidad y estabilidad. A los resultados de los parámetros analizados se aplicó un análisis de varianza ANOVA con el fin de realizar una comparación de medias entre formulaciones, seguido de una prueba Tukey ($p < 0.05$) para determinar diferencias significativas entre las muestras. Posterior, se realizó una prueba de aceptabilidad de tipo afectiva a 45 deportistas con el fin de hallar la formulación más aceptada por la población deportista. Se realizó un análisis proximal a la formulación con mayor aceptabilidad para conocer su composición. En cuanto a los resultados obtenidos de los parámetros fisicoquímicos se evidenció que no existe una diferencia significativa entre tratamientos, a excepción del parámetro consistencia y pH. Los parámetros microbiológicos en el producto sólido se mantienen bajo los valores estipulados por la resolución colombiana No. 1407 2022 con muy poca variación durante los 24 días de estudio. La formulación del suplemento más aceptada por la población deportista valorada fue F3. El suplemento alimenticio en cuanto a su composición está dentro de los límites máximos permisibles detallados en la resolución CODEX STAN 192-1995. Por lo tanto, el producto cumple con las especificaciones técnicas y microbiológicas siendo un producto apto para el consumo.

Palabras claves: Suplemento, proteína aislada de soja, colágeno, silimarina, deportistas.

SUMMARY

Nowadays, there is a great demand for food supplements that help improve or maintain athletes' performance during sports or physical exercise. Among the main functions that dietary supplements can provide to athletes are muscle mass gain, energy regeneration, or improvement of sports performance. These food supplements have become an alternative for athletes who require nutritional and energetic support. On the other hand, NUTRIÓN, a company specializing in nutrition products located in Riobamba, intends to diversify its production lines by creating and developing new products that satisfy the nutritional requirements of athletes efficiently. Diversification will enable the company to position itself as a recognized and reliable brand regarding dietary supplements. Now, this company finances the present research work, whose objective is to formulate a food supplement in powder form based on isolated soy protein enriched with collagen precursors (L-Glycine, L-Lysine L-Proline) and Milk Thistle extract (silymarin) for athletes. For this purpose, the researcher performed several previous trials with formulated 30g powder supplement rations. The study obtained three different formulations (F1: carboxymethylcellulose and Acetyl L-Carnitine; F2: L-carnitine tartrate; F3: carboxymethylcellulose and L-carnitine tartrate). Physicochemical and microbiological parameters were evaluated for quality and stability. The researcher performed an ANOVA analysis of variance to the parameters' results to compare means between formulations, followed by a Tukey test ($p < 0.05$) to determine significant differences between samples. Subsequently, a practical acceptability test was performed on 45 athletes to find the formulation most accepted by the athlete population. A proximal analysis was carried out on the formulation with the highest acceptability to know its composition. As for the results obtained for the physicochemical parameters, the study found no significant difference between treatments, except for the consistency and pH parameters. The microbiological parameters in the solid product are maintained under the values stipulated by Colombian Resolution No. 1407 2022 with minimal variation during the 24 days of study. The formulation of the supplement most accepted by the athlete population evaluated was F3. The dietary supplement, in terms of its composition, is within the maximum permissible limits detailed in the CODEX STAN 192-1995 resolution. Therefore, the product complies with the technical and microbiological specifications and is suitable for consumption.

Key words: Supplement, soy protein isolate, collagen, silymarin, athletes.

Reviewed by

ADRIANA
XIMENA
CUNДАР RUANO
Firmado digitalmente
por ADRIANA XIMENA
CUNДАР RUANO
Fecha: 2024.03.20
10:01:53 -05'00'

MsC. Adriana Cundar Ruano, Ph.D.

ENGLISH PROFESSOR

c.c. 1709268534

CAPÍTULO I. INTRODUCCION

1.1 ANTECEDENTES

Hoy en día, el consumo de un suplemento alimenticio para mejorar el rendimiento deportivo y la actividad física ha crecido considerablemente en los últimos años en los deportistas, buscando entre otros, fines físicos o estéticos. (Abad, 2015).

Numerosas empresas comercializan suplementos de colágeno con la finalidad de prevenir lesiones articulares o de acelerar la recuperación una vez que la lesión se ha producido por la realización de alguna actividad física (Abad, 2015).

Así mismo, existe mucha publicidad de que los suplementos de colágeno pueden ayudar a ralentizar el envejecimiento de la piel, reduciendo las arrugas y la sequedad cutánea y mejorando su elasticidad (Schoenfeld, 2020).

Para sintetizar colágeno de forma natural se puede adicionar en la alimentación aminoácidos como: L-Glicina, L-Lisina, L-Prolina los cuales son precursores de dicha proteína. “La molécula de colágeno presenta una composición característica e inusual. Casi un tercio de su composición es glicina y un 13% es prolina. De los aminoácidos derivados presenta un 9% de 4-hidroxiprolina y un 0,6% de 5-hidroxilisina” (Mienaltowski & Birk, 2014).

Esmaeil et al (2017) autores del artículo “Influencia de la silimarina en el sistema inmunológico como inmunomodulado” revisaron estudios científicos donde se evidencia los efectos de la silimarina en el sistema inmunológico. Demostraron que la silimarina puede tener una amplia gama de efectos inmunomoduladores, incluyendo la estimulación de la actividad de las células inmunes, la reducción de la inflamación y la protección de las células contra el daño oxidativo. Además, indican que la silimarina es el principal flavonoide que se extrae de los frutos y semillas del cardo mariano (*Silybum marianum*), que ha sido utilizada durante varios siglos como un agente hepatoprotector.

La presente investigación considerando los beneficios antes señalados, plantea elaborar un suplemento alimenticio a base de proteína aislada de soya enriquecida con precursores de colágeno (L-Glicina, L-Lisina L-Prolina) y extracto de Cardo Mariano (*Silybum marianum*) y colaborar de forma directa a la diversificación del catálogo productos en la empresa NUTRION presentando un nuevo producto alternativo que beneficie al consumidor deportista en su calidad nutricional diaria.

1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Hoy en día, el mercado de suplementos alimenticios ha ido creciendo desmesuradamente teniendo en cuenta que no todas las personas consumen los nutrientes diarios que requieren para una vida saludable, esta es una preocupación muy antigua debido a la intranquilidad que tiene la sociedad por sentirse saludable, pero en la actualidad se puede encontrar a disposición en diferentes mercados orientados a una tenencia de múltiples fines

como aumentar la energía y vitalidad, con ingredientes como la proteína, el colágeno, alimentos sin grasa, etc. Estas tendencias van siendo parte del siglo XXI adaptándose a la edad moderna para así mantener el cuerpo saludable o mejorar su estética (Li, 2022).

Cada vez más en el mercado nacional existe un gran incremento en las marcas comerciantes que ofrecen suplementos proteicos los cuales vienen en formulados en polvo, tales como Maximun, Carnivor Shred, Nitro Tech Ripped, PS Whey, Mutant Whey, Casein Gold, Cell Tech, etc. Por tal razón la empresa riobambeña NUTRIÓN quiere diversificar sus líneas de producción mediante la creación y desarrollo de nuevos productos que satisfagan los requerimientos nutricionales de los deportistas de forma eficiente, permitiendo posicionarse en el mercado como una marca reconocida y confiable en cuanto a suplementos alimenticios.

Por lo mencionado anteriormente se ha permitido proponer este proyecto de investigación, en el que se destaca la elaboración de un suplemento en polvo a base de proteína aislada de soya enriquecida con precursores de colágeno y Silimarina, el cual será destinada a deportistas, contribuyendo así al alcance de los objetivos de NUTRION.

1.3. JUSTIFICACIÓN

El presente trabajo de investigación pretende contribuir conjuntamente con la empresa NUTRIÓN en el desarrollo de un suplemento alimenticio en polvo a base de proteína de soya enriquecida con precursores de colágeno y extracto de cardo mariano (silimarina). Teniendo así un producto nutritivo que cumpla con el requerimiento básico de nutrientes que los deportistas no obtienen de su alimentación regular, nutrientes necesarios para un desarrollo, bienestar y calidad de vida adecuados, que muchas veces son causas de enfermedades (articulares o hepáticas) en la salud. Por tal motivo, este trabajo permitirá proponer a NUTRIÓN la creación de un producto alternativo y nutritivo enfocado en dicho sector de la población y mejorar así su catálogo de productos en el mercado. Además, de ofrecer una alternativa nutritiva de consumo para la población objetivo.

1.4. OBJETIVOS

1.4.1. General

Elaborar un suplemento alimenticio en polvo a base de proteína aislada de soya enriquecida con precursores de colágeno (L-Glicina, L-Lisina L-Prolina) y extracto de Cardo Mariano (silimarina) destinada a deportistas.

1.4.2. Específicos

- Formular diferentes tratamientos de un suplemento alimenticio basado en los requerimientos nutricionales de los deportistas.
- Analizar mediante parámetros fisicoquímicos y microbiológicos la estabilidad del producto en función al tiempo.

- Valorar la aceptabilidad de las diferentes formulaciones mediante una prueba de aceptabilidad.
- Realizar un análisis proximal de la formulación con mayor aceptabilidad.
- Construir una ficha técnica en la que se detalle los beneficios del producto para el consumidor.

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO.

2.1 ESTADO DE ARTE

“Los productos de nutrición deportiva y salud pueden mejorar la función fisiológica de los atletas, acelerar el metabolismo del ácido láctico, promover la función cardíaca y pulmonar y acelerar la recuperación después del entrenamiento físico” (Li, 2022).

Un estudio realizado por Sousa et al. (2013) demuestra que de doscientos noventa y dos atletas (68 % hombres y el 32% mujeres, de entre 12-37 años) el 66% de ellos consumían suplementos nutricionales, con una mediana de consumo de 4 suplementos por deportista presentado una demanda significativa de consumo en la población estudiada.

Más del 40 % de las personas que realizan deporte de forma activa usan suplementos alimenticios, dependiendo del tipo de deporte o actividad que realicen y el nivel de competencia y la definición de suplementos que requieran. Sin embargo, a menos que el deportista tenga una deficiencia considerable de nutrientes, es posible que la alimentación con este tipo de suplementos no mejore su rendimiento (Garthe y Maughan, 2018).

En Quito, Ecuador, en el año 2015, se realizó un estudio en el cual se observó que el 53 % de las mujeres tienen un déficit proteico considerable en su dieta y un 43 % en los hombres. Sin embargo, aunque la mayoría de los adultos mayores consumen poca proteína, sus niveles de masa muscular se mantienen estables, teniendo un mayor porcentaje tanto los hombres como las mujeres, lo cual puede asociarse con el ejercicio físico realizado (Cevallos, 2017).

Por otro lado, Córdova et al. (2022) realizó un estudio cuasiexperimental, con una duración de 3 meses en una población de 70 adultos con dinapenia (baja masa muscular). Cuyos participantes recibieron dosis diarias de 10 g de proteína aislada de soja y realizaron entrenamiento de fuerza de forma continua. Para obtener como resultado un aumento estadísticamente significativo y favorable en la ganancia de fuerza prensil de mano en mujeres, pero no en hombres; y aumento de la masa muscular en toda la población de estudio (muestra). La masa grasa corporal total y la grasa visceral disminuyeron en ambos grupos.

Por tal razón se puede afirmar que una suplementación de 10g/día de proteína aislada de soja como suplemento, en conjunto con el ejercicio puede mejorar la fuerza de los músculos en mujeres y la composición corporal en ambos sexos (Córdova et al., 2022).

Escarez et al. (2015) mencionan que la necesidad de proteína en un deportista depende del tipo de ejercicio que se realice, esto debido a que un entrenamiento de resistencia requiere una diferente cantidad de proteína que un entrenamiento de potencia y fuerza. Sin embargo, después del entrenamiento es necesaria la reparación y recuperación del tejido muscular, las recomendaciones proteicas para este caso son aproximadamente de 1,2 a 1,4g proteína/kg/día. Por otro lado, en el entrenamiento de fuerza y potencia es recomendable un consumo de 1,4 a 1,8g proteína/kg/día.

En cuanto a los precursores de colágeno (L-Glicina, L-Prolina y L-Lisina) Schoenfeld (2020) afirma que, de los veinte aminoácidos que forman el colágeno, tres de ellas (glicina, prolina y lisina) se consideran las más importantes para la producción de procolágeno y, en última instancia, para las características singulares del colágeno. Además, indica que, pese a que la glicina y la prolina no se incluyen en el grupo de los nueve aminoácidos esenciales, cada vez hay más pruebas que demuestran que estos dos aminoácidos (no esenciales) realizan varias funciones beneficiosas en el organismo.

Por otro lado, en el uso de la silimarina en suplementos alimenticios se destaca la investigación “Silymarin, the antioxidant component and *Silybum marianum* extracts prevent liver damage” el cual demostró que al utilizar extractos de silimarina (100mg/kg de agua corporal), combinada con la inhibición de la absorción del colesterol pueden ser las responsables del cambio positivo en el perfil lipoproteico de colesterol y el contenido de lípidos plasmáticos en el cuerpo, además de que el reforzamiento antioxidante de los hepatocitos dado por el extracto de Cardo Mariano (silimarina) puede contraatacar el estrés oxidativo y contribuir positivamente con el bloqueo de la enfermedad hepática (Shaker et al., 2015)

En la actualidad la silimarina (extracto de Cardo Mariano) es utilizada ampliamente en una gran cantidad de productos como infusiones de hierbas e ingrediente biológicamente activo y exclusivo de suplementos alimenticios y productos médicos (Correa et al., 2018).

Correa et al. (2018) también menciona en su estudio “Determinación de fenólicos totales y capacidad antioxidante de medicamentos y suplementos herbolarios a base de cardo mariano *Silybum marianum*” que el uso de la silimarina dentro de la medicina herbolaria es una gran innovación, esto gracias a su capacidad antioxidante en el organismo y sus beneficios en patologías del hígado. Por tal razón es importante hacer una investigación más enfocada en plantas consideradas nocivas para los sembradíos, ya que, se les puede considerar como un recurso importante para la medicina, la economía y el comercio.

Por otra parte, el uso de ayudas ergogénicas en el deporte viene siendo hoy en día muy utilizada por la población deportista ya que les permite mejorar su rendimiento deportivo y alcanzar más fácilmente sus objetivos. Tal es el caso de la L-carnitina que según Crespo (2018) en su estudio “Efectos fisiológicos de la suplementación con L - carnitina en el deporte” menciona que una de las formas disponibles para su suplementación, es el acetil L-carnitina, ayudando principalmente en la obtención de energía proveniente de los lípidos. Además, ayuda a acelerar el metabolismo de las grasas. La suplementación con L-carnitina presenta beneficios como: recuperación rápida de los músculos; incremento de la resistencia en el deporte; disminución de la cantidad de lípidos en sangre.

Llamas (2014) en su investigación “L-carnitina como suplemento nutricional en el deporte” compró en un grupo de 60 deportistas suplementados con 2g/día de L-Carnitina y un ejercicio de 180 min/día durante tres semanas que los niveles de hipoxantina, ácido úrico y xantina oxidasa son menores. Por otro lado, también se evidenció que los niveles de

radicales libres se mantienen durante el ejercicio. Los niveles de proteínas séricas son menores y disminuye el tiempo que tarda en regresar a los niveles normales.

Durante el ejercicio intenso se producen varios agentes prooxidativos como los radicales libres, estos provocan reacciones destructivas en los tejidos del cuerpo, en los que incluye la peroxidación de ácidos grasos. La suplementación con L-Carnitina presenta efectos beneficiosos en contra de los daños celulares causados por los radicales libres, ya que la producción de estas moléculas y especies reactivas del oxígeno disminuye cuando se suplementa L-Carnitina en los deportistas (Stephens, 2013).

2.2 MARCO TEÓRICO

2.2.1 SUPLEMENTOS PARA DEPORTISTAS

Tener una buena nutrición repercute positivamente en un mejor rendimiento físico, disminuyendo la fatiga muscular, y también previniendo la pérdida de masa magra (músculo). Sin embargo, debido a la falta de tiempo en sus actividades, la gente hoy en día no puede mantener una dieta balanceada y nutritiva, por tal razón crece cada vez más la necesidad de consumir suplementos nutricionales que prometen los mismos beneficios que las de una nutrición común (Carrillo, 2013).

El consumo de suplementos alimenticios ha ido creciendo de manera significativa en los últimos años, con el fin de para la prevenir o incluso tratar las deficiencias nutricionales y de enfermedades que presenta la población, así como para promover la calidad de vida y un cuerpo sano. Entre los diversos tipos de suplementos disponibles en el mercado, se destacan los suplementos deportivos. Cuando nos referimos a suplementos deportivos, no existe una definición conjunta para estos productos ya que existen diferentes términos y categorías que se aplican en los diferentes marcos regulatorios, a menudo en constante cambio en diferentes países y regiones del mundo (Muñoz et al., 2021).

Entre las principales funciones que puede cumplir un suplemento alimenticio, están: el aumento de la masa muscular, la mejora de la fuerza, prevención de enfermedades y la mejora del rendimiento deportivo ayudando a las personas a mejorar sus actividades deportivas (Espinosa et al, 2018).

Existe una gran cantidad de suplementos alimenticios, los cuales han sido utilizados con diferentes fines tanto deportivos como estéticos. por lo que la categorización de estos ha sido compleja y hasta la actualidad insatisfactoria en el área científica y legal, por tal motivo resulta importante buscar una definición de suplemento deportivo para su contextualización general y de esta forma homologar la terminología en futuras investigaciones que involucren el uso de un suplemento (Muñoz et al, 2021).

2.2.2 REQUERIMIENTOS PROTEICOS EN EL DEPORTE

La necesidad de un consumo óptimo de proteína en los deportistas ha ido recibiendo una atención muy considerable en muchas investigaciones realizadas hasta el día de hoy. No

solo en cuanto a si los deportes incrementan dichas necesidades, sino también con relación a los beneficiosos que puedan tener en cuanto al rendimiento deportivo se refiere (Camacho, 2019).

En la Tabla 1 se detallan los requerimientos de proteína que debe consumir un deportista adulto promedio para poder satisfacer sus valores diarios de consumo, dependiendo el nivel de deporte que realice.

Tabla 1.

Requerimientos proteicos para deportistas

Nivel deportivo	g/kg peso corporal/día
Sedentario	0,8
Físicamente activo	1,0-1,4
Entrenamiento de fuerza	1,6-1,8
Entrenamiento de resistencia	1,2-1,4
Ganancia de masa muscular	1,7-1,8 + ingesta calórica positiva (400- 500 kcal/día para ganar 0,5 kg de músculo/semana)

Nota. Adaptado de Necesidades proteicas de los deportistas y pautas dietético-nutricionales para la ganancia de masa muscular por Urdampilleta et al, 2014

Dentro de la suplementación deportiva en el mundo, una de las variantes más utilizadas en la suplementación es la proteína. Esto ya que, debido a su tipo de actividad, el cuerpo tiende a degradar mayor cantidad de proteínas de las que degradaría una persona que no realice deporte de forma continua, teniendo que mantener un nivel de síntesis de proteínas que vaya acorde a su degradación. Si no se suplieran dichas necesidades adicionales que puede tener el deportista, esto podría repercutir en pérdidas tanto del tamaño del músculo como en el nivel de fuerza y, en consecuencia, un bajo rendimiento físico en el deporte (Rodríguez, 2014).

Los beneficios que presentan los suplementos ricos en proteína es la mejora de la síntesis proteica en el musculo, o, minimizar la degradación de proteínas del músculo cuando está en reposo y después de una serie aguda de ejercicio de resistencia, por lo que se obtiene una acumulación neta de proteína muscular beneficiosa para el deportista (Herda et al., 2013).

2.2.3 PROTEÍNA AISLADA DE SOJA

La suplementación con proteína puede llegar a mejorar la calidad muscular en los deportistas y con ello, disminuir significativamente el riesgo de desarrollar sarcopenia (baja masa muscular) mejorando así la calidad de vida de esta población. Los productos elaborados con proteína de soja se han convertido en una fuente dietética necesaria de proteína, al considerarse de alta calidad, demostrando su eficiencia al momento de mantener o incrementar la masa muscular en personas que realizan deporte de baja, mediana o alta intensidad (Putra et al., 2021).

En la Tabla 2 se detalla la composición aproximada de los preparados comerciales de proteínas obtenidos a partir de soja desengrasada y que comúnmente se emplean en la industria de los alimentos.

Tabla 2.

Composición nutricional de preparados comerciales de proteínas a base de soja

Producto	Proteína (%)	Carbohidratos (%)	Fibra (%)	Grasas (%)	Cenizas (%)
Harina de soja desengrasada	45-50	35-40	17-20	0,5-1,5	5,4-6,5
Concentrado de proteínas de soja	55-65	25-.30	5-10	0,1-0,5	4,0-5,0
Aislado de proteínas de soja	>90	3-4	<5	0,53-4,0	3,0-4,0

Nota: Los datos están expresados como porcentaje de materia seca (*USDA National Nutrient Database for Standard Reference, 2015*).

En la Tabla 3 se observa la composición de aminoácidos esenciales de soja

Tabla 3.

Valores medios de AA en la proteína de soja

Aminoácido	AA expresados en porcentaje de proteína (%)	AA expresados en sustancia seca (g/100g muestra)
Glicina	4,20	1,55
Alanina	4,16	1,54
Valina	4,84	1,79
Leucina	9,88	3,65
Isoleucina	5,42	2,00
Prolina	4,62	1,71
Fenilalanina	5,20	1,92
Tirosina	2,89	1,07
Triptófano	1,53	0,57
Lisina	6,16	2,27
Arginina	8,37	3,09
Metionina	1,41	0,52

Adaptado de evaluación de la composición y perfil de aminoácidos en granos de soja de Argentina (Accoroni et al., 2023)

Tener una suplementación con proteína aislada de soja combinada con ejercicios de fuerza y resistencia, pueden ser factores que beneficien el aumento de masa muscular y fuerza, disminuyendo la grasa visceral y aumentando la masa magra (músculo) en los deportistas (Andrade, 2018).

Rueda (2020) indica que los efectos beneficiosos del consumo de soja son la disminución del estrés oxidativo post ejercicio. De igual manera, la suplementación de soja combinado con ejercicio moderado podría ejercer un efecto beneficioso sobre el perfil lipídico en deportistas.

2.2.4 PRECURSORES DE COLÁGENO

La síntesis de colágeno es absolutamente necesaria para todos los tejidos vitales del cuerpo humano, en especial durante el crecimiento y los periodos de recuperación de enfermedades y reparación de heridas (Schoenfeld, 2020).

El colágeno asimilable aporta un porcentaje muy alto de aminoácidos (AA) propios de esta proteína, tales como la glicina, prolina, hidroxiprolina e hidroxilisina. Dichos aminoácidos son esenciales en etapas de estrés tisular como el que sufren los tejidos conectivo-articulares de diversas personas que realizan deporte de forma continua, los deportistas que trabajan en intensidades considerables y reciben frecuentemente impactos articulares y las personas que tienen sobrepeso, donde el lastre por el exceso de grasa repercute en la funcionalidad articular (Shaw et al., 2017).

La unidad básica de una fibra de la molécula de colágeno es el tropocolágeno, una triple hélice de tres cadenas polipeptídicas idénticas denominadas cadenas alfa formando la triple hélice de la molécula colágeno (Martínez, 2018).

Cerca del 90% del colágeno del cuerpo está constituido por colágeno tipo I y III. La composición de las proteínas de la molécula de colágeno consiste en diecinueve aminoácidos con porcentajes muy altos de glicina, prolina, hidroxiprolina y lisina. El colágeno de tipo II es una proteína que consta de dieciocho aminoácidos con porcentajes similares al colágeno tipo I y III (Abad, 2015).

L-Glicina

La glicina es el aminoácido más simple y pequeño; tanto es así que ni siquiera está presente en todas las otras dos formas quirales que existen (L y D); pero está tan relacionada con el colágeno que una sustitución en uno de sus residuos puede causar varias enfermedades (Ávila y Pérez, 2017).

“La glicina representa uno de cada tres aminoácidos, y su pequeño tamaño permite que los aminoácidos más largos se ajusten adecuadamente en la parte inferior de la molécula de colágenos final” (Schoenfeld, 2020).

La secuencia de aminoácidos es repetitiva. La glicina se encuentra en casi cada tercera posición y los segmentos glicina-x-prolina, glicina-x-hidroxiprolina y glicina-prolina-hidroxiprolina, son muy comunes (López, 2021).

La estabilidad del colágeno se mantiene por los enlaces de hidrógeno entre el grupo amino de los enlaces peptídicos en los que participa la glicina y el carbonilo de cualquier enlace peptídico. Los enlaces se establecen tanto en cada hebra como entre hebras, por lo tanto, son enlaces intermoleculares e intercatenarios (Martínez, 2018).

El diminuto tamaño de este aminoácido otorga a este residuo de glicina un papel muy importante no solo en la síntesis de la molécula de colágeno sino también en muchas otras proteínas del cuerpo como por ejemplo el citocromo c (Lugo, 2016).

L-Prolina

La prolina es un AA no esencial muy importante en el momento de realizar la síntesis del colágeno ya que constituye un tercio de su composición. A la vez forma parte de la composición de las proteínas del colágeno tipo I y IV, de la matriz ósea, dicho AA junto con la glicina constituyen aproximadamente el 57% de los AA totales. Es por tal razón que la ingesta adecuada de estos AA es muy necesaria y primordial para una correcta síntesis de la molécula del colágeno, el crecimiento óseo y la salud óptima de las personas (Burghardt, 2015).

Gracias a su estructura anular rígida, la prolina estabiliza la conformación helicoidal en cada una de sus cadenas α . La glicina, sin embargo, se sitúa ocupando un lugar cada tres residuos localizándose a lo largo de la región central, debido sin duda a su pequeño tamaño, y favoreciendo al denso empaquetamiento de las tres cadenas α , de configuración levógira, necesario para la formación de la superhélice de colágeno. Las tres cadenas se enrollan y se fijan mediante enlaces transversales para formar una triple hélice dextrógira con una distancia entre las vueltas de 8,6 nanómetros (Pilat, 2013).

Los residuos de prolina son muy esenciales para la formación de la molécula del tropocolágeno. Los anillos de pirrolidina provenientes de los residuos de prolina se rechazan entre sí por impedimentos estéricos, ubicándose en la superficie del tropocolágeno y obligando a la cadena polipeptídica a formar una hélice muy delgada y estirada (Lugo, 2016).

L-Lisina

La lisil-oxidasa (LOX) es una quinoenzima que contiene cobre en su estructura y lisil-tirosilquinona como cofactor. Esta molécula forma parte de la catálisis de la desaminación oxidativa de residuos de la lisina en los precursores del colágeno y elastina. Previamente se ha dado información sobre su biosíntesis, sus propiedades catalíticas y mecanismo de reacción, cofactores e inhibidores, así como la expresión y respuesta a diversos factores celulares (Pomilio, 2016).

Esto da como resultado la reticulación del colágeno y de la elastina, que es esencial para la estabilización de las fibrillas de colágeno y para la integridad y la elasticidad de la elastina madura. Se forman entrecruzamientos complejos en el colágeno (piridinolinas derivadas de tres residuos de lisina) y en la elastina (desmosinas derivadas de cuatro residuos de lisina) que difieren en su estructura (Ciprian, 2013).

La triple hélice se mantiene unida entre sí debido a puentes de hidrógeno, que afectan aproximadamente a 2/3 de cada cadena alfa. Además, los tropocolágenos se unen entre sí por medio de enlaces entre algunos aminoácidos específicos (como por ejemplo la lisina),

llamados "crosslinkings" o entrecruzamientos, que favorecen la consolidación de las fibrillas de colágeno (Pilat, 2013).

Durante la vida de una persona, la cantidad de enlaces cruzados lisina-al-lisina del colágeno dentro del cuerpo van aumentando. De tal manera, el colágeno de un bebe recién nacido presenta escasez de estos enlaces, dando un colágeno suave, blando pero muy flexible. Conforme va creciendo la persona, va aumentando la cantidad de estos enlaces, haciéndose más duro y resistente, pero menos flexible. Por esta razón es que las personas adultas tienen una mayor probabilidad de sufrir lesiones articulares que los niños pequeños (Martínez, 2018).

Los residuos de hidroxiprolina e hidroxilisina rara vez se encuentran en otras proteínas. Sin embargo, las investigaciones muestran que estos aminoácidos especiales no se incorporan al colágeno durante la síntesis de proteínas, sino que se producen mediante la acción de dos enzimas. Debido a la acción de la prolil hidroxilasa en presencia de ácido ascórbico, los residuos de prolina se convierten en residuos de hidroxiprolina. El delta de carbono de un residuo de lisina se puede hidroxilar en una reacción catalizada por lisil hidroxilasa, produciendo un residuo de hidroxilisina en una reacción muy similar a la hidroxilación de un residuo de prolina (Lugo, 2016).

2.2.5 VITAMINA C Y SU FUNCIÓN EN LA SÍNTESIS DE COLÁGENO

El ácido ascórbico, comúnmente conocido como vitamina C es una vitamina soluble en agua derivada del metabolismo de la molécula de glucosa. Actúa como agente reductor y es necesario para la síntesis de fibras de colágeno mediante el proceso de hidroxilación de los aminoácidos prolina y lisina. También protege al cuerpo del daño causado por los radicales libres. Se puede mencionar que la ingesta diaria recomendada de vitamina C es de 90 mg/día para hombres y de 75 mg/día para mujeres (Valdez, 2015).

Las células para su correcto funcionamiento necesitan zinc y vitaminas para crear procolágeno y luego segregarlo. Durante la formación de éste, se precisa fundamentalmente de hierro y vitamina C para poder realizar la hidroxilación de los aminoácidos prolina y la lisina. El cobre por otro lado es necesario para formar enlaces entre las moléculas de lisina que se encuentran y luego estabilizar la molécula de colágeno. Además, las enzimas requieren zinc para degradar y remodelar efectivamente el colágeno, un proceso normal especialmente importante durante la curación de las heridas en el cuerpo (Schoenfeld, 2020).

Si examinamos la función de la vitamina C en el metabolismo del colágeno, encontramos que conduce a una mayor transcripción, traducción y estabilidad del ARNm de procolágeno en múltiples tipos de células. Además, la hidroxilación de prolina en el cartílago articular es particularmente resistente a la deficiencia de prolina. Los efectos de la deficiencia de vitamina C sobre la síntesis de colágeno son independientes de su papel en la hidroxilación de la prolina (Tuero, 2020).

Muchos otros agentes reductores pueden reemplazar al ácido ascórbico, al menos hasta cierto punto, y de hecho se ha detectado actividad parcial en varios ciclos catalíticos en ausencia de vitamina C. Sin embargo, se ha descubierto que el ácido ascórbico es un antioxidante que produce una mayor estimulación de la actividad de estas enzimas. La función del ácido ascórbico es donar electrones para mantener la forma reducida del hierro metálico, estimulando así las enzimas. Esto significa que la hidroxilación en sí no requiere ácido ascórbico, sino que mantiene el hierro que se encuentra en el ciclo catalizado por la hidroxilasa en estado ferroso (Tuero, 2020).

Una dieta escasa en vitamina C puede tener como efecto una deficiencia en la síntesis de colágeno en el organismo, lo que puede conllevar a un problema en el desarrollo del cartílago, osteoporosis y artritis. Se trata de alteraciones que acompañan al escorbuto, conocida como enfermedad producida por la falta de vitamina C en la dieta diaria. El colágeno hidrolizado causa un incremento significativo de la masa cartilaginosa, lo que disminuye el dolor y la inflamación de las articulaciones, siendo uno de los suplementos deportivos más comunes ya que permite un incremento en la absorción de dicha proteína y una mejor digestibilidad (Shaw et al., 2016).

2.2.6 EXTRACTO DE CARDO MARIANO “*SILYBUM MARIANUM*” (SILIMARINA)

Las preparaciones herbolarias son muy utilizadas por pacientes de forma voluntaria, tal es el caso de la planta *Silybum marianum* con el objetivo de prevenir o aliviar la hepatotoxicidad inducida por quimioterapia, fármacos antituberculosos (anti-TB), etanol (EtOH) o diversos agentes hepatotóxicos (Vargas et al., 2014)

La silimarina es el único compuesto flavonoide que puede extraerse de forma efectiva de los frutos y semillas de la planta Cardo Mariano (*Silybum marianum*) y que ha sido usada desde hace varios siglos como un agente hepatoprotector en la salud. Llegando a mostrar una fuerte actividad antioxidante y siendo capaz de eliminar radicales libres para inhibir la peroxidación de lípidos (Esmaeil et al, 2017).

Arellanes (2019) menciona que el hígado es el órgano encargado de la homeostasis y metabolización de diversas sustancias (endógenas y exógenas) del cuerpo, las cuales al metabolizarse generan metabolitos tóxicos; por tal razón el hígado es más susceptible a sufrir daños como cirrosis, esteatosis y/o hasta hepatocarcinoma que afectan directamente a la salud. Por otro lado, menciona que el extracto de cardo mariano (silimarina) es utilizado ampliamente en el tratamiento de ictericia u otras enfermedades biliares severas; así como, en terapia de apoyo efectivo en la intoxicación por hongos y en el tratamiento de diversas enfermedades hepáticas. La silimarina (mezcla de flavonoides) tiene un importante efecto antioxidante, que beneficia positivamente diversas actividades biológicas, siendo considerado, así como un gran agente hepatoprotector.

Jiménez et al. (2016), reportaron una revisión sobre la actividad hepatoprotectora de extractos de plantas y diversos compuestos naturales, en donde se encontró que la silimarina es frecuentemente empleada como control positivo en la mayoría de los estudios;

generalmente es administrada por vía oral, en una dosis que varía dependiendo de cada autor, ocupando dosis que van de los 2,5, 100, 150 y 200 mg/kg principalmente en modelos murinos (ratas de laboratorio).

Los compuestos fenólicos son muy conocidos gracias a su capacidad de donar átomos de hidrógeno y electrones a radicales libres presentes dentro del organismo, por lo que son clasificados como agentes antioxidantes interruptores de cadena, aunque tengan una capacidad antioxidante variada dependiendo del nivel de hidroxilación, ubicación de grupos hidroxilo, polaridad, solubilidad y potencial reductor (Correira, 2015).

En el deporte se puede generar reacciones oxidativas que hasta cierto punto resultan dañinas para el cuerpo, como la fatiga. Los flavonoides, debido a su escaso nivel de toxicidad y gran actividad antioxidante, se han estudiado como potenciales suplementos alimenticios con el fin de mejorar el rendimiento deportivo. Además, son capaces de contrarrestar la fatiga que ocasiona el realizar ejercicio físico en un contexto deportivo, principalmente debido a su capacidad de regular la actividad antioxidante endógeno como las enzimas superóxido dismutasa, catalasa y glutatión peroxidasa, que son las encargadas de la neutralización de las especies reactivas de oxígeno en el organismo (Heyerdahl et al., 2023).

2.2.7 AYUDAS ERGOGÉNICAS

Los suplementos pueden ayudar a los deportistas a mejorar su rendimiento físico, sin embargo, en años pasados existía un escaso control en la industria de la suplementación nutricional lo que permitió que los deportistas sean literalmente bombardeados con publicidades que, alteran o inventan literalmente, beneficios inexistentes en el producto que ofrecen. Por otro lado, al comprobar que los nutrientes ingeridos se metabolizan al interior del organismo dando energía para la contracción muscular, se hace evidente que los cambios controlados en la dieta pueden tener influencias tanto negativas como positivas sobre el rendimiento deportivo. Permittiéndonos así, utilizar los aportes nutricionales como ayudas ergogénicas realmente útiles y necesarios para incrementar el rendimiento físico en el deporte (Redondo, 2016).

Las ayudas ergogénicas son ideales y necesarios para deportistas que realicen actividades de alto rendimiento, o personas que realicen ejercicio por el cuidado de salud personal dado la pérdida de sudor a lo largo del ejercicio. Las ayudas ergogénicas modifican sustancialmente la dieta consumida por el deportista, ya que aumenta el consumo de macronutrientes esenciales en su ingesta diaria. Estas pueden comercializarse en forma de bebidas energéticas, alimentos enriquecidos o suplementos nutricionales fortificados con algunas vitaminas, o minerales (López, 2017).

Todas las personas que consumen este tipo de productos buscan mejorar su rendimiento en el deporte; lo que pasan por alto es que, si ingieren inadecuadamente el producto, a dosis incorrectas o de origen dudoso, aparte de no aportar mejora en su rendimiento físico, puede ser perjudicial y tener consecuencias negativas tanto para en el deporte como para la salud (Atuñano et al., 2019).

De acuerdo con las Federación Española de Medicina del deporte (FEDEME) en el año 2016, define a las ayudas ergogénicas como métodos o maniobras nutricionales, físicas, mecánicas, psicológicas o farmacológicas eficientemente implementadas en la mejora del rendimiento físico ante la realización de una actividad física de alta intensidad, sin perjudicar la salud.

“Las ayudas ergogénicas se utilizan para mejorar la fuerza, concentración, recuperación, estamina, así, por consiguiente, el aumento de la masa muscular y disminución del tejido graso” (Yaguachi, 2021).

Por tal razón las ayudas ergogénicas se han clasificado en diferentes grupos según su función y sus tipos, grupos que se detallan en la Tabla 4.

Tabla 4.

Tabla de ayudas ergogénicas

Ayudas Ergogénicas	Definición	Ejemplo
Grupo A	También llamado aprobados, ya que no son dañinos a la salud y son aprobados y usados para las competencias bajo estricto protocolo.	Comidas deportivas: Bebidas deportivas, geles, deportivos, confitería deportiva, bares deportivos, suplemento de: electrolitos, proteico aislado, y mixto de macronutrientes (barra, polvo, harina y líquida). Suplementos medicinales: calcio, multivitaminas, prebióticos, vitamina D, Zinc. Suplementos de rendimiento: cafeína, Balanina, nitrato dietético, bicarbonato de sodio, creatina, glicerol.
Grupo B	Comúnmente llamado suplementos bajo consideración, no se ha comprobado 100% científicamente que sus beneficios mejoren el rendimiento deportivo.	Polifenoles alimentarios: derivados de frutas. Antioxidantes: Vitamina C. Saborizantes: mentol, agonista de canales potenciales de receptores transmisores, quinina. Otros: colágeno, carnitina, suplementos de cetonas, aceites de pescado, curcumina, Nacetilcisteína

Nota: Descripción de los diferentes grupos y tipos de ayudas ergogénicas utilizadas en el deporte (The Australian Institute of Sport [AIS], 2021).

2.2.8 CREATINA

Molano (2017) en su investigación “Suplemento de creatina y proteína como ayuda ergogénica en el deporte: revisión sistemática” menciona que la creatina viene siendo muy investigada debido a su efecto en el rendimiento físico de atletas involucrados en ejercicios de alta intensidad y corta duración, intermitentes y con cortos períodos de recuperación. Los estudios muestran que la suplementación con este compuesto puede aumentar las reservas orgánicas en un 10 a 20%, y este porcentaje es mayor en los atletas vegetarianos (hasta el

60%). Aún existe controversia respecto a los beneficios y riesgos de la suplementación con esta sustancia.

El organismo humano precisa una cantidad total de creatina de 2 g/día, de los cuales el 50% es sintetizado en el propio organismo, mientras que el otro 50% debe ser aportado por la dieta. La síntesis endógena se halla parcialmente inhibida cuando el consumo en la dieta es elevado o cuando se aporta como ayuda ergogénica. Las mayores concentraciones de creatina en el cuerpo humano se encuentran en el músculo esquelético, con aproximadamente un 95% del contenido total de este compuesto (Atuñano et al., 2019).

El uso de suplementos de creatina en sujetos sanos por tiempos prolongados es seguro para la salud y no hay evidencias de que produzca daño renal crónico. Los reportes de nefrotoxicidad son muy escasos en individuos sanos. Se ha recomendado no utilizarlos en sujetos con nefropatías crónicas o que ingieren drogas nefrotóxicas al no existir evidencia suficiente de su seguridad (Vega y Huidobro, 2019).

La creatina precisa varios transportadores energéticos por vía sanguínea, para que pueda llegar desde los órganos de síntesis a la musculatura esquelética del cuerpo. Dichos transportadores tienen una gran variabilidad en su función, y su eficacia se controla por la concentración de creatina en el cuerpo, incrementado gracias a la presencia de insulina, vitamina E y ejercicio físico (Atuñano et al., 2019).

Otro beneficio importante del consumo de creatina es que aumenta la masa magra y mejora la fuerza muscular y la potencia. Esto beneficia el soporte de una mayor carga de entrenamientos, mejorando el rendimiento físico deportivo. Se ha demostrado que el mono hidrato de creatina (MC) aumenta los niveles de fosfocreatina en el músculo, molécula esencial de la vía anaeróbica aláctica para la resíntesis del ATP (trifosfato de adenosina). Facilita a la vez la hipertrofia muscular y es capaz de aumentar la expresión de algunos genes encargados del control de la osmolaridad y la transducción genética en el organismo, produciendo una retención intracelular de agua, que es lo que induce la hipertrofia muscular. Además, Este nivel de volumen muscular incrementa la capacidad de almacenar glucógeno en el músculo (Santesteban y Ibáñez, 2017).

Según la Revista de Medicina del Deporte y la Cultura Física (2019), cuando se está en un período de mantenimiento en la masa muscular se aconsejan 0,03 g/kg de peso de creatina, por lo cual un sujeto promedio de 80 kg ingeriría aproximadamente 2,5 gr, aunque por lo general se toma una dosis de 5 gr en un deportista promedio al final o durante el entrenamiento.

2.2.9 L-CARNITINA

La L-Carnitina es una amina cuaternaria que tiene como función unirse a los ácidos grasos de cadena larga y transportarlos hasta el interior de las células especialmente a la mitocondria, para llevar a cabo su metabolismo. Esta molécula puede sintetizarse en el hígado, riñones y el cerebro a partir de dos aminoácidos, la lisina y la metionina (Llamas y Lou Bonafonte, 2014).

La L-Carnitina es un suplemento nutricional seguro, de escasa toxicidad y que no presenta efectos secundarios. Su utilización en el control de varias enfermedades patológicas, ha demostrado ser una gran alternativa para el consumo. Además, ayuda a contrarrestar la fatiga (Aguirre, 2015)

“Entre los efectos que se le atribuyen está que favorece la pérdida de grasa, que mejora la resistencia en esfuerzos prolongados retrasando la aparición de fatiga y que reduce la sensación de dolor muscular" (Cantarelli, 2017).

La L-carnitina es un muy buen agente reductor de triglicéridos que moviliza las grasas de los tejidos adiposos y permite su eficiente utilización por las células en el metabolismo energético. Es un nutriente imprescindible en los procesos intracelulares de transporte de ácidos grasos de cadena larga para su utilización en la formación de adenosín trifosfato (ATP), contribuye a mantener la masa corporal del cuerpo y niveles elevados de ATP (trifosfato de adenosina), favorece el uso de los ácidos grasos libres como primera fuente de energía lo cual ayuda a suprimir los tejidos adiposos, reduce la cantidad de grasa corporal y conserva glucógeno muscular, finalmente este proceso metabólico ayuda al alargue de tiempo de actividad física deportiva (Rodríguez, 2023).

En la Tabla 5 se observan la dosis diaria recomendada y la cantidad segura para una ingesta a largo plazo. No obstante, estas dosis pueden variar dependiendo del tipo de carnitina que se consuma.

Tabla 5.

Dosis Recomendadas según el tipo de carnitina consumida.

Tipo de Carnitina	Dosis Recomendada (mg/día)
Acetil L-Carnitina	600-2500
L-Carnitina L-Tartrato	1000-4000
Propionil L-Carnitina	400-1000

Nota: Dosis recomendadas para las personas según los diferentes tipos de carnitina. (Mawer, 2016)

Diversos estudios realizados han llegado a la conclusión de que la L-carnitina no es como tal un quemador de grasa, ya que su aporte dentro de la nutrición no acelera el consumo de grasa, tanto en reposo como durante el ejercicio. Sin embargo, en investigaciones realizadas con ratas de laboratorio se ha evidenciado que la administración de L-carnitina incrementa de forma efectiva el metabolismo de las grasas y la biogénesis mitocondrial en las células, mientras que ahorra glucógeno muscular, durante el ejercicio de alta intensidad, lo que da lugar a una mejora significativa en el rendimiento físico. También en ratas se ha visto cómo la suplementación con L-carnitina disminuye de forma efectiva el estrés oxidativo y mejora el metabolismo de la glucosa y de los lípidos. De igual manera en estudios con ratas, se ha visto un efecto positivo ergogénico asociando la suplementación con L-carnitina con una dieta rica en grasas. Sin embargo, no hay trabajos concretos que evidencien o ratifiquen que la suplementación con L-carnitina durante el ejercicio aumente el consumo

máximo de oxígeno, mejore la oxidación de ácidos grasos, ahorre glucosa o retrase la fatiga muscular en humanos (Blasco, 2019).

CAPÍTULO III. METODOLOGIA

3.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN.

La presente investigación fue de tipo cuantitativo experimental, porque se manipularon diferentes variables para poder elaborar formulaciones, con la finalidad de escoger las tres más idóneas a los objetivos del proyecto. Los parámetros analizados fueron evaluados en los laboratorios de la carrera de Agroindustria, Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Chimborazo.

Finalmente se utilizó una investigación descriptiva mediante pruebas de aceptabilidad aplicada a deportistas de los gimnasios ubicados en la ciudad de Riobamba (MÁSTER GYM, The Fitness Center y The FIT LAB) para conocer su opinión sobre cuál de las tres formulaciones prefiere.

3.2 DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

Para la elaboración del suplemento alimenticio se realizaron ensayos previos del producto (aproximadamente 17) en dosificaciones de 30g de suplemento reconstituidos en 250 ml de agua por ensayo (dosis recomendada del producto para su consumo).

Una vez obtenidas las tres formulaciones más idóneas, se procedió a preparar 200 g de producto en polvo con tres repeticiones por formulación, almacenándolos en potes de polipropileno (PP) de 1kg de capacidad con la finalidad de conservar de mejor manera el suplemento. Todos los ingredientes usados en el proyecto de investigación fueron provenientes de la empresa NUTRION ubicada en la Panamericana Norte, km1, sector Santa Ana, Riobamba

Las variantes dentro de las tres formulaciones finales y escogidas son los ingredientes CMC (carboximetilcelulosa) y L-Carnitina en diferentes proporciones y tipos, según se indican en la Tabla 6.

Tabla 6.

Formulaciones de la investigación

Formulación	Ingrediente variable	Porcentaje (%)
F1	CMC	2,00
	Acetil L-Carnitina	1,75
F2	CMC	0,00
	Tartrato de L-Carnitina	2,00
F3	CMC	1,00
	Tartrato de L-Carnitina	1,5

Nota. **F** hace referencia a la formulación elaborada

Cada formulación se repitió 3 veces para verificar su reproducibilidad y para determinar la estabilidad del producto se analizó durante 24 días con una frecuencia de 8 días.

Las formulaciones fueron realizadas teniendo dos procesos principales: Primero la elaboración de un núcleo de ingredientes libres de proteína aislada de soja las cuales fueron mezcladas a una velocidad de 50 rpm por un tiempo de 15 minutos. Y segundo se realiza la inclusión de la proteína aislada de soja en el núcleo previamente elaborado, realizando un mezclado a la misma velocidad por un tiempo de 20 minutos.

Los porcentajes utilizados en las tres diferentes formulaciones fueron establecidos por la empresa colaboradora del proyecto de investigación. Sin embargo, para el control en la dosificación de los ingredientes se basó en la resolución CODEX STAN 192-1995 Revisión 2021. Evitando exceder la dosis máxima recomendada de cada ingrediente.

3.3 TAMAÑO DE MUESTRA PARA LA PRUEBA DE ACEPTABILIDAD

Para valorar el nivel de aceptabilidad del producto se realizó una prueba de tipo afectiva por preferencia en una población de muestra de 45 deportistas no entrenados de los gimnasios ubicados en la ciudad de Riobamba (MÁSTER GYM, The Fitness Center y The FIT LAB) los cuales presentaron un consumo habitual de suplementos alimenticios y resultaron idóneos para la prueba mencionada. Dicha prueba sensorial está basada en el libro “Análisis sensorial: Pruebas orientadas al consumidor”. (Ramirez, 2014)

3.4 TÉCNICA DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Los datos se obtuvieron de los análisis fisicoquímicos y microbiológicos realizados en las tres formulaciones y sus respectivas repeticiones tanto en el producto en polvo, como en la bebida reconstituida con 30g del producto en polvo en 250 ml de agua apta para el consumo.

Para la evaluación de la estabilidad del producto se realizaron 4 réplicas por formulación y repetición (**r1**: día 0, **r2**: día 8, **r3**: día 16 y **r4**: día 24) asegurando su estabilidad por al menos un mes. Sin embargo, por motivos externos al trabajo de investigación, los días planificados fueron modificados y aplazados en varias réplicas. Pero tal razón no impide asegurar la estabilidad del producto por un mes o más.

En la Tabla 7 se muestran los diferentes parámetros que se determinaron a lo largo de los análisis de estabilidad ejecutadas en las diferentes repeticiones de cada formulación con sus respectivas réplicas.

Tabla 7.*Parámetros analizados en la estabilidad del suplemento alimenticio.*

Parámetros	Unidad de medida	Normativa aplicada
Humedad	%	NMX-F-428-1982
Cenizas	% peso	INEN 1 055
Consistencia (CMC)	ml desfase/min	N/A
pH	-	NMX-F-317-S-1978
Sólidos solubles totales	°Brix	NMX-F-103-1982
Recuento microbiano (aerobios totales, coliformes totales y Mohos y levaduras)	UFC/ml	ISO 4833-1:2013

Nota: “N/A” No Aplica.

La fórmula utilizada para el cálculo de los resultados del análisis de consistencia es la siguiente:

$$\text{nivel de desfase} \left(\frac{\text{ml}}{\text{min}} \right) = \frac{\text{ml}_{desf.}}{t_{min}}$$

Donde:

 $ml_{desf.}$ = mililitros de desfase t_{min} = tiempo en minutos

También se obtuvieron datos del análisis sensorial, para lo cual a los consumidores se les presentó tres muestras y se les pidió que indicaran cuál es la muestra de su preferencia, con los datos obtenidos se realizó una prueba estadística de tipo no paramétrica (Kruskal-Wallis) para evidenciar si existe una diferencia en la aceptabilidad de los panelistas.

Por otro lado, el análisis proximal fue realizado en el laboratorio ECUACHEMLAB para obtener la composición del suplemento alimenticio.

En la Tabla 8 se detallan los parámetros analizados en el análisis proximal realizado en la formulación más aceptada por la población valorada.

Tabla 8.*Parámetros analizados en el análisis proximal del suplemento alimenticio*

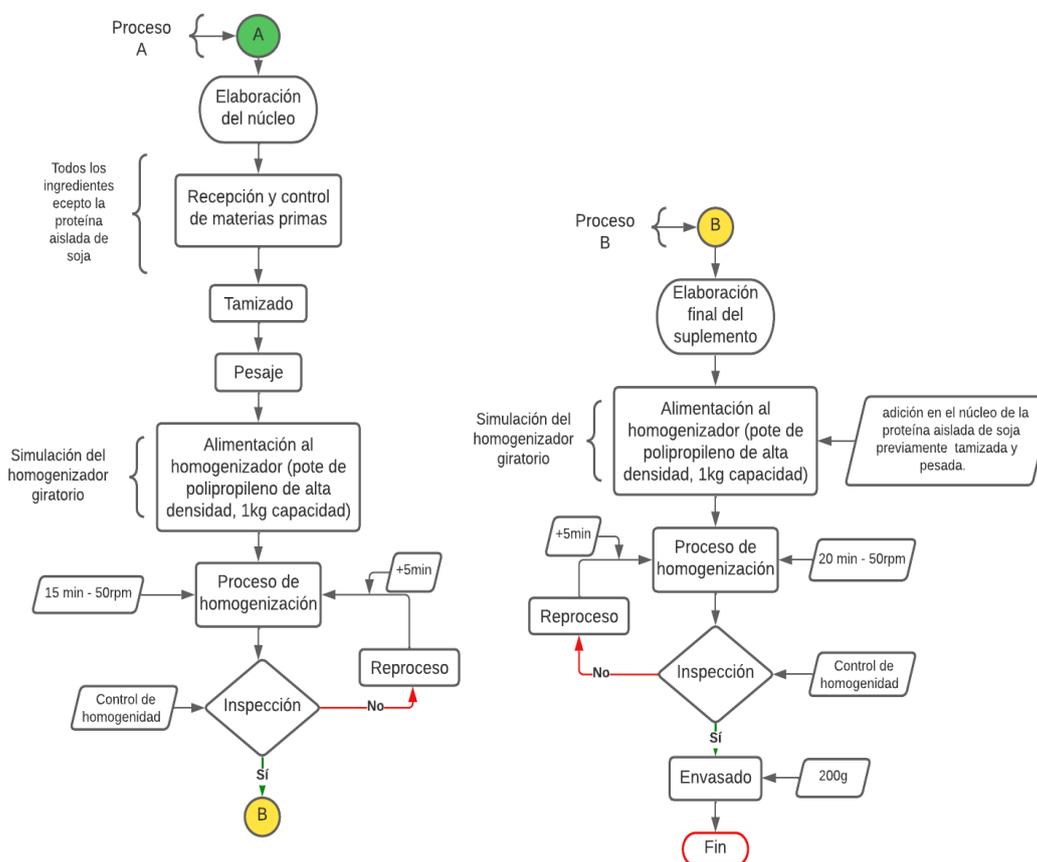
Parámetros (%)	Método de análisis aplicada
Humedad	AOAC 925.10
Grasa	AOAC2003.06
Ceniza	AOAC923.03
Fibra Bruta	INEN 522
Proteína	AOAC2001.11
Carbohidratos totales	Por calculo

3.5 ELABORACIÓN DE LA BEBIDA EN POLVO

En la Figura 1 se muestra el diagrama usado para la elaboración del suplemento alimenticio.

Figura 1.

Diagrama de flujo para la elaboración del suplemento a base de proteína aislada de soja.



Proceso A

Recepción de materias primas y control de calidad: en este proceso se procedió a recolectar las diferentes materias primas necesarias para la elaboración del suplemento alimenticio, materias primas como: proteína aislada de soja, precursores de colágeno (L-glicina; L-Prolina, L-Lisina), Saborizantes, extracto de cardo mariano (silimarina), estabilizante CMC (carboximetilcelulosa) e ingredientes complementarios (edulcorantes, reguladores de acidez y vitaminas) provenientes de la empresa NUTRION.

Tamizado: se procedió a tamizar las materias primas con la finalidad de eliminar grumos y aglomeraciones de los ingredientes, dado que en su totalidad se trabaja con fracciones en polvo por lo que este proceso resulto indispensable para la correcta homogenización en su elaboración.

Pesaje: dicho proceso se realizó en una balanza analítica de la marca RADWAG con sensibilidad de 0,001 g para el pesaje de las diferentes materias primas previamente tamizadas excepto la proteína aislada de soja.

Alimentación al homogeneizador: posteriormente se procedió a alimentar el homogeneizador que en este caso fue un pote de polipropileno (PP) de 1kg de capacidad con la finalidad de simular lo más cercanamente posible el proceso de homogenización de la materia prima pesada (todos los ingredientes excepto la proteína aislada de soja).

Proceso de homogenización: se mezclaron las materias primas mediante un proceso giratorio de forma manual haciendo simulación al homogeneizador por un tiempo de 15 minutos a una velocidad de 50 rpm.

Inspección: Se verifica y valida su homogeneidad. Caso contrario se reprocesa por un tiempo de 5 minutos a la misma velocidad mencionada en el proceso de homogenización.

Proceso B

Alimentación en la mezcladora: Se procedió a alimentar el núcleo elaborado la proteína de soja previamente tamizada y pesada.

Proceso de homogenización: se homogenizó la proteína de soja con el núcleo mediante un proceso giratorio de forma manual haciendo simulación al homogeneizador por un tiempo de 20 minutos a una velocidad de 50 rpm.

Inspección: el control de calidad se llevó a cabo realizando pruebas sensoriales como: color, olor y homogeneidad. Además de una prueba de pH. En caso de no cumplir con cualquiera de estos parámetros se procede a un reproceso por un tiempo de 5 minutos a la misma velocidad mencionada en el mezclado por gravedad.

Envasado: se procedió a envasar en potes de polipropileno la cantidad de 200 g de suplemento el polvo por formulación.

3.6 MATERIAS PRIMAS, EQUIPOS Y REACTIVOS

3.6.1 MATERIAS PRIMAS

En la Tabla 9 se indican las materias primas usadas en el trabajo de investigación.

Tabla 9.

Materias primas

Nombre	Grado	Marca comercial
Proteína aislada de soja	A	ADM
L-Glicina	A	Shangai Merryyang Enterprise
Creatina	A	Shangai Merryyang Enterprise
Saborizante	A	Disaromati
L-Carnitina	A	Nutra Koncep
L-Prolina	A	Shangai Merryyang Enterprise
L-Lisina	A	Shangai Merryyang Enterprise
Estabilizante CMC	A	Changzhou Guoyu Enviromental Science
Silimarina	A	Panjin Huacheng Pharmaceutical
Edulcorante (sucralosa)	A	Kanbo Sucralose
Ácido cítrico	A	Lemon Star
Vitaminas C	A	Luwei Pharmaceutical
Colorante rojo carmín	A	Globe

Nota: "A" grado alimenticio

3.6.2 EQUIPOS

En la Tabla 10 se indican los diferentes equipos utilizados en el trabajo de investigación.

Tabla 10.
Equipos

Equipos	Marca	Serie
Balanza analítica	Radwag	PS1000.x2
Balanza de precisión	MKLAB	18-33382386
Termo balanza	Radwag	S/I
pH metro	HACH sension3	18-2880121
Autoclave	tuttnaver	18-2880060
Incubadora	mermmert	18-2880104
Mufla	Thermo scientific	18-2880119
Cámara de flujo laminar	Biobase	18-2880070
Estufa	mermmert	18-2880098

Nota: “S/I” = sin información.

3.6.3 REACTIVOS

En la Tabla 11 se muestran los reactivos utilizados en el presente trabajo de investigación.

Tabla 11.
Reactivos

Reactivos	Marca
Hidróxido de Sodio (NaOH)	Fisher Chemical
Ftalato ácido de potasio	Panreac
Fenolftaleína al 0,1%	Merck
Plate Count Agar (PCA)	TM MEDIA
Potato Dextrose Agar (PDA)	TM MEDIA
MacConkey Agar	TM MEDIA

3.7 TÉCNICA DE ANÁLISIS ESTADÍSTICO

3.7.1 DISEÑO EXPERIMENTAL

Se realizó un análisis de varianza (ANOVA) y una comparación de medias (Tukey) mediante las técnicas inferenciales de tipo DCA (Diseño Completo al Azar) para la variable cenizas y un diseño de tipo DBCA (Diseño en Bloques Completos al Azar) para las variables humedad, consistencia, pH, sólidos solubles, recuento microbiológico (Aerobios totales, Coliformes totales, Mohos y Levaduras totales) con el fin de evaluar el comportamiento de las variables.

3.7.2 SOFTWARE ESTADÍSTICO

Los programas soporte fueron R-studio versión 4.2.0 y IBM SPSS Statistics 21 con el cual se realizó el análisis estadístico e interpretación de los diferentes datos recolectados a lo largo del trabajo de investigación.

CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. FORMULACIÓN DEL SUPLEMENTO

Debido a que el trabajo de investigación es solicitado y financiado por la empresa NUTRION las formulaciones de los diferentes tratamientos es de carácter exclusivo. Por tal razón no son expuestas en el documento. Sin embargo, en el apartado 3.6.1 de metodología se detallan los ingredientes utilizados para la elaboración del producto los mismos que aportan a los requerimientos nutricionales para los deportistas como se justifica en el marco referencial.

4.2 ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS Y MICROBIOLÓGICOS

En la Tabla 12 se reportan los promedios de los parámetros analizados para evaluar la calidad del producto.

Tabla 12.

Características fisicoquímicas de los tratamientos.

Formulación	Humedad (%)	Cenizas (%)	Consistencia (ml desfase)	pH	Sólidos solubles (°Brix)
F1	5,413	4,632	10	7,14	4
F2	5,393	4,390	31	6,56	4
F3	5,348	4,627	17	6,57	4

Nota: Humedad y cenizas son determinadas en mezcla sólida (polvo), mientras que los demás parámetros son en bebida reconstituida.

Con respecto a la humedad según el trabajo de investigación de Layza (2017) en dos marcas de suplementos nutricionales para deportistas (NITRO WHEY y ISO WHEY 90) se evidenció una humedad de 5,2% y 8,2% respectivamente; mientras que en la investigación de Farinango & Quizhpi (2015) se evidencia una humedad de 8,2%. Estos datos muestran que el suplemento elaborado a base de proteína de soja se encuentra dentro de los rangos antes mencionados. Por otra parte, la norma técnica NTE INEN 2471 2017 recomienda una humedad no mayor a 6% en mezclas de bebidas tipo II “mezcla en polvo para preparar bebidas con o sin adición de nutrientes (proteínas, vitaminas o minerales)”, evidenciando que los datos obtenidos de humedad cumplen con dicho requerimiento.

Con lo que respecta al parámetro cenizas, la investigación realizada por Santos (2014) obtuvo un porcentaje de cenizas no mayor a 3,23%. Por otro lado, Zapata (2019) alcanzó un porcentaje de cenizas de 1,33%. Este factor puede deberse a la diferencia que existe en la composición de minerales (calcio y potasio en ambos casos), del suplemento alimenticio en cada investigación.

Con respecto al pH, Zapata (2019) en su suplemento alimenticio obtuvo un valor de pH de 6,41. Por otra parte, en la investigación de Ángeles (2020) el pH fue de 6,37 en el

suplemento alimenticio almacenado en condiciones ambientales, valores similares a esta investigación. Los valores de pH cercanos a la neutralidad pueden deberse a que el suplemento alimenticio tiene como ingrediente principal la proteína aislada de soja (alrededor del 70%), el cual según Ávila (2013) esta proteína al ser separada por decantación, lavada y neutralizada alcanza un pH de 6,8.

Para los análisis microbiológicos se tomó de referencia la resolución colombiana N°. 1407 2022 “Criterios microbiológicos que deben cumplir los alimentos y bebidas destinados para consumo humano”, cuyos promedios se indican en la Tabla 13.

Tabla 13.
Análisis microbiológicos de los tratamientos

Parámetros	Tratamiento 1	Tratamiento 2	Tratamiento 3	Lim. Máx. permisible
Recuentos aerobios totales (UFC/ml)	40	30	10	<10 ⁴
Recuentos coliformes (UFC/ml)	6	3	Ausencia	<10
Recuento hongos y levaduras (UFC/ml)	30	20	20	<10 ²

Nota: “UFC/ml” = Unidad formadora de colonia/mililitro

Los resultados obtenidos en los análisis microbiológicos demostraron que los tratamientos cumplen con la norma establecida, dado que los datos se encuentran dentro de los índices de calidad microbiológica establecidos.

4.2.1 ANÁLISIS ESTADÍSTICO.

Los datos recopilados fueron sometidos a un contraste de normalidad, donde se pudo identificar que los mismos se ajustan a una ley normal, por tal razón se procedió a realizar un análisis de varianza de tipo paramétrica (ANOVA).

Para la variable cenizas, el análisis de varianza aplicado fue un Diseño Completo al Azar (DCA) para lo cual se formuló las siguientes hipótesis:

H₀: La media de F1, F2, F3 son iguales.

H₁: Al menos una de las formulaciones es diferente.

Nivel de significancia: $\alpha = 0.05$ (5%)

En la Tabla 14 se observa el estadístico de prueba en el análisis de varianza (ANOVA) para el parámetro cenizas.

Tabla 14.
Análisis de varianza en el parámetro cenizas

Parámetro	P. valor	Decisión
Cenizas	0,836	Las medias de los tratamientos F1, F2, F3 son iguales.

Nota: “P. valor” estadístico de prueba.

Las medias de las formulaciones en la variable cenizas no difieren entre sí, de esta forma se puede argumentar que todas las formulaciones en estudio son iguales estadísticamente, en cuanto a la composición inorgánica del suplemento.

Para las variables: humedad, consistencia, pH, sólidos solubles, y recuento microbiológico de aerobios totales, coliformes, mohos y levaduras, se aplicó para el análisis estadístico un Diseño en Bloques completos al Azar (DBCA) con un nivel de significancia de $\alpha = 0.05$ (5%). Con las siguientes hipótesis para los tratamientos:

H₀: La media de los tratamientos F1, F2, F3 son iguales.

H₁: Al menos uno de los tratamientos es diferente.

Y las hipótesis para los bloques fueron:

H₀: La media de los bloques día0, día8, día16, día24 son iguales.

H₁: Al menos uno de los bloques es diferente.

En la Tabla 15 se detalla los estadísticos de prueba (p. valor) para en análisis de varianza (ANOVA) de las variables humedad, consistencia, pH, sólidos solubles y recuento microbiológico de aerobios totales, coliformes, mohos y levaduras.

Los parámetros de humedad, y coliformes totales no presentan una diferencia estadística significativa en cuanto a los tratamientos, dando como resultado que los tres tratamientos son iguales en cuanto a estos parámetros, sin embargo, difieren entre bloques (días) lo que permite inferir que los parámetros mencionados tienden a cambiar con el pasar del tiempo.

Por otro lado, en los parámetros de consistencia, pH se puede apreciar que al menos uno de los tres tratamientos es diferente.

En cuanto a los parámetros de sólidos solubles y microbiológicos (aerobios totales, coliformes totales, mohos y levaduras) se puede apreciar que son estadísticamente iguales tanto en función de los tratamientos como en función del tiempo.

Una vez realizado el análisis de varianza de los parámetros analizados para la determinación de la estabilidad del suplemento alimenticio se procedió a realizar una comparación de medias mediante Tukey a los parámetros que muestran una diferencia

significativa entre tratamientos y bloques con la finalidad de determinar el tratamiento y bloque que presentó variabilidad a lo largo de la investigación.

Tabla 15.
Análisis de varianza para las variables en estudio

Parámetros	P. valor		Decisión
Humedad	Tratamientos	0,718	Las medias de los tratamientos son iguales.
	Bloques	0,036	Al menos uno de los bloques es diferente.
Consistencia	Tratamientos	0,003	Al menos uno de los tratamientos es diferente.
	Bloques	0,108	Las medias de los bloques son iguales.
pH	Tratamientos	0,001	Al menos uno de los tratamientos es diferente.
	Bloques	0,001	Al menos uno de los bloques es diferente.
Sólidos solubles	Tratamientos	0,061	Las medias de los tratamientos son iguales.
	Bloques	0,102	Las medias de los bloques son iguales.
Aerobios totales	Tratamientos	0,515	Las medias de los tratamientos son iguales.
	Bloques	0,333	Las medias de los bloques son iguales.
Coliformes totales	Tratamientos	0,623	Las medias de los tratamientos son iguales.
	Bloques	0,083	Las medias de los bloques son iguales.
Mohos y Levaduras	Tratamientos	0,976	Las medias de los tratamientos son iguales.
	Bloques	0,251	Las medias de los bloques son iguales.

Nota: “P. valor” es el estadístico de prueba.

En la Tabla 16 se detalla la comparación Tukey de medias para los tratamientos de los parámetros significativamente diferentes.

Tabla 16.
Comparación Tukey de medias para los tratamientos.

Tratamiento.	Consistencia	pH
F1	10,00 ± 4,001 ^a	7,144±0,065 ^b
F2	31,33 ± 10,016 ^b	6,561±0,063 ^a
F3	17,33 ± 5,507 ^c	6,569±0,041 ^a

Nota: “a, b, c” grupos de estudio. Promedios con letra diferente son significativamente diferente, según la prueba Tukey ($\alpha=0,05$).

En el parámetro de consistencia se puede observar que estadísticamente ninguna formulación es igual, esto debido a que la cantidad de CMC (carboximetilcelulosa) en las tres formulaciones es diferente lo cual repercute en la consistencia del producto. “La adición de CMC en alimentos como jugos de frutas, verduras, sopas, mezclas en polvo y leches saborizadas, facilita la estabilidad, consistencia y reconstitución en el producto desecado” (Cando, 2015).

En cuanto al parámetro pH se puede evidenciar que el tratamiento F1 presenta una diferencia estadísticamente significativa en comparación con F2 y F3. Debido a que la diferencia es mínima, se puede atribuir esta diferencia a algún tipo de error humano o sistemático a la hora del pesaje de los ingredientes durante el proceso de elaboración.

Por otro lado, en la Tabla 17 se detalla la comparación Tukey de medias para los bloques (día 0, día 8, día 16, día 24).

Tabla 17.
Comparación Tukey de medias para los Bloques.

Días	Humedad	pH
D0	5,160±0,185 ^a	6,715±0,312 ^a
D8	5,296±0,062 ^{ab}	6,717±0,341 ^a
D16	5,444±0,103 ^{ab}	6,767±0,325 ^a
D24	5,536±0,104 ^b	6,833±0,349 ^b

Nota: Promedios con letra diferente son significativamente diferente, según la prueba Tukey ($\alpha=0.05$).

Se evidencia que la humedad del suplemento alimenticio no incrementa excesivamente durante el periodo de tiempo estudiado, esto puede deberse a las condiciones de almacenamiento (lugar fresco y seco) que tuvo el producto y al recipiente que lo contuvo (pote de polipropileno).

Por otro lado, el parámetro pH no presenta cambios estadísticamente significativos hasta el día 16 de estudio, posterior a eso se empieza a evidenciar un ligero cambio en cuanto al pH del suplemento.

A pesar de que existen diferencias estadísticas en los dos parámetros antes mencionados, de forma general se evidencia que estas son mínimas o casi nulas ya que las medias son muy similares entre sí. Este incremento ligero de la humedad se debe a que al pasar el tiempo el producto absorbe humedad del ambiente y el incremento del pH a procesos de descomposición en ambos casos mínimos.

4.3 ANALISIS DE ACEPTABILIDAD DEL SUPLEMENTO ALIMENTICIO

Para el análisis de aceptabilidad del producto se realizó 4 fichas (Anexo 1), identificadas como A1, A2, B1 y B2. Cada muestra se presentó codificada con números aleatorios, como se indica en la Tabla 18.

Tabla 18.

Codificación de los tratamientos en las fichas de aceptabilidad

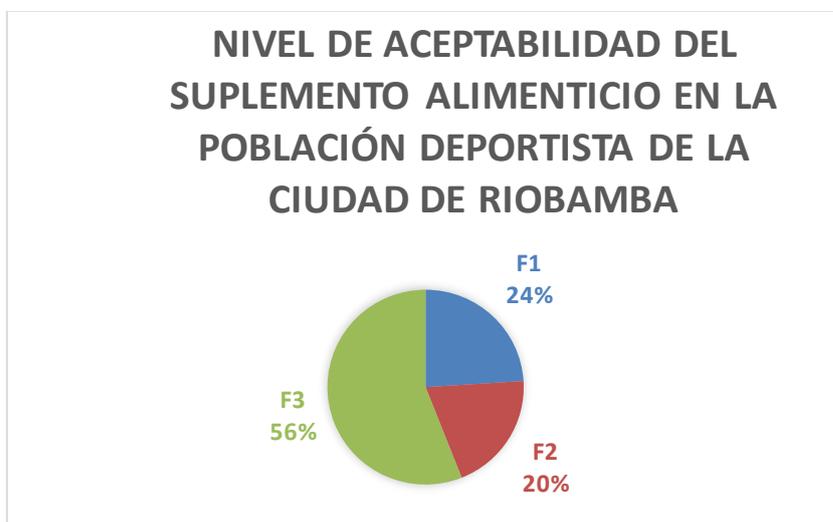
Tratamiento	FICHA DE ACEPTABILIDAD			
	A1	A2	B1	B2
F1	2479	1032	L173	L173
F2	3684	2479	M093	J203
F3	1032	3684	J203	M093

Nota: “A1, A2, B1, B2” tipo de ficha elaborada.

El análisis sensorial fue realizado en 45 deportistas (42% hombres y 58% mujeres) con edad promedio de 26 años de los gimnasios MÁSTER GYM, The Fitness Center y The FIT LAB ubicados en la ciudad de Riobamba.

Figura 2.

Nivel de aceptabilidad del suplemento alimenticio.



Los resultados de aceptabilidad se indican en la Figura 2, donde se observa que el 56% de los deportistas evaluados prefieren el producto de la formulación F3 (1% de CMC y 1.5% de Tartrato de L-Carnitina), teniendo como único criterio de aceptación el sabor. Además, los comentarios emitidos por los panelistas hacen pensar que este producto puede convertirse en una buena alternativa de consumo para el mantenimiento de la masa muscular en deportistas.

Para los datos obtenidos de la prueba de aceptación se aplicó un análisis estadístico no paramétrico con un nivel de significancia $\alpha= 0,05$ (5%) y bajo las siguientes hipótesis:

H₀: No existe diferencia detectable por los panelistas en cuanto al sabor.

H₁: Existe diferencia detectable por los panelistas en cuanto al sabor.

En la Tabla 19 se observa el estadístico de prueba para el análisis de aceptabilidad del suplemento alimenticio.

Tabla 19.
Análisis estadístico para la prueba de aceptabilidad

Parámetro	P. valor	Decisión
Aceptabilidad	0,001	Existe diferencia detectable por los panelistas en cuanto al sabor.

Nota: “p. valor” estadístico de prueba.

Según el análisis estadístico realizado para la prueba de aceptabilidad de tipo afectiva realizado a 45 deportistas no entrenados de la ciudad de Riobamba se pudo evidenciar que existe una diferencia estadísticamente significativa en cuanto al criterio de aceptabilidad (sabor) de las diferentes formulaciones. Por tal razón, existe una diferencia detectable en el sabor de las formulaciones, siendo apreciada fácilmente por los panelistas.

4.5 ANALISIS PROXIMAL

El análisis proximal realizado al tratamiento con mayor aceptabilidad por parte de la población deportista (F3) fue financiado por la empresa NUTRION y realizado en el laboratorio ECUACHEMLAB, reportados en el anexo 10 y que se observan en la Tabla 20.

Tabla 20.
Análisis proximal del suplemento alimenticio

	Parámetros					
	Humedad	Grasa	Fibra Cruda	Cenizas	Carbohidratos totales	Proteína cruda
	(%)					
Suplemento Alimenticio (F3)	8,08	3,85	0	3,42	4,42	79,73

Nota: Los porcentajes están determinados en mezcla sólida (polvo).

En una dosificación de 30g de producto (1 scoop), aporta con 24g del requerimiento nutricional que necesitan los deportistas diariamente (75g), de tal manera que ayuda al deportista de forma directa en alcanzar fácilmente el requerimiento diario de proteína.

Por otro lado, la humedad del producto se encuentra en un rango aceptable según la investigación de Castro & Coello (2012) donde menciona que el porcentaje óptimo para una bebida en polvo de consumo debe ser menor a 10%.

4.6 FICHA TÉCNICA DEL SUPLEMENTO ALIMENTICIO

En la figura 3 se observa la ficha técnica del suplemento alimenticio, el cual detalla las características fisicoquímicas y microbiológicas más relevantes. Por otro lado, detalla información necesaria del producto para mantener su calidad y conocer su forma de consumo.

Figura 3.
Ficha técnica del suplemento alimenticio



NUTRIÓN
NUTRICIÓN DEPORTIVA

**BE NUTRIÓN
BE A WINNER**

FICHA TÉCNICA

SUPLEMENTO EN POLVO DE PROTEÍNA DE SOJA

DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO

Bebida en polvo elaborada a base de proteína aislada de soja, enriquecida con precursores de colágeno (L-Glicina, L-Lisina, L-Prolina) y silimarina destinado a deportistas.

INGREDIENTES

Proteína aislada de soja, L-Glicina, Creatina, Saborizante idéntico al natural de fresa, Tartrato de L-Carnitina, L-Prolina, L-Lisina, Carbonato de calcio, L-Arginina, Estabilizante (carboximetilcelulosa), silimarina, regulador de acidez (ácido cítrico), edulcorante no calórico (sucralosa), vitaminas C y E, colorante rojo carmín (E120).

CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS

Parámetro	Especificaciones
Aspecto	Polvo fino
Color	Blanco marfil
Sabor	Característico a fresa
Olor	Característico a soja

CARACTERÍSTICAS FÍSICO - QUÍMICAS MAS RELEVANTES

Parámetro	Especificaciones
Humedad (%)	5.348
pH	6.56
Sólidos solubles (°Brix)	3.9

CARACTERÍSTICAS MICROBIOLÓGICAS

Resolución colombiana No. 1407 2022

Parámetro	Especificaciones
Recuento de aerobios mesófilos (UFC/ml)	Ausencia de UFC/ml producto envasado e incubado. (24 horas a 30°C)
Recuento de coliformes (UFC/ml)	Ausencia de UFC/ml producto envasado e incubado. (24 horas a 30°C)
Recuento de mohos y levaduras (UFC/ml)	Ausencia de UFC/ml producto envasado e incubado. (24 horas a 30°C)

Nota: "UFC/ml" unidades formadoras de colonia/mililitro

INFORMACIÓN NUTRICIONAL

Tamaño por porción: 30g (1 Scoop)
Porciones por envase: Aprox. 7 (200g)
Energía en grasa (Calorías de grasa) 0kJ (0kcal)

Grasa total	0g	0
Grasa Saturada	0g	0
Colesterol	0mg	0
Sodio	0g	0
Carbohidratos Totales	0g	0
Fibra	0g	0
Azúcares	0g	0
Proteína	20g	40
Perfil de aminoácidos añadidos		
L-Glicina	2g	
L-Lisina	1g	
L-Prolina	1g	
L-Carnitina	1g	
L-Arginina	<1g	

*Valores diarios requeridos en base a una dieta de 2000 calorías

**USO
ESPERADO**

PRODUCTO DE CONSUMO DIRECTO UNA VEZ RECONSTITUIDO, PREFERIBLEMENTE REFRIGERADO.
LAS CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS DEL PRODUCTO PUEDEN ESTAR ALTERADAS PASADA LA FECHA DE CONSUMO PREFERENTE.

**MODO DE
PREPARACIÓN**

MODO DE PREPARACIÓN



1. Colocar en un recipiente 250ml de agua apta para el consumo



2. Tomar un scoop (30g) del suplemento en polvo



3. Colocar el scoop en el recipiente con agua



4. Agitar durante 1min



5. Consumir

VIDA ÚTIL DEL PRODUCTO

*TIEMPO DE CONSUMO PREFERENTE 2 MESES

*UNA VEZ PREPARADO EL PRODUCTO CONSUMIR MÁXIMO 12 HORAS DESPUÉS.

CONDICIONES DE ALMACENAMIENTO

AMBIENTE LIMPIO, FRESCO, SECO Y LIBRE DE AROMAS AGRESIVOS, PROTEGIDO DE LA LUZ DIRECTA DEL SOL, BAJO TECHO.

USO PREVISTO

SUPLEMENTO ALIMENTICIO PARA DEPORTISTAS CON ADICIÓN DE PRECURSORES DE COLÁGENO (L-GLICINA, L-LISINA Y L-PROLINA) Y SILIMARINA APTO PARA EL CONSUMO INMEDIATO, NO REQUIERE TRATAMIENTO PREVIO.

CARACTERÍSTICAS DEL PRODUCTO FINAL

Este producto cumple con los límites máximos permisibles en cada uno de los ingredientes según lo estipulado en la resolución CODEX STAN 192-1995.

En cuanto a los requisitos microbiológicos cumple con lo estipulado en la Resolución colombiana No. 1407 2022 "Criterios microbiológicos que deben cumplir los alimentos y bebidas destinados para consumo humano".

CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

- Se formularon tres tratamientos en polvo de un suplemento alimenticio a base de proteína aislada de soja los cuales fueron enriquecidos con precursores de colágeno (L-Glicina, L-Lisina, L-Prolina) y silimarina que ayudan a cubrir un tercio del aporte proteico de un deportista, cumpliendo con las características de un suplemento alimenticio.
- Los análisis fisicoquímicos y microbiológicos realizados en el producto muestra que el suplemento alimenticio cumple con las condiciones de calidad e inocuidad establecidos tanto en la resolución CODEX STAN 192.1995 como en la resolución colombiana 1407 2022 respectivamente.
- Mediante prueba sensorial de tipo afectiva, se pudo determinar que el tratamiento con mayor aceptabilidad por la población deportista valorada fue el tratamiento F3(1% de CMC y 1,5% de Tartrato de L-Carnitina) con un 56%.
- El análisis proximal realizado a la formulación con mayor aceptabilidad evidencia una cantidad de proteína del 79,73% por cada 30g de producto en polvo, siendo un valor aceptable en comparación a otros productos similares.
- Se elaboró una ficha técnica del suplemento alimenticio donde se detalla características físico químicas y microbiológicas del suplemento, especificaciones técnicas de consumo y conservación del producto.

RECOMENDACIONES.

- Es recomendable promover la colaboración de empresas externas en nuevas propuestas de trabajos de investigación para los estudiantes de la universidad, haciendo una colaboración en conjunto con fines de satisfacción mutua, planteando temas innovadores y necesarios para el beneficio tanto de la entidad como del estudiante.
- Se sugiere que en un futuro se propongan más temas similares al presente trabajo de investigación, que permitan así el desarrollo de un nuevo producto que presente diferentes o mejores beneficios para los deportistas o personas que busquen una mejora en su salud.

BIBLIOGRAFÍA

- Abad, C. (2015). *SUPLEMENTOS DE COLÁGENO Y EFECTO EN EL TRATAMIENTO DE LESIONES ARTICULARES [ARCHIVO PDF]*. Obtenido de <http://dspace.umh.es/>:
<http://dspace.umh.es/bitstream/11000/1993/1/Carlos%20Abad%20Exp%C3%B3sito.pdf>
- Accoroni, C., Enrico, J., Santos, D., Zelaya, D. (2023). EVALUACIÓN DE LA COMPOSICIÓN Y PERFIL DE AMINOÁCIDOS EN GRANOS DE SOJA DE ARGENTINA. Obtenido de: <http://hdl.handle.net/20.500.12123/14777>
- Aguirre, C. (2015). Efecto de la Suplementación de L-Carnitina en la naturaleza y severidad de la fatiga y las funciones cognitivas en la población.
- Ángeles, M., Córdova, M., Arellano, A., & Martínez, I. (2020). *proceedings.science*. Obtenido de <https://proceedings.science/senselatam-2020/trabalhos/analisis-sensorial-y-fisicoquimico-de-un-suplemento-alimenticio-para-conocer-la?lang=pt-br>
- Arellanes, M. A. (2020). Silimarina como potencial agente hepatoprotector. *Cadena de cerebros*, 60-70.
- Antuñano, G., Marqueta, M., Redondo, R., Fernández, C., Bonafonte, F., Aurrekoetxea, G., ... & García, V. (2019). Suplementos nutricionales para el deportista. Ayudas ergogénicas en el deporte-2019. Documento de consenso de la Sociedad Española de Medicina del Deporte. *Arch. Med. Deporte*, 36, 1-114.
- Avila-Rojas, H., & Neri, I. P. (2017). Aminoácidos inhibidores para principiantes. *Archivos de Neurociencias*, 21(3), 49-51.
- Barnes, K., Ball, L., & Desbrow, B. (2016). Promotion of nutrition care by Australian fitness businesses: a website analysis. *Public Health*, 40(2016), 45-49. Recuperado el 31 de agosto de 2017 de la base de datos Science Direct.
- Cando, M. D. P. (2010). *El empleo del CMC y CARRAGENINA en leche saborizada de cocoa (theobroma cacao l.)* (Bachelor's thesis).
- Cantarelli, L. (19 de Mayo de 2017). *AYUDAS ERGOGÉNICAS EN EL ÁMBITO DEPORTIVO [ARCHIVO PDF]*. Obtenido de <https://riull.ull.es/xmlui/bitstream/handle/915/5050/AYUDAS%20ERGOGENICAS%20EN%20EL%20AMBITO%20DEPORTIVO.pdf?sequence=1>
- Carrillo, (2013). Beneficios del uso de proteína de suero de leche. *Revista Brasileira de Nutrição Esportiva*, vol. 7.
- Cevallos, A. (2017). Factores Asociados a malnutrición en los adultos mayores de centros geriátricos de la ciudad de Loja. Loja.

- Ciprian, O., Vitale, A. (2013). Lisil-oxidasa (LOX) y proteínas tipo LOX: Rol de amino-oxidadas, propiedades moleculares y catalíticas. *Acta Bioquím Clín Latinoam*, 47 (4): 645-60.
- Córdova, L. R. Á., Pazmiño, C. L. A., Martínez, D. M. S., Quintana, J. V. A., Briones, M. M. S., Pérez, D. F., & Frías-Toral, E. (2022). Efecto de la suplementación con proteína aislada de soya y ejercicios de resistencia en adultos mayores que viven en una comunidad: un estudio cuasiexperimental. *Revista de Nutrición Clínica y Metabolismo*, 5(1), 35–43. <https://doi.org/10.35454/rncm.v5n1.366>
- Correa, J., Alanis, R., Cobaleda, M., & García, C. (2018). Determinación de fenólicos totales y capacidad antioxidante de medicamentos y suplementos herbolarios a base de cardo mariano *Silybum marianum*. XIV Congreso Nacional Sobre Recursos Bióticos de Zonas Áridas (pág. 111).
- Correia, C. (2015). Aportaciones científicas para el uso de suplementos dietéticos. Un estudio de caso en plantas hepatoprotectoras. Universidad de Salamanca. <https://gredos.usal.es/browse>
- Cribb, P. (2016). *d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net*. Obtenido de https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/32101206/WheySportsNutrition_Spanish_Mexico-libre.pdf?1391487611=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DLAS_PROTEINAS_DEL_SUERO_DE_LECHE_DE_LOS.pdf&Expires=1691024238&Signature=W97skRkv2Cv~4WEzKS4IKjkTp4jw
- Escarez, B., Flores, C., Meneses, N., (2015). Consumo de proteínas en deportistas que realizan crossfit, en el Box "Acción Crossfit", durante el año 2015. <https://repositorio.ugm.cl/handle/20.500.12743/1462>
- Esmail, N., Anaraki, S. B., Gharagozloo, M., & Moayedi, B. (2017). Silymarin impacts on immune system as an immunomodulator: One key for many locks. *International Immunopharmacology*, 194-201
- Farinango, A., & Quizhpi, J. (2015). *repositorio.ucv.edu.pe*. Obtenido de <http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/21521/1/TESIS.pdf>
- Garthe, I. y Maughan, R. (2018). Deportistas y suplementos: prevalencia y perspectivas. *Revista internacional de nutrición deportiva y metabolismo del ejercicio*. Human Kinetics Publishers Inc. <https://doi.org/10.1123/ijsnem.2017-0429>
- Gonzales Espinosa, IE, Cortez Huerta, LA, Pedreros Lobos, A., & Jorquera Aguilera, C. (2018). Análisis del uso de suplementos nutricionales en gimnasios de la Región de Coquimbo, Chile. *Arch Med Deporte*, 35 (6), 369–375. Obtenido de http://archivosdemedicinadeldeporte.com/articulos/upload/or02_gonzalez_espinosa.pdf

- Herda, A. Herda J., Costa, B., Ryan, D., Stout, R., Cramer, T. (2013). Muscle performance, size, and safety responses after eight weeks of resistance training and protein supplementation: a randomized, double-blinded, placebo-controlled clinical trial. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 27 (11), 3091-3100
- Heyerdahl, I., Naranjo, F., & Bulnes, E. (2023). Flavonoides como suplementos para mejorar el rendimiento fásico deportivo. *Revista Cubana de Medicina*, 62(4).
- Layza, K. (2017). *repositorio.ucv.edu.pe*. Obtenido de <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/11398>
- Li, D. (2022). Factors affecting the difference of protein supplements on physical fitness. *Network Modeling Analysis in Health Informatics and Bioinformatics*, 11(1). <https://doi.org/10.1007/s13721-021-00335-1>
- López, J. (2021). <http://repositorio.unsa.edu.pe/>. Obtenido de CARACTERIZACIÓN DEL COLÁGENO PARA ELABORAR COMPUESTOS CON FIBRA DE VIDRIO RECICLABLES Y SIN CONTAMINACIÓN [ARCHIVO PDF]: <http://repositorio.unsa.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12773/13695/UPloceje.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Llamas, J., & Lou Bonafonte, M. (2014). *L-Carnitina como suplemento nutricional en el Deporte* (Doctoral dissertation, Tesis)[Perú, Zaragoza]: Universidad de Zaragoza).
- Martínez, P. (2018). *Suplementos de colágeno: ¿Moda o salud?* [ARCHIVO PDF]. Obtenido de <http://147.96.70.122/Web/TFG/TFG/Memoria/PABLO%20MARTINEZ%20VALIENTE.pdf>
- Pilat, A. (2013). *Inducción Miofacial* (1 ed.). Madrid, España: Mc. Graw. Hill.
- Pomilio, A., Ciprian, J., & Vitale, A. (2016). *Scielo*. Obtenido de Función e importancia clínica de la enzima lisil-oxidasa: http://www.scielo.org.ar/scielo.php?pid=S0325-29572016000400024&script=sci_arttext&tlng=en
- Putra, C., Konow, N., Gage, M., York, C., Mangano, K. (2021). Protein source and muscle health in older adults: A literature review. *Nutrients*. 13(3):1-19. doi: 10.3390/nu13030743
- Ramirez, J. (2014). Analisis Sensorial: Pruebas orientadas al consumidor. *Rev Esp Nutr Hum Diet*, 16(1), p. 31-40.
- Redondo, R. B. (2016). Las ayudas ergogénicas nutricionales en el ámbito deportivo. Primera parte. Aspectos generales. *Nutrición Clínica*, 10(2-2016), 69-78.
- Rodríguez, S. (2023). Utilización de la l-carnitina para la reducción de la grasa en personas que realizan ejercicio.

- Rueda, A., & Abello, S. (2020). Efecto de la suplementación con soja sobre la inflamación y ácido láctico inducido por ejercicio físico exhaustivo en ratas. *Archivos de medicina del deporte: revista de la Federación Española de Medicina del Deporte y de la Confederación Iberoamericana de Medicina del Deporte*, 37(196), 105-109.
- Santesteban V., & Ibáñez, J. (2017). Ayudas ergogénicas en el deporte. *Nutricion hospitalaria*, 34(1), 204-215.
- Schoenfeld, P. (2020). Colágeno: Rejuvenece tu piel, fortalece las articulaciones, y siéntete más joven gracias a la dieta que aumenta la producción y el consumo de colágeno. (J. F. Treviño, Trad.) SIRIO. Obtenido de Colágeno: Rejuvenece tu piel, fortalece las articulaciones, y siéntete más joven gracias a la dieta que aumenta la producción y el consumo de colágeno. [Book].
- Shaker, E., Mahmoud, H. y Mnaa, S. (2015). La silimarina, el componente antioxidante y los extractos de *Silybum marianum* previenen el daño hepático. *Toxicología alimentaria y química*, 48 (3), 803–806. <https://doi.org/10.1016/j.fct.2009.12.011>
- Shaw, G., Lee-Barthel, A., Ross, M. L., Wang, B., & Baar, K. (2016). Vitamin C–enriched gelatin supplementation before intermittent activity augments collagen synthesis. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 105(1), 136-143.
- Sousa, M., Fernandes, M., Moreira, P. y Teixeira, V. (2013). Uso de suplementos nutricionales por atletas portugueses. *Revista internacional de investigación sobre vitaminas y nutrición*, 83 (1), 48–58. <https://doi.org/10.1024/0300-9831/a000144>
- Stephens, F. (2013). Carbohydrate ingestion augments l-carnitine retention in humans. *J Appl Physiol*.
- Tuero, B. (2020). Funciones de la vitamina C en el metabolismo del colágeno. *Rev. Cuba. Aliment. Nutr*, 1, 46-54.
- USDA National Nutrient Database for Standard Reference. (2015). *Composición de la proteína de soja*. Obtenido de <https://digital.csic.es/bitstream/10261/155436/1/sojalacteos.pdf>
- Urdampilleta, A., Vicente-Salar, N., Martínez, J. (2014) Necesidades proteicas de los deportistas y pautas diético-nutricionales para la ganancia de masa muscular. *Rev Esp Nutr Hum Diet*, 16(1), p. 25-35.
- Valdez, F. (2015) VITAMINA C. Unidad de Dermatología. Hospital da Costa. Burela. Lugo. España. <https://www.actasdermo.org/es-vitamina-c-articulo-13095269>
- Vargas, N., Madrigal, E., Morales, Á., Esquivel, J., Esquivel, C., García, L. (2014). Hepatoprotective effect of silymarin. *World J Hepatol*. 6(3): 144-9. DOI: 10.4254/wjh.v6.i3.144 2.

Vega, J. y Huidobro E. (2019). Efectos en la función renal de la suplementación de creatina con fines deportivos. *Revista médica de Chile*, 147(5), 628-633.<https://dx.doi.org/10.4067/S0034-98872019000500628>

ANEXOS

Anexo 1.

Datos de humedad.

Formulación	Tiempo	Humedad (%)			\bar{x}
		R1	R2	R3	
F1	Día 0	---	5.141	4.85	4.996
	Día 8	5.282	5.173	5.482	5.307
	Día 16	5.883	5.170	5.554	5.552
	Día 24	5.896	5.203	5.604	5.573
F2	Día 0	---	4.894	5.258	5.125
	Día 8	5.179	5.379	5.302	5.353
	Día 16	5.344	5.421	5.343	5.437
	Día 24	5.659	5.522	5.351	5.504
F3	Día 0	---	5.147	5.397	5.320
	Día 8	5.232	5.174	5.362	5.345
	Día 16	5.352	5.326	5.445	5.361
	Día 24	5.424	5.385	5.506	5.427

Nota: “--” Dato ausente por error de medición. “R1, R2, R3” Réplicas realizadas.

Anexo 2.

Datos de cenizas.

Formulación	R1	R2	R3	\bar{x} (%)
F1	5.512	4.127	4.259	4.632
F2	4.202	4.793	4.174	4.390
F3	5.113	4.611	4.155	4.627

Nota: “R1, R2, R3” Réplicas realizadas.

Anexo 3.

Datos de consistencia.

Tratamientos	Tiempo	Consistencia			\bar{x} (ml)
		R1	R2	R3	
F1	10min	4	5	3	4
	20min	7	7	8	7
	30min	9	9	10	9
F2	10min	15	13	13	14
	20min	20	23	21	21
	30min	26	27	29	27
F3	10min	7	9	10	9
	20min	10	12	14	12
	30min	15	17	18	17

Anexo 4.***Datos de pH.***

Tratamientos	Tiempo	pH			\bar{x}
		R1	R2	R3	
F1	Día 0	6.91	7.12	7.23	7.09
	Día 8	7.01	7.09	7.23	7.11
	Día 16	7.10	7.11	7.22	7.14
	Día 24	7.23	7.29	7.19	7.24
F2	Día 0	6.43	6.53	6.63	6.53
	Día 8	6.31	6.51	6.67	6.50
	Día 16	6.54	6.56	6.63	6.58
	Día 24	6.60	6.77	6.56	6.64
F3	Día 0	6.50	6.47	6.62	6.53
	Día 8	6.52	6.46	6.65	6.54
	Día 16	6.49	6.55	6.71	6.58
	Día 24	6.59	6.69	6.58	6.62

Nota: “R1, R2, R3” Réplicas realizadas.

Anexo 5.***Datos de sólidos solubles.***

Tratamientos	Tiempo	°Brix			\bar{x}
		R1	R2	R3	
F1	Día 0	4	4	4.5	4.2
	Día 8	4	4	4	4.0
	Día 16	4	4.5	4.5	4.3
	Día 24	4.5	4.5	4	4.3
F2	Día 0	4	4	4	4.0
	Día 8	3.5	3.5	3.5	3.5
	Día 16	4	4	4	4.0
	Día 24	4	4	4	4.0
F3	Día 0	4	4	4	4.0
	Día 8	3.5	4	3.5	3.7
	Día 16	3.5	4.5	4	4.0
	Día 24	4	4	4	4.0

Nota: “R1, R2, R3” Réplicas realizadas.

Anexo 6.***Datos de aerobios totales.***

Tratamientos	Tiempo	Aerobios totales (ufc/ml)			\bar{x} (ufc/ml)
		R1	R2	R3	
F1	Día 0	---	1	0	1
	Día 8	2	1	3	2
	Día 16	11	2	9	7
	Día 24	11	4	7	11
F2	Día 0	---	0	3	2
	Día 8	3	2	0	2
	Día 16	4	4	7	5
	Día 24	9	4	9	7
F3	Día 0	---	3	2	2
	Día 8	2	2	3	2
	Día 16	3	4	4	4
	Día 24	6	7	7	7

Nota: “--” Dato ausente por error de medición. “R1, R2, R3” Réplicas realizadas.

Anexo 7.***Datos de coliformes totales.***

Tratamientos	Tiempo	coliformes totales (ufc/ml)			\bar{x}
		R1	R2	R3	
F1	Día 0	---	0	12	6
	Día 8	---	0	0	0
	Día 16	2	0	0	1
	Día 24	0	0	0	0
F2	Día 0	---	0	9	5
	Día 8	1	0	0	0
	Día 16	0	0	0	0
	Día 24	0	2	1	1
F3	Día 0	---	0	0	0
	Día 8	7	0	0	2
	Día 16	0	0	0	0
	Día 24	0	5	1	2

Nota: “--” Dato ausente por error de medición. “R1, R2, R3” Réplicas realizadas.

Anexo 8.***Datos de mohos y levaduras.***

Tratamientos	Tiempo	mohos y levaduras totales (ufc/ml)			\bar{x} (ufc/ml)
		R1	R2	R3	
F1	Día 0	---	3	12	5
	Día 8	1	0	2	1
	Día 16	6	2	4	4
	Día 24	1	3	1	2
F2	Día 0	---	2	1	2
	Día 8	12	1	0	4
	Día 16	1	2	3	2
	Día 24	0	2	1	1
F3	Día 0	---	1	0	1
	Día 8	7	1	4	4
	Día 16	3	2	3	3
	Día 24	0	0	2	1

Nota: “--” Dato ausente por error de medición. “R1, R2, R3” Réplicas realizadas.

Anexo 9.

Ficha de aceptabilidad de tipo afectiva

FICHA DE ACEPTABILIDAD "AFECTIVA"

SUPLEMENTO ALIMENTICIO A BASE DE PROTEÍNA AISLADA DE SOYA ENRIQUECIDA CON PRECURSORES DE COLÁGENO Y SILIMARINA.

<p>Género: M / F Edad: ____ Fecha: _____ (A)1 Suplemento alimenticio a base de proteína aislada de soya enriquecida con precursores de colágeno y silimarina. Frente a usted hay tres muestras de suplemento alimenticio, usted debe probar las muestras de izquierda a derecha. Posteriormente debe escoger la muestra que fue más de su agrado. Marque con una X la muestra elegida y escriba el código de su preferencia.</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;"><p>Muestras</p><p><input type="checkbox"/> 1032 <input type="checkbox"/> 2479 <input type="checkbox"/> 3684</p><p>Prefiero la muestra _____</p></div> <p>¿Por qué la eligió?</p> <p>_____</p> <p>Comentarios</p> <p>_____</p> <p style="text-align: center;">¡Muchas Gracias!</p>	<p>Género: M / F Edad: ____ Fecha: _____ (B)1 Suplemento alimenticio a base de proteína aislada de soya enriquecida con precursores de colágeno y silimarina. Frente a usted hay tres muestras de suplemento alimenticio, usted debe probar las muestras de izquierda a derecha. Posteriormente debe escoger la muestra que fue más de su agrado. Marque con una X la muestra elegida y escriba el código de su preferencia.</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;"><p>Muestras</p><p><input type="checkbox"/> L173 <input type="checkbox"/> J203 <input type="checkbox"/> M093</p><p>Prefiero la muestra _____</p></div> <p>¿Por qué la eligió?</p> <p>_____</p> <p>Comentarios</p> <p>_____</p> <p style="text-align: center;">¡Muchas Gracias!</p>
<p>Género: M / F Edad: ____ Fecha: _____ (A)2 Suplemento alimenticio a base de proteína aislada de soya enriquecida con precursores de colágeno y silimarina. Frente a usted hay tres muestras de suplemento alimenticio, usted debe probar las muestras de izquierda a derecha. Posteriormente debe escoger la muestra que fue más de su agrado. Marque con una X la muestra elegida y escriba el código de su preferencia.</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;"><p>Muestras</p><p><input type="checkbox"/> 2479 <input type="checkbox"/> 3684 <input type="checkbox"/> 1032</p><p>Prefiero la muestra _____</p></div> <p>¿Por qué la eligió?</p> <p>_____</p> <p>Comentarios</p> <p>_____</p> <p style="text-align: center;">¡Muchas Gracias!</p>	<p>Género: M / F Edad: ____ Fecha: _____ (B)2 Suplemento alimenticio a base de proteína aislada de soya enriquecida con precursores de colágeno y silimarina. Frente a usted hay tres muestras de suplemento alimenticio, usted debe probar las muestras de izquierda a derecha. Posteriormente debe escoger la muestra que fue más de su agrado. Marque con una X la muestra elegida y escriba el código de su preferencia.</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;"><p>Muestras</p><p><input type="checkbox"/> M093 <input type="checkbox"/> L173 <input type="checkbox"/> J203</p><p>Prefiero la muestra _____</p></div> <p>¿Por qué la eligió?</p> <p>_____</p> <p>Comentarios</p> <p>_____</p> <p style="text-align: center;">¡Muchas Gracias!</p>

Anexo 10.

Resultados del análisis proximal



EcuChemLab
Laboratorio Químico y Microbiológico del Ecuador

INFORME DE RESULTADOS

INF.AFQ.20041a

DATOS DEL CLIENTE

Cientes:	DANNY ISRAEL OCAÑA PARREÑO
Dirección:	JOSÉ MARÍA URBINA Y BAQUERIZO MORENO, RIOBAMBA. SECTOR LA PISTA DE HIELO
Teléfono:	0987980776

DATOS DE LA MUESTRA

Nombre de la Muestra:	SUPLEMENTO ALIMENTICIO A BASE DE PROTEÍNA AISLADA DE SOJA	Lote:	X
		Fecha elaboración:	20 enero 2023
Tipo de muestra:	SUPLEMENTO ALIMENTICIO	Fecha vencimiento:	20 enero 2024
		Contenido declarado:	250 g
Muestreado por:	CLIENTE	Contenido encontrado:	250 g
Color:	CARACTERISTICO	Fecha de recepción:	2023-07-31
		Hora de recepción:	08:19:51
Olor:	CARACTERISTICO	Fecha análisis:	2023-07-31
Estado:	SOLIDO	Fecha entrega:	2023-08-01

RESULTADOS FISICOQUIMICOS

PARAMETRO	RESULTADO	UNIDAD	METODO DE ANALISIS INTERNO	METODO DE ANALISIS DE REFERENCIA	INCERTIDUMBRE
*HUMEDAD	8,08	%	PA-FQ-113	AOAC 925.10	---
*GRASA	3,85	%	PA-FQ-105	AOAC 2003.06	---
*CENIZA	3,92	%	PA-FQ-58	AOAC 923.03	----
*FIBRA BRUTA	0,00	%	PA-FQ-88	INEN 522	----
*PROTEINA	79,73	%	PA-FQ-160	AOAC 2001.11	----
*CARBOHIDRATOS	4,42	%	PA-FQ-56	CALCULO	----

Nota 1: La información de datos del cliente y de la muestra que afecte a la validez de resultados es proporcionada y exclusiva responsabilidad del cliente y no representa responsabilidad para EcuChemLab Cia. Ltda.

Nota 2: Sin la aprobación escrita del Laboratorio no se debe reproducir el Informe, excepto cuando se reproducen en su totalidad.

Nota 3: Los ensayos marcados con (*) NO están incluidos en el alcance de la acreditación del SAE.

Nota 4: El resultado se refiere únicamente a la muestra recibida o tomada por laboratorio, EcuChemlab Cia. Ltda., se responsabiliza exclusivamente de los análisis


Dra. Sandra Morales
JEFE AREA FISICO QUIMICO


Dr. Bladimir Acosta
GERENTE GENERAL

Los Ruiseñores 585 y Río Curaray, Mirasierra
Valle de Los Chillos - Quito - Ecuador
Telf: 023614718, 0983192976 / email: info@ecuachemlab.com.ec

Generado por ZencarSoft.com pag. 1/1

Orden de Trabajo.20041a
R-03-4.1/Ed.03