

UNIVERSIDAD LE CORDON BLEU



FACULTAD DE CIENCIAS DE LOS ALIMENTOS NUTRICIÓN Y TÉCNICAS ALIMENTARIAS

“CALIDAD PROTEICA DE LA CIANOBACTERIA GELATINOSA EN POLVO (*NOSTOC SPHAERICUM*) *CUSHURO*”

Tesis para optar el Título Profesional de Licenciado en Nutrición y Técnicas
Alimentarias

AUTOR:

FERNANDO DELGADO OBLITAS.

ASESORA:

Mg. KAREN VANESSA QUIROZ CORNEJO.

Lima, Perú

2022

DECLARACIÓN DE ORIGINALIDAD

1. Soy autor del trabajo titulado:
“CALIDAD PROTEICA DE LA CIANOBACTERIA GELATINOSA EN POLVO (NOSTOC SPHAERICUM) CUSHURO”

El mismo que presento para optar el Título Profesional de Licenciado en Nutrición y Técnicas Alimentarias.

2. El texto del trabajo final respeta y no vulnera los derechos de terceros, incluidos los derechos de propiedad intelectual. En tal sentido, no ha sido plagiado total ni parcialmente, se ha respetado las normas internacionales de citas y referencias de las fuentes consultadas, el Código de Ética y el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Le Cordon Bleu. Lo que ha sido corroborado por nuestra asesora designada.
3. El texto del trabajo final que presentamos no ha sido publicado ni presentado antes en cualquier medio electrónico o físico.
4. La investigación, los resultados, datos, conclusiones y demás información presentada que atribuimos a nuestra autoría son veraces.
5. Declaramos que nuestro trabajo final cumple con todas las normas de la Universidad Le Cordon Bleu, habiendo sido revisado mediante el software antiplagio turnitin obteniendo un porcentaje de similitud de 14% el cual consta en el informe emitido por turnitin

El incumplimiento de lo declarado da lugar a responsabilidad de los declarantes y del asesor, en consecuencia; a través del presente documento asumimos frente a terceros, a la Universidad Le Cordon Bleu y/o la Administración Pública toda responsabilidad que pueda derivarse por el trabajo final presentado.

Fecha: 12/12/22

Autor:

FERNANDO DELGADO OBLITAS	
--------------------------	---

Asesor:

MG. KAREN VANESSA QUIROZ CORNEJO	
----------------------------------	--



UNIVERSIDAD LE CORDON BLEU

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

TÍTULO DE LA TESIS:

“CALIDAD PROTEICA DE LA CIANOBACTERIA GELATINOSA EN POLVO (NOSTOC SPHAERICUM) CUSHURO”

AUTOR:

Nombres y apellidos: FERNANDO DELGADO OBLITAS

D.N.I Nº /C.E. Nº	71076813
Financiamiento	Fernando Delgado Oblitas
Ubicación geográfica	Región Lima Metropolitana – distrito de Magdalena del Mar
Duración de la investigación	abril 2022 – diciembre 2022 / año 2022

ASESOR:

Nombres y apellidos	D.N.I Nº /C.E. Nº	Código ORCID
KAREN VANESSA QUIROZ CORNEJO	40277208	0000000266733587

JURADO EXAMINADOR:

Nombres y apellidos	Cargo	D.N.I Nº /C.E. Nº	Código ORCID
DR. VICTOR JESÚS SAMILLÁN SOTO	Presidente	16709515	0000000312582856
MG. FLOR EVELYN DE LA CRUZ MENDOZA	Primer Miembro	43424503	0000-0001-8928-0392
MG. KAREN VANESSA QUIROZ CORNEJO	Segundo Miembro	40277208	0000000266733587



UNIVERSIDAD LE CORDON BLEU

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

En la ciudad de Lima, Distrito de Magdalena del Mar, a las 11:00 horas del día 12 del mes de diciembre del año 2022, se reunió el Jurado Examinador de sustentación y defensa de la Tesis titulada “**CALIDAD PROTEICA DE LA CIANOBACTERIA GELATINOSA EN POLVO (NOSTOC SPHAERICUM) CUSHURO**”, presentado por el bachiller **FERNANDO DELGADO OBLITAS** para optar el título profesional de Licenciado en Nutrición y Técnicas Alimentarias; conformado por los profesores:

Presidente: Dr. Victor Jesús Samillán Soto

Primer Miembro: Mg. Flor Evelyn De La Cruz Mendoza

Segundo Miembro: Mg. Karen Vanessa Quiroz Cornejo

Instalado el Jurado Examinador, se procedió dar cumplimiento a las etapas:

- El Presidente del jurado invitó al sustentante a realizar su presentación por un tiempo no mayor de 30 minutos.
- Terminado la presentación de la Tesis, el jurado Examinador procedió a realizar preguntas sobre aquellos aspectos pertinentes para determinar los conocimientos sobre el tema y la ejecución de la tesis.
- Luego de escuchar las respuestas a las interrogantes formuladas, el jurado examinador deliberó en privado la calificación de la Tesis y su correspondiente defensa.
- Cada miembro del jurado examinador estableció individualmente su calificación de acuerdo al reglamento de grados y títulos.
- El Presidente del Jurado Examinador verificó la calificación de cada miembro y procedió a establecer la calificación de la tesis en escala vigesimal con la siguiente mención:

SOBRESALIENTE	20 -18 (X)
MUY BUENO	17- 16 ()
BUENO	15 -13 ()
DESAPROBADO	< 13 ()

Finalmente, el Presidente del Jurado invitó al sustentante para recibir el veredicto de la calificación obtenida.

El Jurado Examinador deja constancia con su firma, que el veredicto final de calificación de la Tesis presentado por el Bach. **FERNANDO DELGADO OBLITAS** es:

Aprobado

.....
concluye el acto académico, siendo las 12: 00 horas del mismo día.

Presidente: DR. VICTOR JESÚS SAMILLÁN SOTO	
Primer Miembro: MG. FLOR EVELYN DE LA CRUZ MENDOZA	
Segundo Miembro: MG. KAREN VANESSA QUIROZ CORNEJO	

Dedicatoria

A mi familia, por todo el apoyo emocional y económico que me brindaron durante mi formación académica, los cuales me permitieron culminar mis estudios universitarios y lograr el crecimiento personal.

Agradecimientos

Esta investigación tiene el honor de contar como asesora a la Dra. Karen Quiroz Cornejo, a quien agradezco por su contribución con su consultoría, apoyo y dedicación durante todo el desarrollo de esta tesis, pero también debo expresar mi gratitud por impulsar mi crecimiento profesional y personal.

De igual forma, extiendo un especial agradecimiento a mi familia por ser el soporte en mi formación académica, quienes estuvieron apoyándome desde el inicio de mi vida universitaria e impulsando todas mis decisiones y respaldándolas. Asimismo, quiero agradecer al Dr. Óscar Jordán Suárez y al Dr. Víctor Samillan Soto por su contribución en la metodología y revisión de esta investigación.

También, es importante incluir en este agradecimiento al personal administrativo y profesores que acompañaron mi estadía universitaria; impulsando mi desarrollo intelectual, intrapersonal y en la consecución de mis objetivos.

Índice

Introducción	13
Marco Teórico	18
Antecedentes de la Investigación	18
Bases Teóricas	20
<i>Características y Clasificación de los Seres Vivos</i>	20
<i>Características Generales del Cushuro</i>	25
<i>Las Proteínas</i>	27
Funciones de las Proteínas	27
Digestión y Absorción de las Proteínas	28
Calidad Proteica	28
Biodisponibilidad Proteica	29
Definición de Términos	30
Metodología	34
Determinación de Humedad	34
Determinación de Grasas	34
Determinación de Cenizas	35
Determinación de Proteínas	36
Determinación del Perfil de Aminoácidos por HPLC UV-VIS	38
Resultados y Discusiones	40
Análisis Proximal del Cushuro	40
Perfil Aminoacídico del Cushuro	41
Perfil de Aminoácidos del Cushuro Comparado con el Patrón WHO/FAO/UNU 2017 Para Niños de 6 Meses Hasta 3 Años	44
Perfil de Aminoácidos del Cushuro Comparado con el Patrón WHO/FAO/UNU 2017	

Para Niños, Adolescentes y Adultos	46
Conclusiones	48
Recomendaciones	49
Referencias Bibliográficas	50
Anexos	56

Índice de Tablas

Tabla 1 Análisis proximal en cushuro (<i>Nostoc sphaericum</i>) en polvo	40
Tabla 2 Contenido de aminoácidos del cushuro (<i>Nostoc sphaericum</i>) en polvo	41
Tabla 3 Comparación del perfil de aminoácidos del <i>Nostoc sphaericum</i> "cushuro"	43
Tabla 4 Comparación de aminoácidos del cushuro frente al patrón para niños de 6 meses hasta 3 años	44
Tabla 5 Comparación de aminoácidos del cushuro frente al patrón para niños, adolescentes y adultos	46

Índice de anexos

Anexo 1 Operacionalización de variables.....	56
Anexo 2 Patrón de la recomendación de la ingesta de aminoácidos por edades	57
Anexo 3 Patrón de la recomendación de la ingesta de aminoácidos por grupos etarios	57

Resumen

El Perú es un país con una amplia diversidad de recursos vegetales, muchos de los cuales contribuyen a una buena alimentación en la población. En tal sentido, el presente trabajo de investigación posee como objetivo general determinar la calidad proteica, el porcentaje de humedad y el perfil de aminoácidos, comparando este último con el patrón de puntuación de los valores establecidos por la WHO/FAO/UNU en el 2017, para niños, adolescentes y adultos. Para ello, se trabajó con 51 kg de *Nostoc sphaericum* (cushuro), el cual fue sometido a un proceso de secado y molienda para obtener una muestra en polvo; con el cual posteriormente se realizó el análisis proximal de sus componentes y la determinación del perfil de aminoácidos mediante HPLC UV-VIS. Los resultados indicaron valores de 30.48% para proteínas y 1.62% de porcentaje de humedad; asimismo el perfil de aminoácidos determinó que no cubre lo recomendado por la WHO/FAO/UNU en el 2017; a excepción de la cisteína, metionina y valina. En base a los resultados, se concluye que la cianobacteria gelatinosa *Nostoc sphaericum* en polvo (cushuro), no puede ser considerado un alimento de alta calidad proteica, únicamente por la presencia de aminoácidos limitantes; sin embargo, si representa un recurso bajo en proteínas de alto valor biológico, pero con una baja carga nitrogenada por lo que podría ser utilizada en tratamiento dietoterapéuticos.

Palabras claves: *Nostoc sphaericum*, Cianobacteria, Proteínas, Perfil de aminoácidos, Calidad Proteica.

Abstract

Peru is a country with a wide diversity of vegetables resources, many of which contribute to a good diet in the population. In this sense, the present research work has as a general objective to determine the protein quality, the percentage of moisture and the amino acid profile, comparing the latter with the scoring pattern of the values established by the WHO/FAO/UNU in 2017, for children, adolescents, and adults. For this, we worked with 51 kg of *Nostoc sphaericum* (cushuro), which was subjected to a drying and crushing process to obtain a pulverized sample; with which the proximal analysis of its components and the determination of the amino acid profile were subsequently carried out by means of HPLC UV-VIS. The results indicated values of 30.48% and 1.62% for proteins and moisture percentage, respectively; as well, the amino acid profile determined that it does not cover what is recommended by the WHO/FAO/UNU in 2017; except for cysteine, methionine, and valine. Based on the results, it is concluded that powdered gelatinous cyanobacteria *Nostoc sphaericum* (cushuro) cannot be considered a high-quality protein food, only because of the presence of limiting amino acids; however, it does represent a resource low in proteins of high biological value, but with a low nitrogenous load, so it could be used in dietotherapeutic treatment.

Keywords: *Nostoc sphaericum*, Cyanobacteria, Proteins, Amino acid profile, Protein Quality.

Introducción

En el año 2015 la Dirección Ejecutiva de Vigilancia Alimentaria Nutricional publicó el consumo de alimentos en niños peruanos de 6 a 35 meses en los periodos 2013 y 2014 (p. 4). En este informe técnico se obtuvieron resultados en relación con el cumplimiento de los requerimientos de macronutrientes y micronutrientes (p.5). Para empezar, la media de ingesta de energía para los niños de 6 a 11 meses fue de 491.9 kcal/día, de 12 a 23 meses fue de 1009.6 kcal/día y de 24 a 32 meses corresponde a 1193.2 kcal/día; asimismo la media de la ingesta de proteínas en niños de 6 a 11 meses fue de 15.3 g/día, de 12 a 23 meses fue de 35 g/día y por último en los niños de 24 a 35 meses fue de 44.1 g/día (p. 21). De igual forma, también se calculó la media de la ingesta de energía en niñas, siendo entre 6 a 11 meses de 901 kcal/día, las de 12 a 23 meses de 1004.9 kcal/día y las de 24 a 35 meses de 1266.5 kcal/día; por otro lado, la ingesta media de proteínas fue de 33.3 g/día en niñas de 6 a 11 meses, 35.5 g/día entre las de 12 a 23 meses y 46.3 g/día en las niñas entre 24 a 35 meses. (p.21).

Por otra parte, también se calculó el porcentaje de niños que cubren sus requerimientos nutricionales en función a diferentes factores, uno de ellos es el sexo, las mujeres cubren un 96.9 % de los requerimientos de proteínas, mientras que los hombres cubren un 96 % (p.22). Por lo que se refiere al porcentaje de niños que cubren su requerimiento proteico según la edad, los niños entre 6 a 11 meses cubren el 77.3 %, los de 12 a 23 meses logran cubrir un 97.2 % y los niños entre 24 a 35 meses un 98.6 % (p.29). Con respecto al área de residencia, el área urbana tiene mayor consumo de proteínas en comparación con el área rural con 97.4 % y 93.6 % respectivamente; asimismo se evaluó esta macromolécula en función al dominio geográfico, en el cual los niños de la Sierra Norte llegan a cubrir un 85.4 %, convirtiéndola en el dominio geográfico que menos cubre el requerimiento proteico en comparación con los otros, que superan el 90% (p. 31-32).

Si bien la tendencia de la ingesta de proteínas total en los niños entre 6 y 35 meses ha

ido en aumento, pues entre el 2008 al 2014 el consumo de proteínas paso de 87 % a 96.4 %; aún existen zonas como la Sierra Norte que solo llegan a cubrir un 85.4% de los requerimientos proteicos; en consecuencia, es necesario implementar estrategias de ingesta de alimentos proteicos a los cuales los pobladores puedan tener acceso con facilidad y sean disponibles en su localidad (p.60).

Sin embargo, también es importante evaluar la calidad de proteínas de la ingesta de su dieta, pues no solo importa cubrir los requerimientos proteicos totales, sino también los requerimientos de aminoácidos esenciales. En consecuencia, considero que este trabajo de investigación puede contribuir a cubrir los requerimientos proteicos y aminoácidos de los niños menores de 5 años tomando como base la investigación de Mišurcová et al. (2014). En esta publicación se evaluó la composición de los aminoácidos de productos de cianobacterias como la *Spirulina pacífica* y la *Spirulina plantasis* en función a su contribución a la ingesta diaria recomendada para un adulto con un peso de 70 kg (p. 122). Con respecto a los resultados de los aminoácidos esenciales, suponiendo una ingesta diaria de 13 gr, en función al triptófano la *Spirulina pacífica* contribuye a la IDR con un 23.4 % y la *Spirulina plantasis* con un 22.4 %; por otro lado, la *Spirulina pacífica* aporta en mayor cantidad treonina y metionina con aproximadamente 40 % y 38 % respectivamente y los aminoácidos que menos aporta son lisina y fenilalanina con aproximadamente 19 % y 20 % según corresponde (p. 124). Asimismo, la *Spirulina plantasis* tiene mayor relevancia en el aporte de cisteína con cerca 48 % y metionina con el mismo valor porcentual, y en cuanto al menor aporte de aminoácidos esenciales, resaltan la lisina y la histidina con aproximadamente 12 % y 13 % respectivamente (p. 124).

La desnutrición crónica es un problema latente que afecta a nuestro país desde hace mucho y de no reducir su crecimiento, el país se sumergirá aún más en sus consecuencias (Instituto Nacional de Estadística e Informática [INEI], 2019, p.1). Este indicador antropométrico expresa la relación entre el retardo de crecimiento y la edad en niños menores

de cinco años, por lo cual se compara la longitud o estatura en centímetros con la edad en años y meses del niño en el momento de la valoración (p. 9). Después, estos valores se contrastan con las tablas de percentiles o puntuación z que establecen desviaciones estándares para el diagnóstico del estado nutricional del niño (Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia [UNICEF], 2011, p. 9).

Asimismo, esta condición no solo causa efectos de retardo agudo en el crecimiento del niño, sino también afecta su desarrollo durante toda su vida; de acuerdo a UNICEF (2011), ello acarrea consecuencias tales como “mortalidad, morbilidad y discapacidad, reduce la capacidad física y la productividad económica, disminuye la capacidad intelectual y de aprendizaje, detiene el crecimiento y el desarrollo físico y puede causar enfermedades crónicas, cardiovasculares o metabólicas” (p. 13).

De ahí que, para evitar la desnutrición crónica infantil, uno de los factores importante es el consumo de alimentos proteicos de origen animal y/o vegetal, puesto que son estos los que ayudan al niño a ganar talla para que, al compararlo con su edad, no existan una relación desfavorable (Mahan et al., 2012, p. 390).

Según el INEI (2021a), la desnutrición crónica en el 2020 afectó al 12,1 % de niños y niñas menores de cinco años a nivel nacional. En ese año, se logró con la intervención del estado y las otras autoridades correspondientes, la disminución de 0.1 % en comparación con el año pasado y en los últimos cinco años se redujeron unos 2.5 puntos porcentuales (p. 1). Es una reducción porcentual considerable; sin embargo, a nivel nacional un 12.1% representa a mucha población infantil que padece de desnutrición crónica, del cual existe una diferencia significativa al comparar el área rural (24.8%) y el área urbana (7.2%) (INEI, 2021b, p. 276). Asimismo, al observar los 6 primeros departamentos con mayor prevalencia de desnutrición crónica en este mismo año, se evidencia que existe una significancia de esta condición en las zonas rurales y andinas, pues dentro de lo mencionado se encuentran: Huancavelica (31.5 %),

Loreto (25.2%), Cajamarca (24.4%), Huánuco (19.3%), Ayacucho (18.1%) y Pasco (18.0%) (INEI, 2021, p.1).

Por lo que se refiera a el área rural, al segmentar solo la población andina de niños entre los 6 y 35 meses se identifica un menor consumo de proteínas totales en comparación con las otras regiones naturales, puesto que llegan a cubrir, en relación con sus requerimientos, un 85.4 % en la Sierra norte, un 96.7 % en la Sierra centro y un 98.1 % en la Sierra sur (Dirección Ejecutiva de Vigilancia Alimentaria Nutricional, 2015, p.32). A causa de esto, el propósito de esta investigación es estimar la calidad biológica del cushuro para promover su consumo como fuente proteica de alta calidad biológica en sus dietas. De manera que, los resultados obtenidos puedan ser usados por profesionales de salud para actividades preventivos promocionales comunitarias en el área de nutrición, con la finalidad de mejorar los indicadores antropométricos que tienen como variable al peso, longitud o talla y la edad.

Sin embargo, esta investigación también puede contribuir a cubrir el requerimiento proteico en personas con estilos de alimentación no dependientes de alimentos de origen animal, pues al carecer de fuentes proteicas de alta calidad biológica los podrían predisponer al riesgo de desnutrición y la alteración en la homeostasis de las funciones corporales dependientes de proteínas. Por otro lado, el cushuro podría ser usado como módulo proteico en el área de nutrición clínica, brindando proteínas de alta calidad biológica para contribuir a cubrir los requerimientos proteicos de las diferentes patologías. Así mismo, otra aplicación podría ser el uso como suplemento proteico para personas que requieran el consumo de proteínas de fuentes exógenas a la ingesta diaria de alimentos, siendo estas principalmente deportistas que requieren cubrir sus requerimientos de este macronutriente en función a la actividad física realizada.

En consecuencia, esta tesis de pregrado responde la pregunta ¿Cuál es el valor de la calidad proteica de la Cianobacteria gelatinosa en polvo *Nostoc sphaericum* (cushuro)?

Teniendo en consideración desarrollar como objetivo general y específicos:

General:

Determinar la calidad proteica de la Cianobacteria gelatinosa en polvo *Nostoc sphaericum* (cushuro).

Específicos:

- Estimar las proteínas y el porcentaje de humedad de la Cianobacteria gelatinosa en polvo *Nostoc sphaericum* (cushuro).
- Determinar el perfil de aminoácidos de la Cianobacteria gelatinosa en polvo *Nostoc sphaericum* (cushuro).
- Comparar el perfil aminoacídico de la Cianobacteria gelatinosa en polvo *Nostoc sphaericum* (cushuro) con los patrones de puntuación de aminoácidos para niños, adolescentes y adultos de la WHO/FAO/UNU de 2017.

Marco Teórico

Antecedentes de la Investigación

Por un lado, Chávez (2014) en su tesis de licenciatura tiene como objetivo determinar composición química y actividad antioxidante en estado acuoso del *Nostoc sphaericum* Vaucher ex Bornet & Flahaut (p. 20-21). Como resultados del análisis proximal, las proteínas en base húmeda obtuvieron valores que implican no considerarlo como una fuente alimentaria, pues su aporte proteico no es significativo en comparación con los alimentos de origen animal (p.60). Por el contrario, los resultados en base seca de la muestra evidencian que es una buena fuente de proteínas, que incluso al lado de la clara de huevo tiene un mayor aporte de este macronutriente (Chávez, 2014, p. 60; Ministerio de Salud [MINSA], 2017, p. 56).

Asimismo, Fernández y Suyón (2018) en su tesis para obtener la licenciatura, evaluaron los efectos del secado convectivo en el valor nutricional en la misma especie de *Nostoc* con la que Chávez elaboró su experimento (p. 2-7). Por lo que se sometió a la muestra a dos temperaturas diferentes por un periodo determinado con la finalidad de expresar si ejerce algún tipo de influencia en el aporte nutricional (p 2-7). De manera que la valoración de la proteína total y su variación con respecto al secado convectivo muestra que no existe diferencia significativa entre las dos temperaturas de secado, por lo tanto, ambas temperaturas pueden ser usadas para obtener la materia en base seca del cushuro sin temor a presentarse pérdidas nutricionales (p. 65).

Por otra parte, Chili y Terrazas (2010) en la tesis para obtener el título de ingeniero agroindustrial, determinaron la curva de velocidad de secado y el valor biológico del cushuro (p. 2-32). Por consiguiente, como principales análisis de interés, se realizó la cuantificación de proteínas totales, la digestibilidad verdadera y el valor biológico (p. 35-49). Como resultado, al finalizar todos los análisis propuestos, los valores obtenidos de proteínas totales en base seca hacen referencia a que el aporte de este nutriente es significativo y en comparación con la clara

de huevo, este es superior (Chili y Terrazas, 2010, p. 51; MINSA, 2017, p. 56). Por lo que se refiere a digestibilidad, al comparar los resultados obtenidos con el huevo, existe gran diferencia porcentual entre ambos, dicho de otra manera, el huevo tiene mayor facilidad para ser digerido; de la misma forma, el huevo es superior en relación con el valor biológico, lo cual significa que en comparación al cushuro aporta un mejor perfil de aminoácidos esenciales (Chili y Terrazas, 2010, p. 69-70; López Sobaler et al., 2017, p.32).

Por su parte, Mišurcová et al. (2014) en el artículo que publicaron con relación a la composición de aminoácidos en productos de algas y su contribución a la IDR, establecieron perfiles de aminoácidos para diversos grupos de algas: *Cyanophyceae*, *Chlorophyta*, *Rhodophyta* y *Phaeophyta* (p. 120). Por lo cual, para la determinación de la puntuación de aminoácidos (AAS) y el índice de aminoácidos esenciales (EAAI) se usó como proteína patrón la referencia de la FAO/OMS publicada en el 2007; en cuanto a la evaluación de contribución de los aminoácidos esenciales (EAA) al IDR expresado en porcentaje para cada EAA, se usó el IDR que un adulto de 70 kg necesita según lo descrito en OMS/FAO/UNU en el 2007 (p. 121-122). En consecuencia, con respecto al EAAI de todas las especies analizadas resalta la *Spirulina platensis*; por otro lado, la mayoría de las algas tienen en común como EAA limitante a la lisina y el resto al triptófano (p. 124).

En cuanto a Gutiérrez et al. (2015) publicaron un artículo científico de revisión sistemática de los aspectos nutricionales y toxicológicos de la *Spirulina* (*Arthrospira*) (p. 34-35). En esta revisión encontraron que el contenido de proteínas es elevado, por lo cual podría considerarse como una fuente alimentaria, igualmente es fuente de aminoácidos pues están presente todos los aminoácidos esenciales en proporción y disponibilidad adecuada; a causa de esto es considerada como una proteína completa con elevado valor biológico, porcentaje de proteína neta utilizada y alta digestibilidad (p. 36). Por otro lado, se realizaron diversos estudios en humanos relacionados a las proteínas que contiene la *Spirulina*, para empezar, en un estudio

en donde el 50% de la ingesta de proteínas de una dieta de un adultos desnutridos correspondía a la Espirulina, se encontraron resultados significativos en el aumento de peso de los pacientes y un equilibrio positivo de nitrógeno; para terminar, en otro estudio realizado en África, niños con desnutrición proteica o energética-proteica fueron suministrados con Espirulina y se obtuvieron con resultados de una disminución significativa de la desnutrición en comparación con el grupo control (p. 37).

Referente a Galetovic et al. (2017), publicaron un artículo científico con relación a la composición bioquímica y toxicidad del *Nostoc sp.* secado al sol, con la finalidad de proporcionar información sobre sus componentes (p. 360-361). Como parte del desarrollo de este estudio, en fase seca se determinó proteínas, grasas, carbohidratos, entre otros (p. 361). De la misma forma que en los anteriores antecedentes, las proteínas totales en base seca significan un mayor aporte en comparación con el huevo, por el contrario, los componentes aminoacídicos muestran un perfil menor que el alimento de comparación; sin embargo, los autores concluyen que su composición nutricional en cuanto a aminoácidos esenciales, ácidos grasos insaturado, fibra y polifenoles es significativa; en tal sentido convierten el cushuro es un ingrediente con la capacidad de contribuir en la nutrición del consumidor (p. 368).

Bases Teóricas

Características y Clasificación de los Seres Vivos

Los seres vivos son organismos complejos, en relación con esta complejidad estructural son divididos en niveles de organización de la materia, de esta manera permite con mayor facilidad la distinción de las jerarquías que permiten la vida (p. 12). Estos niveles tienen como base al nivel químico, seguido del nivel celular, considerada como la unidad básica de la vida y el inicio de esta, el nivel tisular, el nivel de órganos, el nivel de sistemas, el nivel individual y el nivel ecológico que es la agrupación e interrelación de individuos de la misma especie para

formar una comunidad en un área determinada (Vázquez, 2018, p. 12).

Vázquez (2018) describe que los seres vivos, aunque son diferentes en forma, comparten las mismas características que ayuda a la biología en su objetivo de comprender el desarrollo de la vida, entre ellas se encuentran (p.14):

- **Organización:** la materia inerte como la materia viva presenta organización en su estructura, como es el caso de la materia sin vida que desarrolla cierta complejidad en su estructura para conferir propiedades como dureza, flexibilidad, entre otros. Por otro lado, la materia viva esta mediada por la célula, siendo esta delimitada por una membrana celular y con organelas en su interior, que al funcionar de forma organizada garantizan la continuidad de la célula. Asimismo, en los organismos multicelulares las células que comparten similitudes se unen para seguir el patrón de los niveles de organización de la materia desde el nivel celular hasta el nivel de sistemas (p. 14).
- **Metabolismo:** los organismos vivos toman del medio externo materia y energía para que, mediante las enzimas, sufran transformaciones hasta llegar a convertirse en moléculas disponibles de energía, para luego ser utilizado por la célula; pero también pueden transformarse en metabolitos intermedios que servirán para la síntesis de otras moléculas (p.14).
- **Homeostasis:** tiene relación con la capacidad de los seres vivos a regular sus procesos metabólicos para mantener las condiciones de vida interna, por ello mantienen en equilibrio sus requerimientos de materiales energéticos, mediadores de otras moléculas y eliminan sus materiales de desecho (p.14).
- **Crecimiento:** el organismo crece en respuesta a los procesos metabólicos dentro de este, lo que significa un aumento del tamaño de sus estructuras internas, que

depende principalmente de cuantos nutrientes reciba; por el contrario, la materia inanimada crece en función a la agregación de partículas a su pared externa, como sucede con los cristales (p.14).

- Reproducción: esta capacidad es innata en todos los seres vivos, quienes transmiten su material genético para generar organismos similares, pero con la posibilidad de que este código genético pueda sufrir cambios o mutar durante el proceso de reproducción (p.14).
- Adaptación: este proceso evolutivo consiste en la adaptación a los cambios del medio, garantizando la supervivencia de la especie. Para ello, lo aprendido se transmite de generación a generación por medio del material genético con la información de los ancestros mejores adaptados (p.14)
- Irritabilidad: los seres vivos tienen la capacidad de reaccionar a estímulos del medio exterior, por ello existen distintas formas de irritabilidad, la química que se manifiesta al estímulo de una sustancia química, la física en respuesta a cambios físicos del medio ambiente y la etológica que son los cambios fisiológicos del organismo como en respuesta a las condiciones del medio (p.15).

Dentro de los seres vivos existen algunas similitudes que comparten, por ello, desde hace mucho tiempo se empezó a organizarlos con la finalidad de clasificarlos y así entender mejor la relación entre especies (p. 142). Carol Von Linné en 1753 fue el primero en catalogar a los seres vivos en dos grupos, animales y vegetales; propuestos en sus obras: *Species Plantarum*, en la cual propone reglas taxonómicas para clasificar a las plantas y *Systema Naturae* para los animales (p. 142). Luego en 1969 R. H. Whittaker, clasifico a los seres vivos en cinco reinos, en el monera se encuentran todos lo procariotas (bacterias y cianobacterias), en el protista las eucariotas (protozoarios, algas y protistas micoides), en el fungi las eucariotas pluricelulares (levaduras, mohos y hongos o setas), en el reino plantae se encuentran las

eucariotas pluricelulares y autótrofos fotosintéticos (las plantas) y en el reino animalia las eucariotas pluricelulares heterótrofos (los animales) (p. 144). Sin embargo, la clasificación de los organismos vivos fue evolucionando con el tiempo y en 1970 Carl R. Woese encontró extrañas procariotas, que tenían más diferencias bioquímicas con las bacterias que con las eucariotas, por la cual se aceptó la nueva división de los organismos vivos, en tres dominios: Bacteria, Archaea y Eukarya (Vázquez, 2016, p. 142-145).

Por un lado, el dominio Archaea está conformado por células procariotas, que generalmente viven en condiciones ambientales extremas y que su metabolismo no es habitual (p. 151). Estos microorganismos a su vez se dividen en tres grupos, las metanógenas que son organismo anaeróbicas que viven en aguas pantanosas y producen metano al usar como sustrato el carbono e hidrógeno, pero también pueden formar parte del aparato digestivos del ser humano y animales, siendo estas, las encargadas de la fermentación de las materias orgánicas en condiciones anaeróbicas (p. 151). Las halófilas viven en lugares con concentraciones elevadas de sal, teniendo pigmentos púrpuras que son los mediadores para la realización de la fotosíntesis (p. 151). Por último, las termoacidófilas crecen en aguas termales y sulfurosas con un pH bajo, pero también existen en la profundidad del mar; este grupo usa como sustrato el sulfato y hierro (Vázquez, 2016, p. 151).

En cuanto al dominio Eubacteria (bacterias verdaderas), están incluidos los organismos unicelulares procariotas, caracterizadas por no tener un núcleo definido, por lo cual el ADN se encuentra en el citoplasma junto con las organelas (p. 151). Asu vez, tienen formas variadas y pueden ser agrupadas en cocos, bacilos y espirilos; en cuanto a su nutrición se dividen en heterótrofas que requieren moléculas orgánicas de otros organismos como fuentes de energía, los autótrofos fotosintéticos que gracias a la clorofila puede generar sus propias moléculas orgánicas teniendo como sustrato la luz, y las autótrofas quimiosintéticas que usan como sustrato energético sustancias inorgánicas (nitrógeno y azufre) (p.152). Al mismo tiempo, este

dominio se divide en tres grupos: Bacterias gramnegativas, bacterias grampositiva y bacterias sin pared celular (Vázquez, 2016, p. 151-152).

Por lo que se refiere a las bacterias gramnegativas, tienen dos capas de pared celular, una delgada de peptidoglucano y una membrana externa con lipoproteína y lipopolisacárido que no absorben el pigmento violeta de cresilo (p.153). Este grupo es muy diverso y difieren en estructura, forma y metabolismo, por ejemplo: las bacterias aeróbicas del género *Rhizobium* que son capaces de fijar nitrógeno que luego puede ser usado por las plantas para formar aminoácidos, las enterobacterias son anaerobias facultativas y causantes de muchas enfermedades de transmisión alimentaria por contaminación fecal, las cianobacterias que por lo general son autótrofas fotosintéticas; es decir, capaces de formar su propia materia orgánica y desechar oxígeno como parte de su metabolismo (Vázquez, 2016, p. 153).

En relación con, las bacterias grampositivas también son diversas y con diferentes características, en este grupo se encuentran los *Streptococo* que son bacterias aeróbicas fermentativas, los *Estafilococos* son bacterias aerobias oportunistas causantes de infecciones en la piel y gastroenteritis por intoxicación alimentaria, los *clostridios* son bacilos anaerobios causantes de intoxicación alimentaria por algunas especies, entre otros (Vázquez, 2016, p. 154).

Con respecto a las bacterias sin pared celular, Vázquez (2016) describe lo siguiente:

Son diminutas bacterias sin pared celular, constituyen el grupo de los *Mollicutes*, conocidos como *micoplasma*. Son más pequeños que algunos virus. Algunos son aerobios, otros anaerobios, los de vida libre viven en el suelo o aguas, otros parasitan en plantas o animales. (p.154)

Acerca del dominio *Eukarya*, estos son organismo unicelulares y pluricelulares que se caracterizan por tener un núcleo delimitado por una envoltura que lo separa del citoplasma y las demás organelas, con respecto a su nutrición son autótrofas y otros heterótrofas. Es un grupo muy diverso y se clasifican en el Reino Protista al cual pertenecen los protozoarios, las algas y

protistas micoides, que se nutren por metabolismo fotosintético y otros por absorción de nutrientes; al Reino Fungi pertenecen organismos unicelulares y multicelulares que obtienen sus nutrientes de forma heterótrofa, siendo parte de este reino las levaduras, mohos y hongos o setas; el Reino Plantae está constituido por organismo multicelulares autótrofos capaces realizar fotosíntesis para la producción de compuestos orgánicos, son parte de este reino los pastos, las hierbas y árboles; y el Reino Animalia en la cual se encuentran organismos multicelulares heterótrofos, es decir, los animales (Vázquez, 2016, p. 157-177).

Por otro lado, las cianobacterias eran erróneamente conocidas como algas verdes hasta que se descubrió que son eubacterias autótrofas fotosintéticas unicelulares o pluricelulares que pueden vivir aisladas o formar colonias de largas cadenas filamentosas (p.153). Contienen gran variedad de pigmentos como clorofila a que contribuye en la acción fotosintética, la ficocianina que es un pigmento de color azul que junto con la clorofila tiñe a estas células de del color verdeazul característico, la ficoeritrina que es un pigmento rojo y también están presentes carotenoides; estos pigmentos no se encuentran en los cloroplastos como en las plantas, sino sobre membranas internas de la célula que son denominadas láminas fotosintéticas (p.153). En cuanto a su reproducción, es de tipo asexual por fisión o bipartición es decir que una célula madre genera solo dos células hijas con las mismas características (Vázquez, 2016, p. 153).

Con relación a su crecimiento y desarrollo es mediado por la humedad, es decir, que su hábitat ideal son los mares, ríos, lagos, arroyos, charcas, suelo húmedo, albercas y lugares térmicos desde aguas heladas hasta fuentes termales. Existen muchas especies, pero las más conocidas son la *Oscillatoria*, el *Nostoc* y la *Spirulina* (Vázquez, 2016, p. 153).

Características Generales del Cushuro

El *Nostoc* es una cianobacteria que forma colonias de color verdeazul, verde oliva o

marrón, eso depende de la combinación de los pigmentos antes mencionados, presentes en las diversas especies (Ponce, 2014, p. 116). Según Ponce (2014) dice que, “Tienen aspecto de uvas, traslúcidas, gelatinosas y esféricas, con un diámetro que varía de 10 a 25 mm” (p.116). Poseen la particularidad de poder fijar nitrógeno del aire y otros elementos, con la finalidad de producir aminoácidos que potencian su valor nutricional, llegando a soportar climas extremos, siendo necesario para su desarrollo óptimo, alturas sobre entre 3000 msnm hasta 5000 msnm (p. 116). En Sudamérica tiene muchos nombres comunes, dentro de los cuales están cushuro, murmunta, llayta; siendo algunas especies usadas en diferentes preparaciones y adaptaciones culinarias, especialmente en las zonas andinas que tradicionalmente lo usaron como fuente de alimentación (Ponce, 2014, p. 116).

Con respecto a su taxonomía, Ponce (2014) en la información brindada en su artículo afirma lo siguiente:

Taxonomía para especies andinas:

Reino: Bacteria, Planctae (clasificados en dos reinos distintos como Bacterias y Cushurus, NCBI 2014)

Filum: Cyanobacteria

Orden: Nostocales

Familia: Nostocaceae

Género: Nostoc

Lista de Especies: N. calcicola, N. commune, N. Cycadae, N. desertorum, N. edaphicum, N. elliposporum, N. entophytum, N. flagelliforme, N. indistinguenda, N. lichenoides, N. linckia, N. muscorum, N. paludosum, N. piscinale, N. punctiforme, N. sphaericum, N. trichormus. (p. 11).

Una de las características más relevantes del *Nostoc sphaericum* o cushuro es que aporta una gran cantidad de proteína, el cual es uno de los principales componentes de la estructura del tejido muscular en el cuerpo (López Fandiño, 2014, p.7). La proteína es considerada como un macronutriente esencial, pues influye en el crecimiento y el mantenimiento de las estructuras corporales (Guerra et al., 2013, p. 279). Se debe agregar que, otro concepto importante es la calidad de la proteína mediada principalmente por el perfil y la proporción de los aminoácidos que lo componen, pudiendo ser disminuida por factores como la solubilidad, el grado de glicosilación y la digestibilidad (Guerra et al., 2013, p. 279).

Las Proteínas

Las proteínas son un grupo de moléculas consideradas como macronutrientes que difieren entre ellas en según su estructura, tamaño y función. Son constituyentes estructurales y funcionales de las células, por el cual son consideradas un nutriente esencial e indispensable para el mantenimiento de la masa muscular de cada individuo, pues su requerimiento se calcula en función a las características individuales de cada persona (Behrmann et al., 2021, p. 1076).

Las proteínas que necesitamos para cubrir nuestros requerimientos las obtenemos de alimentos de origen animal y vegetal, siendo diferente entre ambas la calidad proteica, pues las proteínas de origen animal tienen como constituyente un elevado contenido de aminoácidos esenciales, lo cual le confiere la denominación de alto valor biológico; por el contrario, las proteínas de origen vegetal en su mayoría carecen de algunos aminoácidos esenciales, limitando su calidad nutricional (Guillamón et al., 2021, p. 1210).

Funciones de las Proteínas. Por otro lado, todas las proteínas se diferencian entre sí por la secuencia ordenada de aminoácidos, por lo que su composición y funcionalidad son específicas en cada una (p.8). Por esta razón, algunos actúan como enzimas facilitando y/o

acelerando las reacciones dentro de las células; otras cumplen funciones de reserva como la ovoalbúmina en la clara del huevo, de transporte como la hemoglobina, de protección o defensa en el caso de los anticuerpos, hormonal como la insulina, estructural como el colágeno y otras como la actina y la miosina se encargan de la contracción muscular (López Fandiño, 2014, p.9).

Digestión y Absorción de las Proteínas. En cuanto a la digestión, esta empieza en el estómago con la acción de la pepsina degradando las proteínas de manera inespecífica (p. 15). Esta acción enzimática es medida por el pH ácido del medio estomacal, la cual genera como subproductos péptidos y en menor cantidad aminoácidos libres (p.15). La digestión continua en el duodeno cuando el bolo alimenticio pasa del estómago al intestino delgado, en el cual interviene el jugo pancreático secretado por el páncreas (p. 16). El jugo pancreático participa en la digestión de las macromoléculas y en el caso de las proteínas continúan la degradación por contener enzimas proteolíticas como la tripsina, quimiotripsina y carboxipeptidasas que actúan en el medio neutro o alcalino del área duodenal (p. 16). Estas enzimas continúan con la degradación que inicio la pepsina para obtener péptidos cortos y aminoácidos libres que serán absorbidos por las células epiteliales que revisten las paredes del intestino y luego pasar por la sangre para dirigirse al hígado para su posterior transformación (López Fandiño, 2014, p.16).

Calidad Proteica. En lo que se refiere a los aminoácidos, estos son los componentes de las proteínas y de su secuencia depende su funcionalidad (Morales et al., 2017, p. 383). Existen un total de 20 aminoácidos, los cuales se clasifican en función a la capacidad de síntesis del cuerpo, 9 de ellos son considerados aminoácidos esenciales (histidina, isoleucina, leucina, lisina, metionina, fenilalanina, treonina, triptófano y valina) y el resto de los aminoácidos no esenciales, recibiendo esta denominación porque el cuerpo es capaz de sintetizarlos y no es indispensable su ingesta para cubrir sus requerimientos (López Fandiño, 2014, p.16; Morales

et al., 2017, p. 385-386). En consecuencia, se describe al perfil de aminoácidos como un parámetro para determinar la calidad proteica que tiene en cuenta la cantidad de aminoácidos esenciales por gramo de proteína presente en un alimento en base al requerimiento de cada aminoácido para garantizar el crecimiento en el caso de los niños y adolescentes y el mantenimiento de los tejidos en los adultos en función a lo recomendado por la FAO/OMS en el anexo 2 (Organización de la Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO], 2019, p. 23-29).

Biodisponibilidad Proteica. Otro concepto importante de mencionar cuando se habla de proteínas es la biodisponibilidad que se define como la proporción de la cantidad total de los aminoácidos de la dieta que son absorbidos para ser utilizados en la síntesis de proteínas corporales y para otras rutas metabólicas según la demanda (FAO, 2017, p. 38). Asimismo, este parámetro de calidad proteica engloba tres aspectos que determinan la cantidad de aminoácidos aprovechados a partir del alimento: primero, la digestibilidad de la proteína, que describe la absorción neta del aminoácido; segundo, la ausencia de interferencia de otras sustancias químicas limitantes de su utilización; y, por último, su integridad química, que hace referencia a la proporción del aminoácido que una vez absorbido puede ser utilizado por el organismo (FAO, 2017, p. 33; López Fandiño, 2014, p.16).

Estos tres aspectos pueden interferir en la absorción de los aminoácidos mediados por diversos factores que pueden ser endógenos o exógenos. Por ejemplo, el grado de degradación de las proteínas es dependiente del pH gástrico y duodenal para garantizar una óptima digestión; sin embargo, este se puede ser afectado por alguna condición o patología disminuyendo de esta forma la capacidad de digestión de las proteínas (p. 21). Por ejemplo, la biodisponibilidad puede ser alterado en algunas patologías como es el caso de la enfermedad de Crohn que consiste en un proceso inflamatorio intestinal crónico, lo cual disminuye la

absorción de los nutrientes en general (p. 21-22). Por otro lado, la estructura de la proteína frente a tratamientos térmicos también puede ser afectada disminuyendo de esta forma su digestibilidad en el tracto gastrointestinal. Por ejemplo, la β – lactoglobulina es un constituyente de la proteína del suero de la leche, esta tiene la peculiaridad de ser resistente al ataque enzimático de la pepsina; sin embargo, al calentarse se desnaturaliza y de esta forma la labor de esta enzima tiene acción rápida (p.22). Otras proteínas estimuladas por el calor también son comprometidas en su solubilidad generando mayor dificultad para la digestión causado por la interacción con otros componentes, sobre todo los glúcidos que generan modificación en su estructura; este proceso se conoce como reacción de Maillard que altera la estructura proteica fundamentalmente a nivel de lisina, que además esta reducción reduce el valor nutritivo. Además, este calentamiento de los alimentos puede favorecer al entrecruzamiento de aminoácidos generando pérdidas de lisina, cisteína y treonina, mermando aún más el valor nutricional. Un ejemplo notorio de esta reacción es el maní tostado que disminuye su solubilidad y digestibilidad en comparación con esta oleaginosa en estado crudo (p.22). Asimismo, en los alimentos en general con proteínas animales y proteínas vegetales concentradas o refinadas, a las cuales se le eliminaron los constituyentes de la pared celular, tienen gran digestibilidad; por el contrario, las proteínas vegetales poco refinada con elevada proporción de los constituyentes de la pared celular (celulosa, hemicelulosa, lignina, entre otros), más conocida como fibra, tienen menos digestibilidad y sumado a antinutrientes como inhibidores de tripsina, taninos, ácido fítico, entre otros; esta disminuye hasta un 80-50% (López Fandiño, 2014, p.23-25).

Definición de Términos

Procariota:

Son células que carece de una membrana nuclear y mitocondrias, por lo tanto, el

contenido genético se encuentra disperso en el citoplasma llamado también falso núcleo o nucleoide (Generación Elsevier, 2017).

Eucariota:

Célula caracterizada por tener un núcleo definido con ADN en su interior y un citoplasma con citoesqueleto y organelas con funciones diferenciadas que en conjunto garantizan las condiciones necesarias para su supervivencia (Generación Elsevier, 2017).

Cianobacteria:

Son organismos procariotas unicelulares o pluricelulares gram-negativas pertenecientes al dominio Eubacteria que presentan la peculiaridad de ser autótrofas al ser capaces de realizar fotosíntesis (Salomón et al., 2020, p.376).

Proteína:

Son moléculas orgánicas que desempeñan múltiples funciones biológicas, teniendo como monómero a los aminoácidos los cuales se combinan para formar proteínas con características y funcionalidades diferenciadas (McMurry, 2010, como se citó en Muroya, 2021, p.20).

Aminoácidos:

Son elementos constituyentes de las proteínas conformados por un grupo carboxilo -COOH, un grupo amino -NH₂ y una cadena lateral o grupo R que confiere la identidad de cada aminoácido, existiendo un total de 20 (McMurry, 2010, como se citó en Muroya, 2021, p.20).

Aminoácidos esenciales:

Son nueve aminoácidos (histidina, isoleucina, leucina, lisina, metionina, fenilalanina, treonina, triptófano y valina) cuya estructura química no puede ser sintetizada por los seres humanos, por lo tanto, deben ser provenir de la ingesta diaria de alimentos (Gil, 2010, como se citó en Morales et al., 2017, p.383).

Perfil aminoacídico:

Es un parámetro que evalúa la distribución equilibrada de aminoácidos en una proteína, que guarda relación con la presencia de todos los aminoácidos esenciales y la proporción de los mismo contrastada con un patrón de referencia internacional (Páez, 2008, p.297).

Digestibilidad:

Análisis que evalúa la presencia de nitrógeno en las heces para determinar el valor de digestibilidad de la muestra, la cual será igual a 100 cuando el nitrógeno ingerido es totalmente absorbido (Suárez, 2006, p. 48).

Calidad proteica:

Es una evaluación en una proteína alimentaria que guarda relación con dos factores: aminoácidos esenciales y digestibilidad, los cuales influyen en la capacidad de la proteína en satisfacer los requerimientos proteicos y nitrógeno amínico de los aminoácidos, es decir satisfacer las necesidades metabólicas de aminoácidos y nitrógeno (Suárez, 2006, p. 48).

Biodisponibilidad proteica:

Velocidad y cantidad con la que un nutriente, o parte de este, es absorbido y se hace disponible en su lugar de acción (Suárez, 2006, p. 48).

Nutrientes:

Son sustancias químicas presentes en los alimentos que mediante procesos de digestión, absorción y metabolismo el cuerpo las descompone, transforma y utiliza con la finalidad de obtener moléculas energéticas y materia para ser utilizadas por las células (Martínez y Pedrón, 2016, p.7).

Macronutriente:

Son nutrientes que el cuerpo necesita en mayor cantidad por las diferentes funciones en el cuerpo y moléculas intermediaras formadas a partir de estas: proteínas, hidratos de carbono y grasas (Martínez y Pedrón, 2016, p.7).

Antinutriente:

Son compuestos naturales o sintéticos que inhiben de diversas formas los mecanismos metabólicos del cuerpo, especialmente la digestión disminuyendo la capacidad de utilización de los nutrientes alimentarios; por lo cual, disminuye su valor nutricional (Saldaña, 2018, p.6)

Ingesta:

Ingreso de alimentos o líquidos por la boca para luego continuar con el recorrido del tracto gastrointestinal (Clínica Universidad de Navarra, s.f.).

Nutrición:

Es un proceso involuntario realizado por nuestro cuerpo que involucra un conjunto de procesos: ingerir, digerir, transportar, metabolizar, y excretar las sustancias presentes en los alimentos (Ascencio, 2018, p.2).

Homeostasis:

Llamado también homeostático y homeostasia es un conjunto de procesos de autorregulación que tiene la finalidad de mantener una constancia en la composición y propiedades internas para un correcto funcionamiento (Real Academia Española [RAE], s.f.-a; Instituto Nacional del Cáncer [NCI], s.f.).

Desnutrición crónica:

Condición caracterizada por el retraso de crecimiento inducido por la carencia prolongada de la ingesta de nutrientes necesarios para un desarrollo óptimo, por lo que incrementa el riesgo de enfermedades y afecciones en el desarrollo físico e intelectual del niño (UNICEF, 2011, p.9).

Indicador antropométrico:

Son valores de dispersión relacionados con las dimensiones y la composición corporal que ofrecen información útil para realizar un diagnóstico (Corvos et al., 2014, p. 45).

Patrón o estándar:

Útil como tipo, modelo, norma o referencia para la reproducción o similitudes de las

cosas (RAE, s.f.-b).

Metodología

Determinación de Humedad

Pesar con precisión 3-4 g de la muestra de cushuro en polvo (por duplicado) en la placa de Petri (la muestra debe distribuirse uniformemente en la placa de Petri y pesar lo más rápido posible para minimizar la pérdida de humedad). Seque la muestra de cushuro en polvo durante 12-18 horas a 100 -102°C, o durante 4 horas a 125°C (se debe tener cuidado de que el horno de secado no esté sobrecargado o las muestras no se secarán lo suficiente y se obtendrán resultados más bajos). Después de completar el secado, retire las muestras de cushuro en polvo del horno y colóquelas en el desecador. Enfriar a temperatura ambiente (durante unos 30 minutos) y pesar con precisión (Zumbado, 2022, p.369-370).

Cálculo:

$$\% \text{ humedad} = \frac{(B - C) \times 100}{A}$$

Donde:

A = peso de la muestra de cushuro en polvo en g

B = peso de la placa de Petri + muestra de cushuro en polvo antes del secado

C = Peso de la placa de Petri + muestra de cushuro en polvo después del secado

(B-C) = Pérdida de peso de la muestra de cushuro en polvo después del secado

Determinación de Grasas

Pesar con precisión 3-4 g de muestra de cushuro en polvo en un dedal de extracción con un círculo de papel filtro. Transfiera el dedal y el contenido al equipo de extracción. Enjuague el vaso de precipitados varias veces con éter etílico, agregando el enjuague al equipo.

Extraiga la muestra de cushuro en polvo contenida en el dedal con éter etílico en un equipo de extracción Soxhlet durante 6-8 horas a una tasa de condensación de al menos 3-6 gotas por segundo. Al finalizar la extracción, transfiera el extracto lejano del matraz de extracción a un plato de evaporación previamente pesado con varios enjuagues con éter etílico. Coloque el plato de evaporación en una campana de extracción de gases y, con el ventilador encendido, evapore el éter etílico hasta que no se detecte ningún olor (Zumbado, 2022, p.263-264).

Secar el plato y el contenido en un horno de convección mecánica durante 30 minutos a 100 °C. Retire del horno, enfríe en un desecador y pese el plato más el contenido (Zumbado, 2022, p.263-264).

Cálculo:

$$\% \text{ de grasa bruta} = \frac{(W1 - W2) \times 100}{S}$$

Donde:

W1 = peso del plato de evaporación vacío

W2 = peso del plato de evaporación + contenido después del secado

S = Peso de la muestra de cushuro en polvo en g

Determinación de Cenizas

Pesar 5 g de la muestra de cushuro en polvo en un crisol de porcelana pesado. Secar a 100°C durante 3-4 horas en un horno de convección mecánica. Retire el crisol de porcelana del horno y haga una carbonización inicial colocando el crisol sobre una mechero Bunsen y calentar suavemente hasta que el contenido se vuelva negro (Zumbado, 2022, p.258-259).

Transfiera el crisol con y el contenido a una mufla e incinere a una temperatura de 500 a 600°C hasta que esté libre de carbón (el residuo se tornará de color entre grisáceo o blanco) (alrededor de 8 horas). Sacar de la mufla y humedecer esta primera ceniza con unas gotas de

agua (esto es para exponer trozos de carbón sin astillas) (Zumbado, 2022, p.258-259).

Vuelva a secar en el horno a 100°C durante 3-4 horas y vuelva a incinerar a 500-600°C durante otra hora. Retire de la mufla, deje enfriar un momento y colocarlo en un desecador hasta que se enfríe para finalmente pesar (Zumbado, 2022, p.258-259).

Cálculo:

$$\% \text{ cenizas} = \frac{(B - C) \times 100}{A}$$

Donde:

A = peso de la muestra de cushuro en polvo en g

B = peso en g del crisol y muestra de cushuro en polvo después de la incineración

C = Peso en g del crisol

Determinación de Proteínas

Método de Kjeldahl:

El nitrógeno es un elemento químico presente en las proteínas, y aunque no todo el nitrógeno proviene necesariamente de las proteínas, los métodos de terminación de proteína total lo usan como medio de cuantificación (Zumbado, 2022, p.315).

El método de Kjeldahl, se basa la conversión del nitrógeno orgánico en nitrógeno amoniacal, para lo cual la muestra se digiere en ácido sulfúrico en presencia de un catalizador para posterior destilación y alcalinización con hidróxido de sodio (Morillo, 2016, p.16).

Procedimiento:

Colocar alrededor de 1 g de muestra de cushuro en polvo, pesado con precisión, en el matraz de digestión Kjeldahl. Añadir 25 ml de ácido sulfúrico y 10 g de catalizador y digerir en una campana de extracción de gases lentamente al principio para evitar la formación de

espuma indebida y continuar la digestión durante al menos 45 minutos después que la digestión se haya tornado de un verde pálido claro. Solo 30-40 minutos pueden usarse para la digestión total en el control de rutina donde la velocidad es más importante que la precisión. Dejar hasta que esté completamente frío, y añadir rápidamente 100-200 ml de agua. Mezclar y transferir al matraz de destilación, enjuagar el matraz de digestión 2 o 3 veces y añadir los enjuagues al volumen (Zumbado, 2022, p.316-317).

Añadir 80-85 ml de solución saturada de hidróxido de sodio de un cilindro de medición para que no se pierda amoníaco. Si después de agitar, el digestivo no se ve azul debido al hidróxido de cobre, indica que se ha agregado un álcali insuficiente. Destilar en 25 ml de ácido clorhídrico 0.1 N que contenga unas gotas de indicador rojo de metileno. Alternativamente, destilar en 50 ml de ácido bórico al 2% con indicador de rojo de metileno. El ácido bórico es neutro a este indicador y el borato de amonio alcalino forzado se titula directamente con un HCL de 0.01N, que es entonces la única solución estándar requerida. La fuerza exacta del ácido bórico no es importante. Si no se ha añadido suficiente ácido estándar, está permitido pipetear una nueva cuantificación en el matraz, siempre que esto se haga tan pronto como la solución muestre signos de ser alcalina. El ácido puede tener tendencia a succionarse de vuelta al contenedor al principio y final de la destilación. Esto se evita fácilmente con un condensador Allihn y ajustando el tubo en el extremo del condensador de modo que esté apenas por debajo del nivel del ácido, y la succión se rompa por el líquido por el líquido que sube por el condensador. Destilar hasta que el contenido del matraz “salte”. Valorar el exceso de ácido con 0.1 N NaOH (Zumbado, 2022, p.316-317).

Cálculo:

$$\% \text{ de nitrógeno en muestra} = 14 \times \frac{V}{1000} \times 0.1 \times \frac{W}{100}$$

Donde:

$V = \text{ml de ácido } 0.1 \text{ N añadido} - \text{ml de NaOH } 0.1 \text{ N utilizado para neutralizar el nitrógeno amoniacal.}$

$W = \text{g de la muestra de cushuro en polvo}$

Determinación del Perfil de Aminoácidos por HPLC UV-VIS

Fundamento:

El HPLC (Cromatografía de Líquidos de Alta Resolución) es un método de separación de los componentes presentes en una muestra, los cuales por su diversidad estructural y propiedades físico-químicas son divididas en dos fases: estacionaria y móvil. En la fase estacionaria el estado de la materia puede ser sólido, un líquido sobre un soporte sólido, o también puede utilizarse un gel. Asimismo, esta fase puede estar contenida en una columna, la cual se encuentra extendida en forma de capa o dispuesta en forma de película. Por otro lado, en la fase móvil, el estado de la materia de la muestra puede ser gaseoso o líquido (Legaz et al., 2011, p.3).

Con respecto a su clasificación, este método puede ser catalogado tomando en cuenta diversas perspectivas; según la naturaleza de la fase se dividen en fase móvil (gas o líquido) y fase estacionaria (líquido o sólido), según el soporte utilizado en el análisis (columna, papel o placa), según el mecanismo de separación (absorción, reparto, intercambio iónico o permeación en gel) y también según el tipo de soluto (iones, proteínas, polímeros, entre otros) (Legaz et al., 2011, p.3).

Agregando a lo anterior, al tomar en consideración el reparto como mecanismo de separación aplicado en la muestra, en la cromatografía líquida cuando la fase estacionaria tiene menor polaridad en comparación con la fase móvil, este recibe la denominación de fase inversa, la cual repercute en que los analitos polares tienen menor afinidad por la fase estacionaria que los apolares; es decir, que es apolar y la fase móvil, moderadamente acuosa y polar (Legaz et

al., 2011, p.3; Sacristán et al., 2011, p.49).

Por ello, es importante tener en consideración tener en consideración la polaridad de los componentes de la muestra por la cual Sacristán et al (2011) describe que “la polaridad en orden creciente para varios grupos funcionales del analito es: hidrocarburos < éteres < ésteres < cetonas < aldehídos < amidas < aminas < alcoholes” (p.49).

Procedimiento:

El tipo de fase aplicado en el desarrollo del ensayo fue inverso y es mediante la derivación pre-columna de aminoácidos con o-ftalaldehído (OPA). Los aminoácidos reaccionan con el reactivo OPA en presencia de un reductor fuerte (2-mercaptoetanol) y condiciones alcalinas para originar derivador isoindólicos fluorescentes, constituye un método de detección sensible y selectiva para todos los aminoácidos con grupos amino primario presentes en diferentes muestras (Abdo-de la Parra et al, 2017, p. 327).

Resultados y Discusiones

Análisis Proximal del Cushuro

Los resultados referentes al análisis proximal realizados en la muestra de cushuro (*Nostoc sphaericum*) en polvo se evidencian en la tabla 1.

Tabla 1

Análisis proximal en cushuro (Nostoc sphaericum) en polvo

Parámetros	Unidad	Resultado
Proteínas totales	%	30.48
Carbohidratos totales	%	60.08
Cenizas	%	6.98
Grasa	%	0.84
Humedad	%	1.62
Energía total	kcal/100g	369.8

Luego del análisis proximal de la muestra se obtuvieron los resultados descritos en la tabla 1, los cuales al ordenarlos en forma decreciente se adquiere la siguiente organización: humedad, carbohidratos, proteínas y cenizas. Con respecto a la humedad, el valor encontrado es de 98.38% en base fresca del producto, el cual guarda similitud con lo obtenido por Chili y Terrazas (2010) que es de 98.61%. Por otro lado, los resultados del análisis de los carbohidratos totales muestran un valor de 60,08% de la muestra en polvo analizada, mientras que los mismo autores Chili y Terrazas (2010) consiguieron un valor similar, siendo este 55,15%; sin embargo, Galetovic et al. (2017) halló un valor de 60,80% de este parámetro analizado, resultando con similitud en comparación su resultado obtenido en esta investigación. En cuanto a las proteínas el valor obtenido es de 30,48% siendo este similar al valor porcentual que obtuvo Chávez (2014) en su investigación, el cual es de 32,36%; no obstante, otros autores encontraron

similitud con la presente investigación, obteniéndose resultado de 30,54% por Chili y Terrazas (2010) y 30,40% por Galetovic et al. (2017). Finalmente, las cenizas de la muestra representan un 6,98% de la composición de la muestra, el cual guarda relación con los valores obtenidos en las investigaciones de Chili y Terrazas (2010) con 6,81% y Galetovic et al. (2017) con 6,40%.

Perfil Aminoacídico del Cushuro

Los resultados de la evaluación del perfil de aminoácidos de la muestra de cushuro (*Nostoc sphaericum*) obtenidos mediante HPCL son descritos en la tabla 2.

Tabla 2

Contenido de aminoácidos del cushuro (Nostoc sphaericum) en polvo

Aminoácido	Valor (mg/g)
Esenciales:	
Histidina	1.3
Isoleucina	18.7
Leucina	28.2
Lisina	26.9
Metionina	23.3
Fenilalanina	6.2
Treonina	0.3
Triptófano	0.3
Valina	34.8
Cisteína*	10.8
Tirosina*	5.6

Arginina*	47.6
No esenciales:	
Alanina	7.9
Aspártico	44.3
Glicina	13.8
Ácido glutámico	10.5
Serina	40.4
Glutamina	12.8
Prolina	5.2
Asparagina	ND**

*aminoácidos esenciales condicionales

**ND: no determinado

Luego de efectuado el ensayo para obtener el valor aminoacídico de la muestra analizada, los resultados son descritos en la tabla 2. Estos están ordenados según la necesidad de su ingestión a través de la dieta; es decir, aminoácidos esenciales (el cuerpo humano no los sintetiza y es necesaria su ingesta diaria) y aminoácidos no esenciales (el cuerpo humano tiene capacidad de síntesis). En tal sentido, con el propósito de comparar los resultados obtenidos, Galetovic et al. (2017) quien evaluó el perfil de aminoácidos presentes en la misma especie de cushuro, *Nostoc sphaericum*; al comparar nuestro estudio tal como se aprecia en la tabla 3, los resultados obtenidos son similares. Por lo que se refiere a aminoácidos esenciales, solo el valor de la histidina muestra similitud con el valor obtenido que es de 1,3 mg/g de proteína; mientras que, los aminoácidos con valores más altos que la referencia son leucina, lisina, fenilalanina, treonina, triptófano, cisteína y arginina; por el contrario, los aminoácidos con menores valores

que la referencia son isoleucina, metionina, valina y tirosina, los cuales presentan 2,6%, 13,1%, 0,9% y 9,7% puntos porcentuales menos que la referencia. En cuanto a los aminoácidos no esenciales, no existe similitud entre los valores contrastados; asimismo, los aminoácidos en los cuales se encontró mayor concentración que en la referencia expresado en mg/g de proteína son glutamina y prolina con 12,8 y 5,2 respectivamente frente a ningún valor registrado en la investigación de Galetovic et al. (2017) para estos aminoácidos; en cambio, la alanina, aspártico, glicina, ácido glutámico y serina evidencian valores inferiores al ser comparado con la referencia ; es decir, la referencia presenta valores superiores en 4,8%, 4,1%, 4,8%, 48,3% y 1,8% respectivamente.

Tabla 3

Comparación del perfil de aminoácidos del Nostoc sphaericum "cushuro"

Aminoácido	Delgado O. (2022) (mg/g)	Galetovic et al. (2017) (mg/g)
Esenciales:		
Histidina	1,3	1,3
Isoleucina	18,7	19,2
Leucina	28,2	26,4
Lisina	26,9	26,5
Metionina	23,3	26,8
Fenilalanina	6,2	5,2
Treonina	0,3	0,07
Triptófano	0,3	ND**
Valina	34,8	35,1

Cisteína*	10,8	0,5
Tirosina*	5,6	6,2
Arginina*	47,6	45,6
No esenciales:		
Alanina	7,9	8,3
Aspártico	44,3	46,2
Glicina	13,8	14,5
Ácido glutámico	10,5	20,3
Serina	40,4	40,9
Glutamina	12,8	ND**
Prolina	5,2	ND**
Asparagina	ND**	ND**

*aminoácidos esenciales condicionales

**ND: no determinado

Perfil de Aminoácidos del Cushuro Comparado con el Patrón WHO/FAO/UNU 2017

Para Niños de 6 Meses Hasta 3 Años

Los resultados al comparar los aminoácidos esenciales frente al patrón de referencia de la WHO/FAO/UNU 2017 para niños de 6 meses hasta 3 años son expuestos en la tabla 4.

Tabla 4

Comparación de aminoácidos del cushuro frente al patrón para niños de 6 meses a 3 años

Aminoácidos	Cushuro en polvo (mg/g)	Patrón WHO/FAO/UNU 2017 (mg/g)	Score (%)
--------------------	------------------------------------	---	----------------------

Histidina	1.3	20	6.5
Isoleucina	18.7	32	58.4
Leucina	28.2	66	42.7
Lisina	26.9	57	47.2
Azufrados (Cys* y Met)	34.1	27	126.3
Aromáticos (Fen y Tir*)	11.8	52	22.7
Treonina	0.3	31	1.0
Triptófano	0.3	8.5	3.5
Valina	34.8	43	80.9

*aminoácidos esenciales condicionales

Al comparar el contenido aminoacídico esencial de cushuro en polvo frente al patrón de la WHO/FAO/UNU 2007, podemos evidenciar en la tabla 4 que existe diferencia significativa entre las dos columnas. Concretamente, el valor de aminoácidos encontrados en la muestra casi en su totalidad no llega a cubrir las recomendaciones impuestas por estas organizaciones para niños de 6 meses hasta 3 años de edad; es decir, los aminoácidos limitantes de esta fuente proteica son: histidina, isoleucina, leucina, lisina, aminoácidos aromáticos (fenilalanina y tirosina), treonina, triptófano y valina. Así pues, solo el conjunto de aminoácidos azufrados (cisteína y metionina) considerados en este patrón llegan a cubrir y sobrepasar las recomendaciones indicada en el documento técnico de estas organizaciones.

**Perfil de Aminoácidos del Cushuro Comparado con el Patrón WHO/FAO/UNU 2017
Para Niños, Adolescentes y Adultos**

Así mismo, los resultados comparativos de los aminoácidos esenciales encontrados la muestra de cushuro en polvo, frente al patrón de referencia de la WHO/FAO/UNU 2017 para niños, adolescente y adultos los cuales son indicados en la tabla 5; muestran un comportamiento similar al patrón de referencia de 6 meses hasta 3 años.

Tabla 5

Comparación de aminoácidos del cushuro frente al patrón para niños, adolescentes y adultos

Aminoácidos	Cushuro en polvo (mg/g)	Patrón WHO/FAO/UNU 2017 (mg/g)	Score (%)
Histidina	1.3	16	8.1
Isoleucina	18.7	30	62.3
Leucina	28.2	61	46.2
Lisina	26.9	48	56.0
Azufrados (Cys* y Met)	34.1	23	148.3
Aromáticos (Fen y Tir*)	11.8	41	28.8
Treonina	0.3	25	1.2
Triptófano	0.3	6.6	4.5
Valina	34.8	40	87.0

*aminoácidos esenciales condicionales

Al evaluar los patrones de requerimiento de aminoácidos de los dos grupos etarios, los

resultados con los resultados obtenidos en la presente investigación podemos apreciar que guardan semejanza con lo descrito, pues las recomendaciones en su mayoría no llegan a ser cubiertas con el aporte de aminoácidos del cushuro en polvo y son solamente los aminoácidos azufrados (cisteína y metionina) los que tienen la capacidad de alcanzar estas recomendaciones diarias del patrón de referencia.

Conclusiones

- Con respecto a la calidad proteica del cushuro en polvo, el cual guarda relación con la presencia de aminoácidos esenciales y en cantidades apropiadas según el patrón WHO/FAO/UNU 2017, se concluye que, el cushuro en polvo tiene 30.48% de proteínas totales y cubre parcialmente las recomendaciones del contenido de aminoácidos esenciales en una dieta diaria para niños, adolescentes y adultos; sobresaliendo el aporte de aminoácidos azufrado (Cisteína y metionina) que incluso es superior a la indicado por esta organización.
- Con respecto a la humedad en base fresca y base seca se obtuvo 98.38% y 1.62% respetivamente.
- Se recomienda la complementariedad proteica para su uso en las diferentes etapas etarias porque al comparar la cianobacteria gelatinosa en polvo *Nostoc sphaericum* (cushuro) con el patrón de puntuación (mg/g) de los requerimientos de aminoácidos de la WHO/FAO/UNU 2017, estos guardan parcialmente similitud, lo cual significa que la proteína de este alimento presenta aminoácidos limitantes.
- Al analizar el contenido proteico y perfil aminoacídico de la cianobacteria gelatinosa en polvo *Nostoc sphaericum* (cushuro) se puede concluir que, este alimento tiene un alto aporte de proteínas totales y cubre parcialmente las recomendaciones de aminoácidos esenciales del patrón antes mencionado; por lo que, puede ser utilizada en estrategias nutricionales para el abordaje de algunas patologías.

Recomendaciones

- Se recomienda complementar la investigación con el análisis de biodisponibilidad de la muestra; es decir, evaluar la digestibilidad en un ensayo biológico, ya que con el score y la digestibilidad se puede calcular la Puntuación de Aminoácidos Corregida por la Digestibilidad de las Proteínas (PDCAASS).
- Realizar análisis microbiológicos y determinación de metales pesados con la finalidad de identificar presencia de contaminantes biológicos y químicos.
- Evaluar la complementariedad proteica con leguminosas para mejorar la calidad proteica.
- Analizar la cantidad de nitrógeno del cushuro para su utilización en tratamientos dietoterapéuticos.
- Analizar muestras obtenidas de diferentes pisos altitudinales para evaluar la variabilidad de los nutrientes con relación a las condiciones medioambientales.

Referencias Bibliográficas

- Abdo, M., Rodríguez, G., Rodríguez, L., Domínguez, P., Román, J., Velasco, G. y Ibarra, L. (2017). Composición proximal y perfil de aminoácidos de estadios tempranos del parco flamenco *Lutjanus guttatus*. *Revista de Biología Marina y Oceanografía*, 52(2), 325-332. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-19572017000200011>
- Ascencio, C. (2018). *Fisiología de la nutrición*. (2ª ed.). El Manual Moderno. <https://elibro.net/es/ereader/ulcb/39767>
- Behrmann, A., López, J. y Álvarez, M. (2021). Etiquetado nutricional y perfil de aminoácidos en lácteos chilenos altos en proteína: Nueva alternativa para la salud y el deporte. *Nutrición Hospitalaria*, 38(5), 1075-1081. <https://doi.org/10.20960/nh.03632>
- Chávez, L. (2014). Composición química y actividad antioxidante in vitro del extracto acuoso de *Nostoc sphaericum* (Cushuro), laguna Cushurococha – Junín [Tesis de Licenciatura, Universidad Nacional Mayor de San Marcos]. <https://pdfs.semanticscholar.org/fc1e/e9119e4ec885f96ea9558a468bab6eed26b8.pdf>
- Chili, E. y Terrazas, I. (2010). *Evaluación de la Cinética de Secado y Valor Biológico de Cushuro (Nostoc sphaericum)* [Tesis para Título, Universidad Nacional del Altiplano]. http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/3364/Chili_Rodriguez_Edison_Terraza_Viza_Ismael.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Clínica Universidad de Navarra. (s.f.). *Diccionario Médico*. <https://www.cun.es/diccionario-medico/terminos/ingesta>
- Corvos, C., Corvos, A. y Zalazar, A. (2014). Índices antropométricos y salud en estudiantes de ingeniería de la Universidad de Carabobo. *Nutrición Clínica y Dietética Hospitalaria*, 34(2), 45-51. <https://doi.org/10.12873/342carabobocorvos>
- Dirección Ejecutiva de Vigilancia Alimentaria Nutricional. (2021). Informe técnico: Estado nutricional, consumo aparente de lactancia materna y consumo de alimentos en niños

menores de 3 años de la encuesta Vigilancia Alimentaria y Nutricional por etapas de vida – VIANEV 2016.

https://web.ins.gob.pe/sites/default/files/Archivos/cenan/van/vigilancia_poblacion/CO NSUMO%20DE%20ALIMENTOS%20EN%20NINOS%20PERUANOS%20DE%206%20A%2035%20MESES%202013-2014.pdf

Fernández, W. y Suyón, S. (2018). Efecto del secado convectivo en el valor nutricional, compuestos bioactivos y capacidad antioxidante in vitro del *Nostoc sphaericum* Vaucher ex Bornet & Flahault “cushuro” procedente de Recuay [Tesis de Licenciatura, Universidad Nacional Mayor de San Marcos].
http://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12672/9833/Fernandez_gw.pdf?sequence=4&isAllowed=y

Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia. (2011). *La Desnutrición Infantil causas, consecuencias y estrategias para la prevención y tratamiento*.
<https://www.unicef.es/sites/unicef.es/files/Dossierdesnutricion.pdf>

Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia. (2011). *La Desnutrición Crónica Infantil causas, consecuencias, y estrategias para su prevención y tratamiento*.
<http://disde.minedu.gob.pe/bitstream/handle/20.500.12799/3713/La%20desnutrici%C3%B3n%20infantil%20causas%20consecuencias%20y%20estrategias%20para%20su%20prevenci%C3%B3n%20y%20tratamiento.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Fondo de las Naciones Unidas para Alimentación y la Agricultura. (2017). Evaluación de la calidad de la proteína de la dieta en nutrición humana. <https://www.finut.org/wp-content/uploads/2017/11/Estudio-FAO-92-y-documentos-adicionales-al-23112017-1.pdf>

Galetovic, A., E. Araya, J. y Gómez, B. (2017). Composición bioquímica y toxicidad de colonias comestibles de la cianobacteria andina *Nostoc sp.* Llayta. *Revista Chilena de*

- Nutrición*, 44(4), 360-370. <https://doi.org/10.4067/s0717-75182017000400360>
- Generación Elsevier. (23 de octubre de 2017). *Células eucariotas y procariotas: ¿sabrías distinguirlas? Te damos las clases*. Elsevier. <https://www.elsevier.com/es-es/connect/medicina/celulas-eucariotas-y-procariotas-sabrias-distinguirlas-te-damos-las-claves>
- Guerra, M., Hernández, M., López, M. y Alfaro, M. (2013). Valores de referencia de proteínas para la población venezolana. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*, 63(4), 278-292. http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0004-06222013000400004&lng=es&nrm=iso&tlng=es
- Guillamón, C., Soriano, J., Diago, Á., Tenías, J. y Fernández, J. (2021). Ingesta proteica en mujeres posmenopáusicas residentes en la comunidad y su relación con la sarcopenia. *Nutrición Hospitalaria*, 38(6), 1209-1216. <https://doi.org/10.20960/nh.03690>
- Gutiérrez, G., Fabila, L. y Chamorro, G. (2015). Nutritional and Toxicological Aspects of *Spirulina* (*Arthrospira*). *Nutrición Hospitalaria*, 32(1), 34-40. <https://doi.org/10.3305/nh.2015.32.1.9001>
- Instituto Nacional de Estadística e Informática. (2019). *Desnutrición Crónica afectó al 12,2% de la población menor de cinco años de edad en el año 2018*. <http://m.inei.gov.pe/media/MenuRecursivo/noticias/nota-de-prensa-n017-2019-inei.pdf>
- Instituto Nacional de Estadística e Informática. (2021a). *El 12.1% de la población menor de cinco años de edad del país sufrió desnutrición crónica en el año 2020*. <https://www.inei.gov.pe/media/MenuRecursivo/noticias/nota-de-prensa-no-053-2021-inei.pdf>
- Instituto Nacional de Estadística e Informática. (2021b). *Perú Encuesta Demográfica y de Salud Familiar ENDES 2020*.

https://proyectos.inei.gob.pe/endes/2020/INFORME_PRINCIPAL_2020/INFORME_PRINCIPAL_ENDES_2020.pdf

Instituto Nacional del Cáncer. (s.f.). *Diccionario del NCI*.

<https://www.cancer.gov/espanol/publicaciones/diccionarios/diccionario-cancer/def/homeostasis>

Legaz, M., Sacristán, M., Díaz, E., Alarcón, B. y Vicente, C. (2011). Curso de cromatografía de líquidos de alta resolución: Prácticas de laboratorio y cuestiones teórico-prácticas Parte I Introducción y practica de laboratorio: cálculo de la eficiencia y representación gráfica de la ecuación de van Deemter. *Reduca (Biología) Serie Técnicas y Métodos*, 4(3), 1-32. <http://revistareduca.es/index.php/biologia/issue/view/68>

López Fandiño, R. (2014). *Las proteínas de los alimentos*. CSIC. <https://elibro.net/es/ereader/ulcb/41772?page=1>

López Sobaler, A, Aparicio Vizuet, A. y Ortega, R. (2017). Papel del huevo en la dieta de deportistas y personas físicamente activas. *Nutrición Hospitalaria*, 34, 31-35. <https://doi.org/10.20960/nh.1568>

Mahan, L., Escott, S. y Raymond, J. (2012). *Krause Dietoterapia*. Elsevier.

Martínez, A. y Pedrón, C. (2016). *Conceptos básicos en alimentación*. Teresa La Parra Albaladejo. <https://www.seghnp.org/sites/default/files/2017-06/conceptos-alimentacion.pdf>

Ministerio de Salud. (2017). *Tabla Peruana de Composición de Alimentos*. <https://repositorio.ins.gob.pe/xmlui/bitstream/handle/INS/1034/tablas-peruanasQR.pdf?sequence=3&isAllowed=y>

Mišurcová, L., Buňka, F., Vávra, J., Machů, L., Samek, D. y Kráčmar, S. (2014). Amino acid composition of algal products and its contribution to RDI. *Food Chemistry*, 151, 120-125. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2013.11.040>

- Morales, J., Pizarro, W., Macías, V. y Moreno, E. (2017). Los Aminoácidos en el cuerpo humano. *RECIMUNDO*, 1(5), 379-391. <https://doi.org/10.26820/recimundo/1.5.2017.379-391>
- Morales, J., Pizarro, W., Macías, V. y Moreno, E. (2017). Los Aminoácidos en el cuerpo humano. *RECIMUNDO*, 1(5), 379-391. <https://doi.org/10.26820/recimundo/1.5.2017.379-391>
- Morillo, J. (2016). Extracción y cuantificación de amigdalina por método Kjeldahl, en almendras de *Prunus persica* (durazno), comercializados en el mercado mayorista “La Hermelinda” de la ciudad de Trujillo, región La Libertad – periodo 2019 [Tesis de Licenciatura, Universidad Nacional de Trujillo]. <https://dspace.unitru.edu.pe/handle/UNITRU/3500>
- Muroya, L. (2021). *Identificación y clasificación automática de repeticiones en estructuras de proteínas repetidas* [Tesis de Magister, Pontificia Universidad Católica del Perú]. <http://hdl.handle.net/20.500.12404/21423>
- Páez, G., Jiménez, E., Mármol, Z., Ferrer, J., Sulbarán, B., Ojeda, G., Araujo, K. y Rincón, M. (2008). Perfil de aminoácidos de la proteína unicelular de *Kluyveromyces marxianus* var. *Marxianus*. *Interciencia*, 33(4), 297-300. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=33933411>
- Páez, G., Jiménez, E., Mármol, Z., Ferrer, J., Sulbarán, B., Ojeda, G., Araujo, K. y Rincón, M. (2008). Perfil de aminoácidos de la proteína unicelular de *Kluyveromyces marxianus* var. *Marxianus*. *Interciencia*, 33(4), 297-300. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=33933411>
- Ponce, E. (2014). Nostoc: Un alimento diferente y su presencia en la precordillera de Arica. *Idesia (Arica)*, 32(2), 119-121. <https://doi.org/10.4067/S0718-34292014000200015>

- Real Academia Española. (s.f.-a). *Diccionario de la lengua española*.
<https://dle.rae.es/homeostasis>
- Real Academia Española. (s.f.-b). *Diccionario de la lengua española*.
<https://dle.rae.es/est%C3%A1ndar>
- Sacristán, M., Díaz, E., Alarcón, B., Vicente, C. y Legaz, M. (2011). Curso de cromatografía de líquidos de alta resolución: Prácticas de laboratorio y cuestiones teórico-prácticas Parte III Práctica de laboratorio: optimización en la separación de compuestos semejantes mediante modificación de la fase móvil. *Reduca (Biología) Serie Técnicas y Métodos*, 4(3), 48-78. <http://revistareduca.es/index.php/biologia/issue/view/68>
- Saldaña, F. (2018). *Características fisicoquímicas de compuestos antinutricionales en aceite de Sacha Inchi (Plukenetia volubilis L.)* [Tesis de Titulación, Universidad Nacional Agraria la Molina]. <https://hdl.handle.net/20.500.12996/3573>
- Salomón, S., Rivera, C. y Zapata, Á. (2020). Floraciones de cianobacterias en Colombia: Estado del conocimiento y necesidades de investigación ante el cambio global. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 44(171), 376-391. <https://doi.org/10.18257/raccefyn.1050>
- Suárez, M., Kizlansky, A. y López, L. (2006). Evaluación de la calidad de las proteínas en los alimentos calculando el score de aminoácidos corregido por digestibilidad. *Nutrición Hospitalaria*, 21(1), 47-51.
https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0212-16112006000100009
- Vázquez, R. (2016). *Biología 1* (2ª ed.). Grupo Editorial Patria.
<https://elibro.net/es/lc/ulcb/titulos/40456>
- Vázquez, R. (2018). *Biología 1* (3ª ed.). Grupo Editorial Patria.
<https://elibro.net/es/lc/ulcb/titulos/40530>

Anexos

Anexo 1

Operacionalización de variables

Variable	Definición conceptual	Dimensiones	Indicadores	Escala
Calidad proteica	Capacidad de una fuente alimentaria de proteínas de satisfacer los requerimientos proteicos y nitrógeno amínico de los aminoácidos, es decir satisfacer las necesidades metabólicas de aminoácidos y nitrógeno.	Contenido de proteínas	Proteínas totales (mg/100gr)	Cuantitativa continua (variable independiente)
		Evaluación fisicoquímica	✓ % de proteínas ✓ % de humedad	Cuantitativa continua (variable independiente)
		Perfil de aminoácidos	Aminoácidos esenciales (mg/gr de proteína)	Cuantitativa continua (variable dependiente)
			Aminoácidos no esenciales (mg/gr de proteína)	Cuantitativa continua (variable dependiente)

Anexo 2

Patrón de la recomendación de la ingesta de aminoácidos por edades

TABLA 3. Patrones de puntuación de aminoácidos para niños de corta edad, niños, adolescentes y adultos (valores corregidos del informe WHO/FAO/UNU de 2007)

	His	Ile	Leu	Lys	SAA	AAA	Thr	Trp	Val		
Patrón de aminoácidos tisulares (mg/g proteína) ¹	27	35	75	73	35	73	42	12	49		
Patrón de aminoácidos de mantenimiento (mg/g proteína) ²	15	30	59	45	22	38	23	6	39		
Requerimientos proteicos (g/kg/d)											
Edad (a)	Mantenimiento	Crecimiento ³	Requerimientos de aminoácidos (mg/kg/d) ⁴								
0.5	0.66	0.46	22	36	73	63	31	59	35	9.5	48
1-2	0.66	0.20	15	27	54	44	22	40	24	6	36
3-10	0.66	0.07	12	22	44	35	17	30	18	4.8	29
11-14	0.66	0.07	12	22	44	35	17	30	18	4.8	29
15-18	0.66	0.04	11	21	42	33	16	28	17	4.4	28
>18	0.66	0.00	10	20	39	30	15	25	15	4.0	26
		Patrón de puntuación (mg/g) requerimiento de proteína ⁵									
0.5			20	32	66	57	27	52	31	8.5	43
1-2			18	31	63	52	25	46	27	7	41
3-10			16	30	61	48	23	41	25	6.6	40
11-14			16	30	61	48	23	41	25	6.6	40
15-18			16	30	60	47	23	40	24	6.3	40
>18			15	30	59	45	22	38	23	6.0	39

His, histidina; Ile, isoleucina; Leu, leucina; SAA, aminoácidos azufrados (sulphur amino acids); AAA, aminoácidos aromáticos (aromatic amino acids); Thr, treonina; Trp, triptófano; Val, valina

¹Composición en aminoácidos de la proteína corporal total.

²Patrón de mantenimiento para adultos.

³Calculado como valores medios de acuerdo con la franja de edad: crecimiento ajustado para una utilización de proteína del 58 %.

⁴Total del contenido en aminoácidos en los requerimientos dietéticos para el mantenimiento (proteína de mantenimiento x patrón de puntuación para el adulto) y crecimiento (deposición tisular ajustada a la eficiencia dietética de utilización del 58 % x patrón del tejido).

⁵Requerimientos de aminoácidos/ requerimiento de proteínas para los grupos de edad seleccionados. Tener en cuenta que estos valores, algunos de los cuales son rectificadas ligeramente a partir del informe del 2007, son los valores calculados correctamente. En el informe publicado, el valor de los requerimientos de aminoácidos azufrados (SAA) para los niños entre los 3 y los 10 años de edad es incorrecto (18 mg/kg/día) al igual que los patrones de SAA para los niños en edad preescolar y escolar hasta los 10 años (28, 26 y 24 mg/g de proteína).

Anexo 3

Patrón de la recomendación de la ingesta de aminoácidos por grupos etarios

TABLA 5. Patrones de puntuación de aminoácidos recomendados para lactantes, niños, niños mayores, adolescentes y adultos

Grupo de edad	His	Ile	Leu	Lys	SAA	AAA	Thr	Trp	Val
	<i>Patrón de puntuación mg/g requerimiento de proteína</i>								
Lactantes (recién nacido hasta 6 meses) ¹	21	55	96	69	33	94	44	17	55
Niños (6 meses hasta 3 años) ²	20	32	66	57	27	52	31	8.5	43
Niños mayores, adolescentes, adultos ³	16	30	61	48	23	41	25	6.6	40

¹ La recomendación para los lactantes está basada en el contenido bruto de aminoácidos de la leche humana tal como se describe en la Tabla 4.

² Los valores para el grupo de los niños a partir de los 6 meses (0,5 años) están tomados de la Tabla 3.

³ Los valores para niños mayores, adolescentes y adultos corresponden a los valores para edades entre 3 y 10 años tal como se describen en la Tabla 3.