

# **Gestión social**

## **obtención de concentrado proteico de las hojas de kiwicha mediante métodos de extracción y su efecto en la nutrición infantil**



**Jorge Marino Dominguez Castañeda**



Instituto Latinoamericano de Altos Estudios

**Gestión social:** obtención de  
concentrado proteico de las  
hojas de kiwicha mediante  
métodos de extracción y su  
efecto en la nutrición infantil

INSTITUTO  
LATINOAMERICANO  
DE ALTOS ESTUDIOS

**Jorge Marino Dominguez Castañeda**

[[jorgemarinodc@gmail.com](mailto:jorgemarinodc@gmail.com)]

ORCID [<https://orcid.org/0000-0003-0488-5726>]

Doctor en Ingeniería de Alimentos de la Universidad Nacional del Santa; Magíster en Gerencia de Industrias Agropecuarias y Pesqueras de la Universidad Nacional del Santa; Bachiller en Ciencias Industrias Alimentarias de la Universidad Nacional Agraria de la Selva; Ingeniero en Industrias Alimentarias de la Universidad Nacional Agraria de la Selva.

30 años como docente universitario. Docente principal de la Universidad Nacional del Santa, adscrito al Departamento Académico de Agroindustria y Agronomía de la Facultad de Ingeniería.

**Gestión social:** obtención de  
concentrado proteico de las  
hojas de kiwicha mediante  
métodos de extracción y su  
efecto en la nutrición infantil

Jorge Marino Dominguez Castañeda

INSTITUTO  
LATINOAMERICANO  
DE ALTOS ESTUDIOS

Queda prohibida la reproducción por cualquier medio físico o digital de toda o una parte de esta obra sin permiso expreso del Instituto Latinoamericano de Altos Estudios –ILAE–.

Publicación sometida a evaluación de pares académicos, mediante el sistema de “doble ciego”, requisito para la indexación en la Web of Science de Clarivate (*Peer Review Double Blinded*).

Esta publicación está bajo la licencia Creative Commons Reconocimiento - NoComercial - SinObraDerivada 3.0 Unported License.



ISBN 978-628-7661-07-3

© Jorge Marino Dominguez Castañeda, 2023  
© Instituto Latinoamericano de Altos Estudios –ILAE–, 2023

Derechos patrimoniales exclusivos de publicación y distribución de la obra  
Cra. 18 # 39A-46, Teusaquillo, Bogotá, Colombia  
PBX: (571) 601 232-3705  
[www.ilae.edu.co](http://www.ilae.edu.co)

Diseño de carátula y composición: Harold Rodríguez Alba  
Edición electrónica: Editorial Milla Ltda. (571) 601 323-2181  
[editorialmilla@telmex.net.co](mailto:editorialmilla@telmex.net.co)

Editado en Colombia  
*Published in Colombia*

## Contenido

<b>RESUMEN</b>	<b>13</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>15</b>
<b>CAPÍTULO PRIMERO</b>	
KIWICHA: CARACTERÍSTICAS, USOS Y PROCESO DE CULTIVO	17
I. Propiedades de la kiwicha	17
II. Características botánicas	18
III. Desarrollo fenológico de la kiwicha	23
A. Emergencia	23
B. Fase vegetativa	23
C. Fase de reproducción	24
IV. Cultivo de la kiwicha	24
A. Consideraciones climáticas	24
B. Tipo de suelo	25
C. Técnicas para cultivo de kiwicha	25
1. Preparación de suelo y siembra	25
2. Deshierbas	25
3. Raleo	26
V. Ciclo vegetativo y rendimientos	26
VI. Uso de la kiwicha en productos industriales y alimentarios	27
<b>CAPÍTULO SEGUNDO</b>	
PROPIEDADES DE LAS HOJAS DE KIWICHA ( <i>AMARANTHUS CAUDATUS</i> )	29
I. Propiedades químicas de las hojas de kiwicha	29
II. Modos de consumo de las hojas de kiwicha	31

**CAPÍTULO TERCERO**

PROPIEDADES DE LAS PROTEÍNAS Y MÉTODOS DE EXTRACCIÓN	33
I. ¿Qué son las proteínas?	33
A. Los aminoácidos: principales constituyentes de proteínas	34
II. Propiedades de las proteínas	35
A. Propiedades funcionales	36
III. Métodos de extracción proteica de las hojas	38
A. Hidrólisis básica-ácida	38
B. Método por extracción térmica	38
IV. Concentrado proteico foliar	39

**CAPÍTULO CUARTO**

LA NUTRICIÓN EN ETAPA PREESCOLAR Y EFECTOS DE LA KIWICHA EN LA DIETA ALIMENTICIA	41
I. Nutrición en etapa preescolar	41
II. Consecuencias de una mala nutrición infantil	42
A. Consumo inadecuado de proteínas en niños de dos a seis años	43
III. Consideraciones nutricionales fundamentales en infantes	43
A. Recomendaciones de alimentos para niños de dos a seis años	45
III. Efectos del consumo de kiwicha en la etapa preescolar	47

**CAPÍTULO QUINTO**

ESTUDIOS PREVIOS SOBRE LA EXTRACCIÓN PROTEICA DE VEGETALES Y SU USO EN LA ALIMENTACIÓN INFANTIL	49
--	----

**CAPÍTULO SEXTO**

EL CONCENTRADO PROTEICO DE LAS HOJAS DE KIWICHA EXTRAÍDO MEDIANTE DOS MÉTODOS Y SU EFECTO EN LA NUTRICIÓN DE PREESCOLARES	55
I. Formulación del problema	55
A. Problema general	56
B. Problemas específicos	56
II. Objetivos del estudio	56
A. Objetivo general	56
B. Objetivos específicos	56
III. Hipótesis del estudio	57
A. Hipótesis general	57
B. Hipótesis específicas	57
IV. Población y muestra de estudio	57
V. Enfoque y tipo de estudio	57
VI. Métodos y técnicas para la recopilación de datos	58
A. Obtención de la materia prima	59
B. Determinación de las propiedades de las hojas de kiwicha	61
C. Métodos aplicados para la extracción de contenido proteico	62
1. Por hidrólisis química	62
2. Por extracción térmica	64
D. Propiedades fisicoquímicas del concentrado proteico	67
VII. Resultados y discusión	70
A. Análisis proximal del concentrado proteico de hojas de kiwicha	70
B. Rendimientos obtenidos del concentrado proteico de las hojas de kiwicha	75
C. Propiedades fisicoquímicas del concentrado de proteínas entre ambos métodos	76
1. Capacidad de absorción de agua: comparación entre ambos métodos	76
2. Capacidad de absorción de aceite: comparación entre ambos métodos	78
3. Contenido de proteínas del concentrado entre ambos métodos: efectos nutricionales	79
4. Perfil de aminoácidos del concentrado proteico: efectos nutricionales	81
Conclusiones	86
Sugerencias	87

---

**CAPÍTULO SÉPTIMO**

¿ES PREFERIBLE CONSUMIR PROTEÍNAS DE ORIGEN VEGETAL O ANIMAL PARA PREVENIR CASOS DE DESNUTRICIÓN INFANTIL?	89
I. Situación de la desnutrición infantil mundial y en el Perú	89
II. Consumo necesario de proteínas en la infancia	91
III. ¿Las proteínas de origen animal pueden ser sustituidas por las de origen vegetal?	92
IV. Acotaciones generales	93

---

<b>REFERENCIAS</b>	<b>95</b>
--------------------	-----------

## Índice de tablas

<b>TABLA 1.</b>	Componentes químicos de hojas de kiwicha en base seca	30
<b>TABLA 2.</b>	Calorías y proteínas recomendadas por día en infantes de dos a seis años (RDA y AI)	44
<b>TABLA 3.</b>	Consumo sugerido de vitaminas por día en infantes de dos a seis años (RDA y AI)	45
<b>TABLA 4.</b>	Consumo sugerido de minerales por día en infantes de dos a seis años (RDA y AI)	45
<b>TABLA 5.</b>	Condiciones cromatográficas para calcular el concentrado de proteínas de las hojas de kiwicha	69
<b>TABLA 6.</b>	Gradiente de la fase móvil	69
<b>TABLA 7.</b>	Análisis proximal del concentrado de proteínas de las hojas de kiwicha mediante dos métodos de extracción	70
<b>TABLA 8.</b>	Rendimiento del concentrado de proteínas de hojas de kiwicha mediante dos métodos de extracción	75
<b>TABLA 9.</b>	Capacidad de absorción de agua del concentrado proteico mediante dos métodos	77
<b>TABLA 10.</b>	Capacidad de absorción de aceite del concentrado proteico de las hojas de kiwicha	78
<b>TABLA 11.</b>	Valor porcentual de proteínas obtenido por dos métodos de extracción	79
<b>TABLA 12.</b>	Aminoácidos obtenidos del concentrado proteico foliar de kiwicha por extracción térmica	81
<b>TABLA 13.</b>	Aminoácidos extraídos de la hoja de <i>Amaranthus hybridus</i>	82
<b>TABLA 14.</b>	Perfil de aminoácidos esenciales del concentrado proteico de hojas de kiwicha en contraste con los requerimientos de aminoácidos para niños preescolares	85



## Índice de figuras

<b>FIGURA 1.</b>	Planta de kiwicha	18
<b>FIGURA 2.</b>	Visualización del tallo de kiwicha	19
<b>FIGURA 3.</b>	Hoja de la planta de kiwicha	20
<b>FIGURA 4.</b>	Flor de la kiwicha	21
<b>FIGURA 5.</b>	Fruto de la kiwicha	22
<b>FIGURA 6.</b>	Semillas extraídas de la planta de kiwicha	23
<b>FIGURA 7.</b>	Flujograma de la extracción del concentrado proteico por métodos en cuatro etapas vegetativas	58
<b>FIGURA 8.</b>	Esparcimiento de las semillas de kiwicha por la técnica de chorro continuo	59
<b>FIGURA 9.</b>	Resultado del cultivo de kiwicha a los 30 días	59
<b>FIGURA 10.</b>	Resultado del cultivo de kiwicha a los 60 días	60
<b>FIGURA 11.</b>	Resultado del cultivo de kiwicha a los 90 días	60
<b>FIGURA 12.</b>	Resultado del cultivo de kiwicha a los 120 días	61
<b>FIGURA 13.</b>	Esquema del procedimiento de ajustes de la materia prima para la hidrólisis química	62
<b>FIGURA 14.</b>	Esquema del proceso de obtención del concentrado proteico por hidrólisis química	63
<b>FIGURA 15.</b>	Esquema del proceso para la obtención del concentrado proteico por medio de la extracción térmica	65
<b>FIGURA 16.</b>	Concentrado proteico de kiwicha obtenido por hidrólisis química	66
<b>FIGURA 17.</b>	Concentrado proteico de kiwicha obtenido por extracción térmica	66
<b>FIGURA 18.</b>	Esquema para calcular la capacidad de absorción de agua por gramo concentrado	68
<b>FIGURA 19.</b>	Valor porcentual de humedad	71
<b>FIGURA 20.</b>	Valor porcentual de grasa extraído de las hojas de kiwicha por dos métodos	72
<b>FIGURA 21.</b>	Valor porcentual de ceniza extraído de las hojas de kiwicha por dos métodos	74
<b>FIGURA 22.</b>	Valor porcentual de proteínas del concentrado proteico extraídos de las hojas de kiwicha por dos métodos	74
<b>FIGURA 23.</b>	Valor porcentual de carbohidratos de los concentrados proteicos extraídos de las hojas de kiwicha	75

---

<b>FIGURA 24.</b>	Capacidad de absorción de agua para dos métodos de extracción	77
<b>FIGURA 25.</b>	Capacidad de absorción de aceite del concentrado proteico de hojas de kiwicha	78
<b>FIGURA 26.</b>	Valor porcentual entre los métodos de extracción de proteínas del concentrado de hojas de kiwicha	80
<b>FIGURA 27.</b>	Cromatograma estándar de los aminoácidos	84
<b>FIGURA 28.</b>	Cromatograma de aminoácidos del concentrado proteico de hojas de kiwicha obtenida por extracción térmica	84

## Resumen

Hoy en día se ha incrementado la inclusión de los granos de kiwicha en los alimentos por poseer una gran cantidad de nutrientes; sin embargo, las hojas de esta planta solo son estudiadas para implementarlas como residuo agroindustrial, son poco consideradas en la alimentación pese a que su contenido proteico favorece el desarrollo de las capacidades cognitivas y físicas de los niños en pleno crecimiento. Por ello, en este libro se analizará el concentrado proteico obtenido de las hojas de kiwicha mediante dos métodos (por extracción térmica e hidrólisis química) y su efecto en la nutrición de los infantes en etapa preescolar.

*Palabras clave:* Concentrado proteico; Kiwicha; Métodos de extracción, Nutrición preescolar.



## Introducción

En la actualidad se conoce la gran cantidad de propiedades nutritivas que se encuentran en el grano de la kiwicha, se recomienda su consumo diario para niños, adultos y ancianos, es incluido en algunos productos comerciales, e incluso, es parte de la dieta diaria de los astronautas<sup>1</sup> por su alto contenido de proteínas.

Sin embargo, las hojas y tallos de la kiwicha son poco investigados por ser considerados residuos industriales y solo son utilizados como forraje. Según TAMAYO *et al.*<sup>2</sup>, las hojas de las plantas tienen diferentes cualidades proteicas, por lo que deberían ser incluidas en la alimentación de los niños en etapa preescolar, dado que ellos están en pleno crecimiento y requieren de diversos nutrientes para mantener un desarrollo adecuado.

Por ello, en el presente libro se realizará un estudio de caso respecto a la obtención del concentrado proteico de las hojas de kiwicha mediante dos métodos de extracción y su efecto en la nutrición de niños de dos a cinco años, etapa primordial para el pleno desarrollo de las capacidades cognitivas y físicas de los infantes.

En el capítulo primero se señalan las características de la kiwicha y su proceso de cultivo, técnicas, las consideraciones climáticas y ciclo vegetativo.

El capítulo segundo se enfocará en las propiedades químicas de las hojas de kiwicha y de qué manera puede ser consumido, ya que cuenta con un alto concentrado de nutrientes.

Para continuar con la revisión del marco teórico, se mencionarán las propiedades de las proteínas y los métodos empleados para extraer el concentrado proteico de las hojas de kiwicha en el estudio de caso.

En el capítulo cuarto se incluye la temática sobre la nutrición durante la etapa preescolar, cuáles son las consecuencias de tener una mala alimentación durante estos años de vida, algunas consideraciones nutricionales para aportar una mayor cantidad de proteínas y calorías en los infantes, así como el efecto del consumo de kiwicha en esta etapa, ya que es un cereal con un alto valor alimenticio.

- 
- 1 MINISTERIO DE COMERCIO EXTERIOR Y TURISMO. Oficina Comercial de Perú en Houston. Ficha de mercado producto Kiwicha/Amaranto, Lima, 2021, disponible en [<https://institucional.promperu.gob.pe/ContenidosFichas/norteamerica/OHOU-Ficha-Mercado-EEUU-Producto-Kiwicha-2021.pdf>].
  - 2 ANGÉLICA TAMAYO TENORIO, JARNO GIETELING, GOVARGUS A. H. DE JONG, REMKO M. BOOM y ATZE J. VAN DER GOOT. "Recovery of protein from green leaves: Overview of crucial steps for utilization", *Food Chemistry*, vol. 203, 2016, pp. 402 a 408, disponible en [<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0308814616302643?via%3Dihub>].

En cuanto al capítulo quinto, aquí se señalan algunos estudios en relación con la manera de extraer el concentrado proteico foliar y su implicancia en la nutrición infantil, tal es el caso de MUNIVE<sup>3</sup>, cuyo estudio tiene la finalidad de que sea aplicado para reducir el porcentaje de desnutrición en Ecuador.

Respecto al sexto capítulo, se realiza un estudio de caso titulado “El concentrado proteico de las hojas de kiwicha extraído mediante dos métodos y su efecto en la nutrición de prescolares”. Aquí se formulan los objetivos e hipótesis, se precisan los métodos empleados para la extracción del concentrado proteico foliar de la kiwicha, se analizan y discuten los resultados, así como también se presentan las conclusiones y las recomendaciones.

Y en el último capítulo, se plantea a modo de ensayo una interrogante sobre las proteínas que se deben consumir para mitigar la desnutrición infantil, si estas deben ser de origen animal o vegetal, pues en la actualidad se está buscando reemplazar los alimentos de origen animal debido a que su consumo puede causar riesgos en la salud a largo plazo.

---

3 PABLO ANDRÉS MUNIVE LEDESMA. “Elaboración de un suplemento alimenticio en polvo para consumo humano a partir de una mezcla de hidrolizado de soya y almidón de maíz” (tesis de pregrado), Quito, Escuela Politécnica Nacional, 2009, disponible en [<https://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/1666>].

# Kiwicha: características, usos y proceso de cultivo

## I. PROPIEDADES DE LA KIWICHA

La kiwicha, planta que puede llegar a medir entre 0,7 m y 2,5 m en un año, se caracteriza por una larga inflorescencia (de 0,5 m a 0,9 m) al final del tallo según Quevedo *et al.*<sup>4</sup>, además, contiene granos de un alto valor nutritivo y un gran porcentaje de proteínas (13% a 18% aproximadamente).

Esta planta, familia de las amarantáceas, cuenta con una gran diversidad de especies que se distinguen por el color del grano (negro y

---

4 TITO DANIEL QUEVEDO ROJAS, JUAN ALEXIS RICARDO GASTULO MALCA y ABRAHAM GUILLERMO YGNACIO SANTA CRUZ. “Elaboración de una barra alimenticia de kiwicha, polen y miel de abeja”, *Revista de Investigación Científica y Tecnológica Llamkasun*, vol. 3, n.º 1, 2022, pp. 130 a 137, disponible en [<https://llamkasun.unat.edu.pe/index.php/revista/article/view/92>].

blanco), de los cuales se usa como alimento el grano blanco, mientras que el grano negro es empleado en tratamientos médicos<sup>5</sup>.

## II. CARACTERÍSTICAS BOTÁNICAS

Según MAZÓN *et al.*, citado en MENDOZA<sup>6</sup>, el amaranto puede alcanzar una altura superior a los dos metros, posee un eje central y ramificaciones que se extienden desde la base hasta el tallo. Cada parte de esta planta presenta ciertas características:

**FIGURA 1.** Planta de kiwicha



- 5 DIANA CAROLINA GARCÍA SILVA. “Evaluación *in vitro* de la actividad antibacteriana y antimicótica de los extractos de dos especies de plantas del género *Amaranthus* aplicado sobre cepas de interés clínico en el periodo diciembre de 2013 - mayo de 2014” (tesis de pregrado), Riobamba, Ecuador, Universidad Nacional de Chimborazo, 2015, disponible en [<http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/1302>].
- 6 NELSON MAZÓN, EDUARDO PERALTA, ANGEL MURILLO, ELENA VILLACRÉS y MARCO RIVERA, citados en ARTURO MENDOZA ARAIZA. “Rendimiento de grano y forraje en variedades de amaranto bajo dos densidades de población en San Luis Potosí” (tesis de pregrado), Soledad de Graciano Sánchez, México, Universidad Autónoma de San Luis Potosí, 2013, disponible en [<https://repositorioinstitucional.uaslp.mx/xmlui/handle/i/3469>].

*Raíz:* esta planta presenta varias ramificaciones y raicillas que permiten la rápida absorción de los nutrientes y agua del suelo.

*Tallo:* se caracteriza por tener una forma cilíndrica y posee estrías longitudinales. El color de su ápice puede coincidir con el de las hojas, así también contiene diversas ramificaciones que, en ocasiones, inician en las yemas axilares de las hojas.

**FIGURA 2.** Visualización del tallo de kiwicha



*Hojas*: su estructura posee una forma oval y peciolada, su envés presenta nervaduras abultadas y lisas, así también varía entre los colores verde y púrpura. Su tamaño fluctúa entre los 6,5 cm y los 15 cm<sup>2</sup>.

**FIGURA 3.** Hoja de la planta de kiwicha



---

7 ENEIDA MORA MATA. “Evaluación de etapas fenológicas en el cultivo de amaranto (*Amaranthus hypochondriacus*) para su comercialización y producción” (tesis de pregrado), Buenavista, México, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, 2008.

*Flor:* de acuerdo con GUARDIA<sup>8</sup>, esta parte del amaranto es denominada panoja, además, posee inflorescencias que alcanzan una longitud máxima de 90 cm, con una forma glomerular, laxa o compacta.

**FIGURA 4.** Flor de la kiwicha



8 VÍCTOR TEODOCIO GUARDIA CHAPETÓN. “Comparativo de rendimiento de tres variedades de kiwicha (*Amarantus caudatus* L.) por efecto de dos bioestimulantes en la localidad de Marcara, Carhuaz, Áncash” (tesis de pregrado), Huaraz, Perú, Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo, 2020, disponible en [<http://repositorio.unasam.edu.pe/handle/UNASAM/4235>], p. 7.

*Fruto*: se asemeja a una cápsula, presenta dehiscencia transversal al madurar, y por consiguiente, la semilla cae con facilidad. GUARDIA<sup>9</sup> afirma que el grano de kiwicha está conformado por la cubierta o epispermo, una capa compuesta por cotiledones (contiene alto porcentaje de proteínas) y el perisperma (gran concentración de almidón).

**FIGURA 5.** Fruto de la kiwicha



*Semilla*: GARCÍA<sup>10</sup> señala que esta planta tiene una semilla diminuta, cuyo diámetro es de 1 mm a 1,5 mm, y tiene forma esférica. Existen diversos granos de amaranto de diferentes colores –como por ejemplo, el dorado–.

Tener en cuenta que la totalidad de las especies de esta planta en estado silvestre cuenta con una cubierta muy dura y son de color negro.

9 Ibid., p. 8.

10 MARÍA DEL SOCORRO GARCÍA VALVERDE. “Diseño de un secador de bandejas para el secado de maíz, quinua y amaranto en la hacienda San Jorge” (tesis de pregrado), Riobamba, Ecuador, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, 2016, disponible en [<http://dspace.espech.edu.ec/handle/123456789/4850>].

**FIGURA 6.** Semillas extraídas de la planta de kiwicha



### III. DESARROLLO FENOLÓGICO DE LA KIWICHA

Según ROQUE<sup>11</sup>, se presentan las siguientes fases fenológicas respecto a la kiwicha:

#### *A. Emergencia*

Respecto a esta fase, se advierte que hay dos cotiledones en la plántula, además, las hojas que se encuentran sobre estos tienen una longitud máxima de 2 cm. El tiempo de duración de esta fase oscila entre ocho y 21 días, debido a las condiciones climáticas que se presenten en dicha área de cultivo.

#### *B. Fase vegetativa*

Cada etapa vegetativa –EV– se determina al contar los nudos que parecen en el tallo principal, por lo que el primer nudo será el EV1, el segundo nudo será EV2, y así se continúa con los demás nudos. A lo

---

11 OSCAR JUAN ROQUE SIGUAS. “Diferencias de la constante térmica en las fases fenológicas de dos variedades de amaranto (*Amaranthus caudatus* L.): precoz y tardía en la microcuenca del distrito de Ayacucho” (tesis de doctorado), Huancavelica, Perú, Universidad Nacional de Huancavelica, 2019, disponible en [<http://repositorio.unh.edu.pe/handle/UNH/2794>].

largo de la senescencia de las hojas basales se generan cicatrices e el tallo, lo cual será tomado en cuenta para el conteo del nudo correspondiente. Además, en el EV4 aparecen las ramificaciones de dicha planta.

### C. Fase de reproducción

Respecto a la panoja, se empieza a observar el ápice de la inflorescencia al extremo del tallo entre los 50 y 70 días luego de su respectivo sembrado, alcanzando una longitud de 2 cm. Una vez que se haya culminado su desarrollo, la panoja puede medir hasta 5 cm. Si durante este proceso final ha iniciado la antesis, se clasifica a la planta en dicha etapa.

Tener en cuenta que durante la etapa de antesis se muestra una flor abierta con estambres separados y su estigma se visualiza por completo.

Para la etapa del llenado de grano, la antesis ya está concluida al 95%, por lo que los granos iniciales tienen una textura lechosa y luego son pastosos.

Aún no se ha determinado algún criterio para notar que la planta ha alcanzado su madurez fisiológica, sin embargo, se usa el indicador del cambio de color de la panoja por el dorado o rojizo. Así mismo, se identifica una contextura sólida en las semillas.

Por último, la madurez de cosecha consiste en que las hojas se caen, además, se observa un color café en la planta. Por lo general, es preferible que ocurra una helada en otoño para que se reduzca la humedad de la semilla.

## IV. CULTIVO DE LA KIWICHA

### A. Consideraciones climáticas

Según ILLESCAS<sup>12</sup>, el amaranto se adapta a una altitud al nivel del mar o hasta los 2,800 m. s. n. m., no obstante, hay especies que se adecúan mejor a 1000 m. s. n. m., como las *amaranthus caudatus* y *quitensis*.

---

12 JHON ÁNGEL ILLESCAS CARVAJAL. “Estudio fenológico de dos variedades de amaranto en las condiciones agrometeorológicas de Querochaca” (tesis de pregrado), Cevallos, Ecuador, Universidad Técnica de Ambato, 2017, disponible en [<https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/26383>].

En cuanto a la temperatura apropiada para el cultivo, la totalidad de las especies tienen un óptimo crecimiento entre los 18° C y 24° C.

Además, para su crecimiento se requiere de un ambiente de elevada luminosidad. También se necesita de un cierto nivel de humedad en el suelo para que la semilla germine, luego de la aparición de las plántulas se prefiere que su humedad sea limitada, es decir, que se desarrolle en un entorno seco y caliente.

## **B. Tipo de suelo**

De acuerdo con GRANDES<sup>13</sup>, la mayoría de las especies de amaranto se adecúan a los diferentes tipos de suelo, pero las que producen grano disponen de un desarrollo más apropiado en suelos drenados y con un grado de acidez (pH), ya sea neutro o alcalino.

## **C. Técnicas para cultivo de kiwicha**

### **1. Preparación de suelo y siembra**

Para ROQUE<sup>14</sup>, la siembra se puede realizar de dos maneras: a) Siembra directa, que constituye la preparación de un suelo mullido, con surco de hasta 10 cm de profundidad y a una distancia de 60 cm a 70 cm; b) Mediante el trasplante de plántulas germinadas.

### **2. Deshierbas**

Esta labor es fundamental para la etapa inicial del crecimiento de la planta. Luego de trascurrir un mes, el crecimiento de dicha planta es acelerado, lo cual impide que se desarrolle la maleza; no obstante, se sugiere efectuar la técnica de aporque como un segundo proceso de deshierbe.

---

13 GLADYS NATHALY GRANDES ROMÁN. “Caracterización morfológica y evaluación agronómica de 8 líneas de amaranto (*Amaranthus sp.*) provenientes de Rusia en el barrio Tigualo (Salcedo) y en el barrio Las Manzanas (Sigchos), Cotopaxi, 2014” (tesis de pregrado), Latacunga, Ecuador, Universidad Académica de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales, 2015, disponible en [<http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/2538/1/T-UTC-00074.pdf>].

14 Ídem.

### 3. Raleo

Esta técnica se realiza para mantener una determinada cantidad de plantas por metro cuadrado, por ejemplo, si se quiere cosechar su grano, se sugiere dejar entre 20 y 30 plantas por m<sup>2</sup>.

Cuando se omite el uso de esta técnica, los cultivos se hacen densos, con un mínimo crecimiento de la planta y poca producción, sin embargo, la cuantía de panojas equilibra esta baja producción.

## V. CICLO VEGETATIVO Y RENDIMIENTOS

De acuerdo con UPADHYAY y MISHRA, citados en NGUGI *et al.*<sup>15</sup>, el cultivo de esta planta es rápido y su costo de producción es módico.

Además, el tiempo que debe trascurrir en un ciclo vegetativo depende de la especie que se cultive, por ejemplo, si se cultiva la especie *A. cruentus* a 600 m y a una temperatura de 22 °C, este es recolectado al transcurrir los 90 días desde la fecha de su siembra; si se realiza este proceso a 3.050 m. s. n. m. y con 12° C, entonces se recolecta al cumplirse los 180 días. Por consiguiente, la duración regular de este ciclo oscila entre 120 y 180 días, pero es posible que su proceso demore entre 90 o 240 días.

Por otro lado, el valor de rendimiento de los granos varía, entre 900 y 4.000 kg/ha; mientras que para las hojas, se estima un porcentaje de rendimiento superior al 40% en las especies *A. cruentus* y *A. caudatus* al transcurrir 30 días desde su siembra, y un aproximado de 40% a 60% en cuanto a la *A. hybridus*, 40 días después de que ha sido sembrada.

---

15 K. K. UPADHYAY y BRIJKISHORE MISHRA, citados en CHARLES C. NGUGI, ELIJAH OYOO-OKOTH, JULIUS O. MANYALA, KEVIN FITZSIMMONS y ANN KIMOTHO. "Characterization of the nutritional quality of amaranth leaf protein concentrates and suitability of fish meal replacement in Nile tilapia feeds", *Aquaculture Reports*, vol. 5, 2017, pp. 62 a 69, disponible en [<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2352513416301168?via%3Dihub>].

## VI. USO DE LA KIWICHA EN PRODUCTOS INDUSTRIALES Y ALIMENTARIOS

Uno de los usos de la kiwicha se relaciona con la preservación del forraje (ensilaje) que sirve de alimento para algunos animales. Y mediante la harina del grano o de las hojas provenientes de esta planta se elaboran *pellets* (combustible ecológico).

En cuanto a su carácter alimentario, BURGOS y DEL CASTILLO<sup>16</sup> señalan que el grano de kiwicha es el que más se utiliza para generar productos alimenticios ricos en nutrientes, ya sea como barras dulces o cereales para la población infantil, mujeres en estado de gestación y para aquellas personas que poseen un elevado nivel de colesterol.

---

16 VERÓNICA ELIZABETH BURGOS y VALERIA CRISTINA DEL CASTILLO. “Utilización de kiwicha precocida (*Amaranthus caudatus*) para el desarrollo de barras funcionales”, *Revista Chilena de Nutrición*, vol. 48, n.º 3, 2021, disponible en [<https://www.scielo.cl/pdf/rchnut/v48n3/0717-7518-rchnut-48-03-0307.pdf>], p. 317.



## CAPÍTULO SEGUNDO

## Propiedades de las hojas de kiwicha (*amaranthus caudatus*)

WRIGLEY<sup>17</sup> señala que se está cultivando diversas especies de *amaranthus* en varias regiones de América por su gran potencial alimenticio, calidad óptima de proteínas y debido a su eficiencia fotosintética en zonas climáticas que poseen buena luminosidad.

También se destaca el alto contenido proteico de las hojas de esta planta, así como su consumo para una dieta balanceada.

### I. PROPIEDADES QUÍMICAS DE LAS HOJAS DE KIWICHA

Dado que esta planta posee un alto contenido nutricional, es necesario que sus hojas sean ingeridas cocidas, de esta manera se evitará el consumo de antinutrientes (nitrito u oxalatos). Dichas hojas contienen un aproximado de 18% a 30% de materia seca en forma de proteínas, cuyo

---

17 COLIN W. WRIGLEY, HAROLD CORKE, KOUSHIK SEETHARAMAN y JONATHAN FAUBION. *Encyclopedia of food grains. The world of food the grains*, 2.<sup>a</sup> ed., Oxford, 2016, Elsevier, pp. 295 a 346.

aminoácido destacable es la lisina (5% del total proteico), así como los ácidos aspártico y glutámico, entre otros; también contienen niveles elevados de hierro y carotenos, vitaminas A y C, calcio y fósforo.

Considerando sus hojas y tallo, GARCÍA<sup>18</sup> expresa que el promedio proteico hallado en la fracción vegetal es del 22,2%, luego, WRIGLEY<sup>19</sup> señala que poseen de 27,8% a 48,6% de proteínas en promedio, valor superior al de las proteínas encontradas, como por ejemplo, en la espinaca.

En la Tabla 1 se observan los componentes químicos de las hojas de kiwicha con un 22,8% de contenido proteico en materia seca.

**TABLA 1.** Componentes químicos de hojas de kiwicha en base seca

COMPONENTE %	
Humedad, g%*	90,4
Proteína, g%	22,84
Grasa, g%	7,26
Fibra cruda, g%	7,14
Ceniza, g%	7,93
Carbohidratos, g%	45,25
Hierro, mg%	25,10
* Único componente en base húmeda	

*Fuente:* NGUGI, OYOO-OKOTH, MANYALA, FITZSIMMONS y KIMOTHO. "Characterization of the nutritional quality of amaranth leaf protein concentrates and suitability of fish meal replacement in Nile tilapia feeds", cit.

Respecto al concentrado proteico que se obtiene de sus hojas, este puede variar entre el 40% y 60% según el proceso de extracción que se haya implementado.

18 MARÍA DE JESÚS GARCÍA GÓMEZ. "Potencial biotecnológico de las proteínas de la fracción vegetal del amaranto", *Revista Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo*, vol. 3, n.º 5, 2013, pp. 1 a 8, disponible en [<https://docplayer.es/38035299-Potencial-biotecnologico-de-las-proteinas-de-la-fraccion-vegetal-del-amaranto.html>].

19 Ídem.

## II. MODOS DE CONSUMO DE LAS HOJAS DE KIWICHA

De acuerdo con la FAO<sup>20</sup>, el amaranto puede ingerirse como una hortaliza, cuyas hojas suelen consumirse hervidas, cocidas (en sopas y alimentos para niños), en ensaladas, y acompañando a la carne o pescado; mientras que en diferentes países latinoamericanos, europeos y al norte de América, la kiwicha se ingiere mezclada con chocolate o arroz inflado.

CÁRDENAS<sup>21</sup> sugiere consumir las hojas de kiwicha cuando están tiernas, dado que si está demasiado madura se hace fibrosa, por lo que no es grata al paladar y su digestibilidad es baja.

---

20 ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA ALIMENTACIÓN Y LA AGRICULTURA. *Cultivos tradicionales: Amaranto*, FAO, 2015, disponible en [<http://www.fao.org/traditional-crops/amaranth/es/>].

21 ALEXANDRA DEL SOCORRO CÁRDENAS HERNÁNDEZ. “Composición química, características de calidad y actividad antioxidante de pasta enriquecida con harina de amaranto y hoja de amaranto deshidratada” (tesis de maestría), Santiago de Querétaro, México, Universidad Autónoma de Querétaro, 2012, disponible en [<https://ri-ng.uaq.mx/handle/123456789/921>].



## Propiedades de las proteínas y métodos de extracción

### I. ¿QUÉ SON LAS PROTEÍNAS?

Se define como proteínas a aquellos biopolímeros compuestos por unidades denominadas aminoácidos, las cuales se unen mediante enlaces peptídicos. Según ARMANDO *et al.*<sup>22</sup>, solo son 20 los aminoácidos que constituyen las proteínas, cuyas propiedades dependen de la concentración y el tipo de secuencia que une a los aminoácidos.

La relevancia de las proteínas en la alimentación radica en su valor nutricional, que propicia el crecimiento y la conservación de quienes lo consumen. Aunque hace más de una década la desnutrición calórico-proteica era un problema que afectaba a diversos países que aún no consolidaban sus recursos para brindar una mejor calidad de vida

---

22 JOSÉ ARMANDO ULLOA, PETRA ROSAS ULLOA, JOSÉ CARMEN RAMÍREZ RAMÍREZ y BLANCA ESTELA ULLOA RANGEL. "Producción de aislados proteicos a partir de subproductos industriales", *Revista Fuente nueva época*, vol. 4, n.º 11, 2012, pp. 9 a 15, disponible en [<http://dspace.uan.mx:8080/xmlui/handle/123456789/899>].

a sus habitantes, hoy en día esto ha disminuido porque se ha generado una mayor conciencia respecto a la nutrición y a la prevención de enfermedades.

### A. Los aminoácidos: principales constituyentes de proteínas

Para ZEA *et al.*<sup>23</sup> los aminoácidos son las unidades que conforman las proteínas. De los 20 aminoácidos que constituyen las proteínas, solo diez son esenciales, es decir, no son producidos dentro del cuerpo humano por sí mismos; debido a ello, se deben ingerir mediante las comidas diarias. Estos aminoácidos esenciales (fenilalanina, isoleucina, leucina, triptófano, valina, metionina, arginina, treonina, histidina y lisina) se encuentran en los alimentos de origen animal o vegetal.

Entre las funciones principales de los aminoácidos, destacan que permite el desarrollo de los tejidos y células de manera apropiada, participa en la producción de enzimas digestivas, interviene en el sistema muscular y óseo, así como también posibilita el metabolismo energético.

La carencia de algún aminoácido genera problemas de salud, como el incremento de peso o estatura insuficientes, desnutrición, obesidad, entre otros.

En cuanto a la estimación de los aminoácidos, hoy en día se han generado diversas maneras de analizar los aminoácidos debido a la alta demanda de estudios sobre el valor nutricional de los alimentos tanto para los humanos como para los animales. Sin embargo, GONZÁLEZ<sup>24</sup> asevera que aún se utiliza la cromatografía de líquidos, debido a la óptima resolución de su gráfica.

---

23 JEAN PAOLO ZEA MORALES, WILLIAM JUVENAL ZEA PIZARRO, VÍCTOR IVÁN VACCARO MACÍAS y ELSY ÁVALOS MORENO. “Los aminoácidos en el cuerpo humano”, *Revista Científica Mundo de la Investigación y el Conocimiento*, vol. 1, n.º 5, 2017, pp. 379 a 391, disponible en [<https://www.recimundo.com/index.php/es/article/view/79>].

24 MARÍA ISABEL GONZÁLEZ PÉREZ. “Métodos de análisis para la determinación de proteínas en cereales: amaranto y cebada” (tesis de maestría), España, Universidade da Coruña, 2020, disponible en [<https://ruc.udc.es/dspace/handle/2183/27174>].

Por otra parte, SÁNCHEZ<sup>25</sup> señala que las técnicas empleadas con regularidad para este tipo de análisis son la cromatografía de intercambio iónico y la electroforesis capilar.

## II. PROPIEDADES DE LAS PROTEÍNAS

De acuerdo con VEGA y REYES<sup>26</sup>, existen tres maneras de agrupar las proteínas entre sí y con otros polímeros:

*Interacción entre proteínas.* En esta interacción destaca su unión hidrófoba de manera ordenada, de modo que se produzcan proteínas complejas. Esto genera la estructura cuaternaria de las proteínas, frecuente en alimentos de alto contenido proteico.

*Interacción entre proteína y polisacárido.* La reacción dada entre proteínas y carbohidratos es iónica; además, ambos poseen propiedades coloidales, por lo que forman agregados tridimensionales estables. Gran parte de las propiedades y estructura de los alimentos dependen de esta interacción.

*Interacción entre proteína y lípido.* Por lo general, los lípidos interactúan con las proteínas mediante puentes iónicos o hidrófobos; de esta manera se generan lipoproteínas, las cuales cumplen una función esencial en los tejidos de los seres vivos y en las propiedades físicas y funcionales de los alimentos. Cabe destacar que cada proteína presenta una capacidad emulsionante particular, condicionada por el balance hidrófobo/hidrófilo y su método de obtención.

---

25 CONCEPCIÓN SÁNCHEZ ROMERO. “Análisis, cuantificación y comparación del perfil de aminoácidos en dos razas de ganado bovino” (tesis de pregrado), España, Universidad Católica de Valencia San Vicente Mártir, 2020, disponible en [<https://riucv.ucv.es/handle/20.500.12466/1791>], p. 13.

26 NOHORA ANGÉLICA VEGA CASTRO y EDGAR ANTONIO REYES MONTAÑO. *Introducción al análisis estructural de proteínas y glicoproteínas*, Bogotá, Universidad Nacional de Colombia, 2020, disponible en [<https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/81133>].

## A. Propiedades funcionales

De acuerdo con FERNÁNDEZ<sup>27</sup>, se refiere a las propiedades fisicoquímicas que posee cada proteína, las cuales son encontradas o añadidas en los alimentos.

Dichas propiedades dependen del tamaño molecular, su composición de aminoácidos, las cargas, así como de las estructuras secundaria, terciaria y cuaternaria, las cuales se pueden modificar mediante diferentes métodos de aislamiento, factores ambientales, concentración de proteína, etc. Así mismo, la autora afirma que permiten obtener un producto de calidad y facilitan el proceso para su elaboración.

Para NOGUERA *et al.*<sup>28</sup>, la interacción entre las características fisicoquímicas y otros componentes de los alimentos, establece el valor proteico de un sistema alimentario. Por lo tanto, las proteínas que son aplicadas en las dietas deben contener un gran valor nutricional y proporcionar cualidades que el producto requiera.

Cabe destacar que diversas investigaciones recientes respecto a los concentrados y aislados proteicos, así también en relación con las propiedades funcionales, han generado que aumente la cantidad de productos alimenticios elaborados mediante estos procesos.

Por ello, RÍOS<sup>29</sup> advierte que es importante considerar tres propiedades fisicoquímicas esenciales en las proteínas:

– *Capacidad de absorción de agua.* Hace referencia a la cantidad de agua retenida en una sustancia que ha sido sometida a una fuerza centrífuga o de compresión. Dicha absorción genera una textura agradable en los alimentos, por ejemplo, en las masas horneadas; sin

---

27 ELIANA ISABEL FERNÁNDEZ SOSA. “Propiedades funcionales de aislados proteicos de *Cajanus cajan*. Efecto del pH y fuerza iónica” (tesis de doctorado), Argentina, Universidad Nacional del Nordeste, 2022, disponible en [<https://repositorio.unne.edu.ar/handle/123456789/47860>].

28 FLAVIA NOGUERA, SILVIA GIGANTE, CAROLINA MENONI, IVANNA AUDE, DÉBORA MONTERO y NATALIA PEÑA. *Principios de la preparación de alimentos*, Montevideo, Comisión Sectorial de Enseñanza, 2018, disponible en [<https://www.colibri.udelar.edu.uy/jspui/handle/20.500.12008/21084>].

29 GREISY JOHANA RÍOS PRADO. “Obtención de concentrados proteicos de la torta residual de Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis* L.), mediante tres métodos de extracción para su empleo en alimentos de consumo humano” (tesis de pregrado), Pucallpa, Perú, Universidad Nacional de Ucayali, 2019, disponible en [<http://repositorio.unu.edu.pe/handle/UNU/4265>].

embargo, la retención de un alto contenido acuoso no siempre es positivo, puesto que una sustancia con un alto nivel de absorción puede causar la deshidratación de otros componentes dentro de un sistema determinado.

– *Capacidad de absorción de aceite.* Tanto la retención de agua como de aceite, permiten que diversos productos alimenticios posean características particulares agradables para su consumo, tales como en la elaboración de salchicha, mayonesa, etc. Cabe destacar que la palatabilidad de un alimento se incrementa debido a su contenido graso.

Según MARRUGO *et al.*<sup>30</sup>, los productos alimenticios que retienen el sabor poseen esta capacidad. Así mismo, la absorción de aceite permite que una sustancia se proteja de una desnaturalización térmica.

Por otro lado, los aminoácidos que rechazan el agua serán los que mantengan una relación entre los lípidos y las proteínas.

– *Solubilidad.* Esta propiedad es fundamental en la tecnología de alimentos; sin embargo, solo puede ser aplicada de manera directa en la producción de bebidas, entre otros similares, ya que influye en otras propiedades (por ejemplo, en la emulsificación). Por tanto, se estima otras propiedades funcionales a partir de esta y, a su vez, los datos obtenidos serán pertinentes para valorar el componente proteico del producto.

Entonces, una proteína es soluble si interacciona con el disolvente (por ejemplo, los puentes de hidrógenos), así como con otros factores como el grado de acidez (pH). Por consiguiente, el componente proteico debe contar con una interacción firme entre la proteína y el solvente para obtener una sustancia con un nivel superior de solubilidad, si esto no sucede, la conexión entre proteínas ocasionará la disminución de esta propiedad, con una gran posibilidad de generar la precipitación.

---

30 YESID A. MARRUGO LIGARDO, PIEDAD M. MONTERO CASTILLO y MARLENE DURÁNLENGUA. “Evaluación nutricional de concentrados proteicos de *Phaseolus lunatus* y *Vigna unguiculata*”, *Información Tecnológica*, vol. 27, n.º 6, 2016, pp. 107 a 114, disponible en [<https://www.scielo.cl/pdf/infotec/v27n6/art11.pdf>].

### III. MÉTODOS DE EXTRACCIÓN PROTEICA DE LAS HOJAS

Para extraer las proteínas de las hojas es necesario conocer tres pasos esenciales, tal como lo afirman TAMAYO *et al.*<sup>31</sup>: intermisión del tejido debido a tratamientos mecánicos, la precipitación de proteínas por tratamientos de pH y la concentración de proteínas.

Además, el contenido proteico foliar seco es alto, sin embargo, esto depende del método de extracción que sea utilizado.

Para dicha extracción proteica se detallarán dos métodos: por hidrólisis básica-ácida y por extracción térmica.

#### A. Hidrólisis básica-ácida

Según FLORES *et al.*<sup>32</sup>, la hidrólisis básica se basa en la disolución concentrada de hidróxido de sodio (NaOH), lo cual genera la racemización de aminoácidos. Mientras que la de tipo ácida utiliza catalizadores ácidos para modificar la cadena de polisacáridos de la biomasa en monómeros. Si bien es posible aplicar diversos ácidos –como el sulfuroso y el fosfórico–, a nivel industrial solo se han usado ácidos clorhídricos y sulfúricos.

#### B. Método por extracción térmica

Este método requiere que las proteínas se coagulen a un aproximado de 60° C, es decir, se realiza un proceso de gelificación, el cual consiste en calentar las proteínas disueltas a cierta temperatura y luego se deben enfriar, de esta manera se obtiene un gel viscoso y blando. Este biopolímero gelificado permite que, mediante su estructura enrejada, absorba moléculas de agua.

---

31 TAMAYO TENORIO, GIETELING, DE JONG, BOOM y VAN DER GOOT. “Recovery of protein from green leaves: Overview of crucial steps for utilization”, cit.

32 JULIA FLORES, CONCESA CABALLERO y MARCO ANTONIO MOREIRA. “Una interpretación aproximativa del concepto de Hidrólisis en estructuras peptídicas en un Curso de Bioquímica del IPC en el contexto de la Teoría de los Campos Conceptuales de Vergnaud”, *Revista de Investigación*, vol. 32, n.º 64, 2008, pp. 135 a 159, disponible en [<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=376140379006>].

NGUGI *et al.*<sup>33</sup> señalan que obtuvieron el concentrado proteico de amaranto mediante este método, pero emplearon equipos semiindustriales.

Por otro lado, este método presenta una desventaja: la inmediatez de su procesamiento luego de ser cosechado, ya que en ese momento empieza el deterioro de la planta. Al respecto, QUINTANA y ALVARADO<sup>34</sup> señalan que es preferible utilizar la harina de la hoja, puesto que se conserva y almacena por más tiempo; mientras que la extracción y precipitación de hojas frescas debe ser rápida debido a la disminución acelerada de sus tejidos vegetales.

#### IV. CONCENTRADO PROTEICO FOLIAR

La tendencia a reducir el consumo de proteínas de origen animal y sustituirlo por una fuente vegetal, ha generado que hoy en día se desarrollen procesos de extracción de concentrado proteico vegetal (productos con 60% a 80% de proteínas) para mejorar la alimentación humana.

Respecto a los aislados de proteínas, estos son producidos a partir de la eliminación de hidratos de carbono (solubles e insolubles) que conformaban la harina de un producto antes desengrasado.

En cuanto a los concentrados proteicos de las hojas, estos son tomados en cuenta como una fuente de proteínas complementaria; por ejemplo, MEJÍA<sup>35</sup> indica en su estudio que el concentrado de proteínas extraído de la alfalfa se exporta a Estados Unidos y Europa. El beneficio de estos concentrados proteicos es que pueden incluirse en algunas formulaciones según sus requerimientos.

---

33 Ídem.

34 JOSUÉ QUINTANA SABOGAL y ALVEYRIS ALVARADO YANES. “Condiciones para la precipitación de proteína foliar a partir de la *Moringa Oleifera Lam*” (tesis de pregrado), Barranquilla, Colombia, Universidad Nacional Abierta y a Distancia, 2013, disponible en [<https://es.slideshare.net/andresquintanav/condiciones-para-la-precipitacion-de-la-proteina-foliar-a-partir-de-la-moringa-oleifera-lam-29934418>].

35 CECILIA MAURA MEJÍA DOMÍNGUEZ. “Elaboración de galletas enriquecidas con concentrado proteico foliar de zanahoria” (tesis de maestría), Huacho, Perú, Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión, 2009, disponible en [<https://1library.co/document/q2o66ojz-elaboracion-de-galletas-enriquecidas-con-concentrado-proteico-foliar-de-zanahoria.html>].

En comparación con las semillas de soja y maíz, el concentrado de proteínas de las hojas es más alto en nitrógeno y en aminoácidos (metionina y lisina), así también contienen altos porcentajes de aluminio y hierro que se encuentran en varios alimentos de consumo regular.

En síntesis, se sugiere consumir verduras de hojas verdes, puesto que contienen muchas proteínas necesarias para el organismo; sin embargo, esto no es posible debido a la presencia de las fibras de celulosa en las hojas, por ello las proteínas deben ser extraídas.

## La nutrición en etapa preescolar y efectos de la kiwicha en la dieta alimenticia

### I. NUTRICIÓN EN ETAPA PREESCOLAR

Los infantes entre dos y seis años están en pleno desarrollo óseo y muscular, por lo que requieren de nutrientes que les proporcionen las cantidades esenciales de calorías, proteínas, grasas y minerales. En esta etapa se debe tener en cuenta que: a) se alteran sus hábitos alimenticios, pues rechazan ciertas comidas por sus aspecto u olor; b) a la edad de dos y tres años se produce una desaceleración de su crecimiento, que se regula de manera progresiva hasta los seis años y c) prefieren los alimentos consumidos por sus padres o su entorno más cercano. Estos macro y micronutrientes deben considerarse en una dieta balanceada, pues son beneficiosos para la salud de los niños<sup>36</sup>.

---

36 O. GONZÁLEZ CALDERÓN y H. EXPÓSITO DE MENA. "Alimentación del niño preescolar, escolar y del adolescente", *Pediatría Integral*, vol. XXIV, n.º 2, 2020, pp. 98 a 107, disponible en [[https://www.pediatriaintegral.es/wp-content/uploads/2020/xxivo2/04/n2-098-107\\_OlgaGlez.pdf](https://www.pediatriaintegral.es/wp-content/uploads/2020/xxivo2/04/n2-098-107_OlgaGlez.pdf)], p. 99.

## II. CONSECUENCIAS DE UNA MALA NUTRICIÓN INFANTIL

Es importante que se tome en cuenta la nutrición de los infantes en los primeros seis años de vida, puesto que en estas edades se genera un mayor desarrollo de su sistema inmune y óseo, el crecimiento muscular, así también de sus capacidades emocionales e intelectuales.

Sin embargo, existentes diversos casos de malnutrición infantil hoy en día, pese a que se cuenta con un gran progreso tecnológico, cultural y social. Según MALDONADO<sup>37</sup>, la poca ingesta de alimentos en esta etapa puede causar la carencia de ciertos nutrientes en el organismo (desnutrición), la disminución del hierro y otros minerales en la sangre (anemia). Adicional a ello, POPKIN<sup>38</sup> asevera que el exceso del consumo de alimentos que presenten altos contenidos de grasas saturadas y azúcares pueden generar sobrepeso, obesidad, diabetes o problemas cardiovasculares en su etapa adulta.

De acuerdo con UNICEF<sup>39</sup>, se pueden encontrar varios casos de niños que han tenido una mala nutrición durante su infancia y esto se refleja en su desempeño en las escuelas, ya que su capacidad mental se ha desarrollado de manera inadecuada, incluso, se puede suscitar daños neurológicos irreversibles. En la África Subsahariana, los infantes que no han mantenido una alimentación sana durante sus primeros años de vida pueden atrasarse hasta dos años en la escuela debido al padecimiento de desnutrición crónica o, en el peor de los casos, no culminar su etapa escolar.

Por lo tanto, muchos niños tienen problemas de crecimiento, no desarrollan sus capacidades cognitivas de manera adecuada, e incluso fallecen debido a una desnutrición crónica o por infecciones de gravedad.

- 
- 37 ROCÍO BELINDA MALDONADO CHOQUE. “La mala nutrición y su relación con el desarrollo intelectual” (tesis de pregrado), Lima, Universidad Nacional de Educación Enrique Guzmán y Valle, 2020, disponible en [<https://repositorio.une.edu.pe/handle/20.500.14039/6133>].
- 38 BARRY POPKIN. *El impacto de los alimentos ultraprocesados en la salud*. 2030 - Alimentación, agricultura y desarrollo rural en América Latina y el Caribe, n.º 34, Santiago de Chile, FAO, 2020, disponible en [<https://www.fao.org/3/ca7349es/CA7349ES.pdf>], p. 5.
- 39 FONDO DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA INFANCIA. *Niños, alimentos y nutrición: crecer bien en un mundo en transformación*, Nueva York, UNICEF, 2019, disponible en [<https://www.unicef.org/media/62486/file/Estado-mundial-de-la-infancia-2019.pdf>].

### A. Consumo inadecuado de proteínas en niños de dos a seis años

Existen diversas causas de la malnutrición en infantes dentro de sus primeros seis años de vida, entre las que se mencionan, según GONZÁLEZ y EXPÓSITO<sup>40</sup>, el excesivo consumo de proteínas, lo cual produce que el calcio de los huesos se movilice demasiado y esto genere efectos adversos en su proceso de mineralización. Además, la carencia o exceso de algunos aminoácidos neurotransmisores encargados de regular las capacidades cognitivas, emocionales y motoras de los niños permiten que se cumplan dichas funciones de manera inadecuada.

De acuerdo con NARANJO *et al.*<sup>41</sup>, el mal consumo de proteínas también puede ocasionar edema nutricional, decoloración del cabello, además de enfermedades crónicas como el kwashiorkor (por deficiencia extrema de proteínas) y el marasmo (deficiencia de proteínas y calorías en los primeros tres años de vida).

Por otro lado, el exceso de proteínas ingerido por los niños en los primeros dos años de vida puede ocasionar obesidad o sobrepeso cuando lleguen a la etapa adulta, debido a que se genera una sobreproducción de insulina<sup>42</sup>.

## III. CONSIDERACIONES NUTRICIONALES FUNDAMENTALES EN INFANTES

En esta etapa del desarrollo humano, los infantes experimentan un desgaste energético mayor debido a que se forman sus huesos, hay más actividad física. Si bien es necesario que consuman proteínas de origen animal (carnes, pescados, leche, huevo) también se requieren

---

40 GONZÁLEZ CALDERÓN y EXPÓSITO DE MENA. “Alimentación del niño preescolar, escolar y del adolescente”, cit.

41 ANDREA ENRIQUETA NARANJO CASTILLO, VIRGINIA ANABELL ALCIVAR CRUZ, THAYLANDIA STEFANIE RODRÍGUEZ VILLAMAR y FREDDY ALBERTO BETANCOURT BOHÓRQUEZ. “Desnutrición infantil kwashiorkor”, *RECIMUNDO*, vol. 4, n.º 1, 2020, pp. 24 a 45, disponible en [<http://recimundo.com/index.php/es/article/view/775>].

42 WILSON DAZA, SILVANA DADÁN, CHRISTINE ARANGO y MICHELLE HIGUERA. “Ingesta excesiva de proteínas en la infancia y programación metabólica: presentación de caso clínico y revisión de literatura”, *Precop SCP*, vol. 14, n.º 3, 2016, pp. 34 a 48, disponible en [<https://scp.com.co/wp-content/uploads/2015/10/14-3.pdf>].

de los aminoácidos que proporcionan las proteínas de origen vegetal, entre las que destacan la metionina y lisina, que se encuentran en cereales, legumbres y frutas.

En la Tabla 2 se observa la cantidad recomendada de calorías y proteínas que deben consumir los infantes por kilogramo al día.

**TABLA 2.** Calorías y proteínas recomendadas por día en infantes de dos a seis años (RDA y AI)<sup>43</sup>

Edad	Peso (kg)	Talla (cm)	Kcal/kg	Kcal/día	Prot/kg	Prot/día
De dos a tres años	13	90	102	1.300	1,05	13
De cuatro a seis años	20	112	90	1.800	0,95	19

*Fuente:* GONZÁLEZ CALDERÓN y EXPÓSITO DE MENA. “Alimentación del niño preescolar, escolar y del adolescente”, cit.

Así mismo, el consumo de alimentos que contengan lípidos son una gran fuente de energía para los infantes. Según GONZÁLEZ y EXPÓSITO<sup>44</sup>, se ha observado en los últimos años que el consumo en menor cantidad de grasas no saturadas en esta etapa puede ocasionar obesidad en la adolescencia, por ello se procura que los niños de dos a tres años consuman entre 30% y 35% total de grasas; mientras que de los cuatro años a más, se recomienda ingerir del 25% a 35%. Estos lípidos se pueden encontrar en los frutos secos y en el pescado.

Por otro lado, el consumo de alimentos que contengan tanto minerales como vitaminas aportan lo necesario para lograr una masa ósea y muscular apropiada (calcio, vitamina D y zinc), regular las cantidades de hierro en la sangre, entre otros.

En las Tablas 3 y 4 se muestran las cantidades recomendadas de minerales y vitaminas principales para los niños en etapa preescolar.

43 La RDA se refiere a la cantidad diaria que es recomendada consumir, mientras que AI especifica que este valor aproximado se determinó de un conjunto de personas sanas y que es suficiente para una absorción adecuada de los nutrientes.

44 GONZÁLEZ CALDERÓN y EXPÓSITO DE MENA. “Alimentación del niño preescolar, escolar y del adolescente”, cit., p. 101.

**TABLA 3.** Consumo sugerido de vitaminas por día en infantes de dos a seis años (RDA y AI)

Edad	Vit. A (µg)	Vit. D (µg)	Vit. E (µg)	Vit. C (µg)	Vit. K (µg)	Vit. B6 (µg)	Vit. B12 (µg)
De dos a tres años	300	15	6	15	30	0,5	0,9
De cuatro a seis años	400	15	7	25	55	0,6	1,2

Fuente: GONZÁLEZ CALDERÓN y EXPÓSITO DE MENA. “Alimentación del niño preescolar, escolar y del adolescente”, cit.

**TABLA 4.** Consumo sugerido de minerales por día en infantes de dos a seis años (RDA y AI)

Edad	Calcio (mg)	Sodio Na (g)	Cloro (g)	Hierro (mg)	Potasio (g)	Zinc (mg)	Se (µg)	Yodo (µg)
De dos a tres años	700	1	1,5	7	3	3	20	90
De cuatro a seis años	1,000	1,2	1,9	10	3,8	5	30	90

Fuente: GONZÁLEZ CALDERÓN y EXPÓSITO DE MENA. “Alimentación del niño preescolar, escolar y del adolescente”, cit.

### **A. Recomendaciones de alimentos para niños de dos a seis años**

Para que un niño pueda crecer saludable, es necesario considerar las calorías, proteínas, grasas, azúcares, minerales y vitaminas en cada día. Muchos alimentos tienen estas propiedades en diferentes cantidades, por lo que se deben ingerir de manera balanceada.

Según GONZÁLEZ y EXPÓSITO<sup>45</sup>, el infante requiere consumir un desayuno consistente, pues este primer alimento facilita el metabolismo en el organismo, así como también propicia los mecanismos de atención y memoria. Para el almuerzo y la cena se puede consumir verduras, carnes y frutas; evitando la ingesta de alimentos con altas

concentraciones de grasas saturadas, azúcares y calorías, debido a que no proporcionan los nutrientes requeridos para los niños. Entre los alimentos sugeridos destacan la leche, el yogur y el queso (tres porciones al día); mientras que el pescado, pollo, huevo, cereales y verduras de una a tres porciones diarias. También se sugiere ingerir tres porciones de fruta cada día y beber como mínimo cuatro vasos de agua. Las carnes se deben ingerir de manera opcional o moderada.

En lo referente al rol de la familia en la alimentación, para CUBERO *et al.*<sup>46</sup>, la preparación de los alimentos para los niños es esencial, así como establecer un ambiente propicio para ingerir las comidas del día, alejado de distracciones (por ejemplo, la televisión) pues los niños en estas edades tienden a imitar el comportamiento de los padres o adultos más cercanos. Se debe regular la cantidad de alimentos que ingiere según su edad y los nutrientes que requiere, además de determinar un horario para cada comida del día con el fin de fomentar hábitos saludables en el infante.

También es conveniente que en esta etapa se consuman otros suplementos alimenticios, dependiendo de los nutrientes que requiera el niño a medida que se desarrolla.

Y en cuanto al rol de la escuela en la alimentación, los centros educativos también cumplen un papel primordial en el desarrollo de los niños, pues el proceso de aprendizaje implica un desgaste físico y mental. Por ende, el niño debe recibir un desayuno sustancioso para realizar sus actividades con eficiencia.

En ese sentido, la Agencia de Salud Pública de Cataluña<sup>47</sup> indica que un niño requiere ingerir de una dieta balanceada a diario, por lo que las escuelas deben instaurar comedores escolares para brindar desayuno y almuerzo a la totalidad de sus estudiantes en los días que

---

46 JAVIER CUBERO JUÁNEZ, FLORENTINA CAÑADA CAÑADA, EMILIO COSTILLO BORREGO, M. CALDERÓN, A. L. SANTOS, C. PADEZ, CONSTANTINO RUIZ MACÍAS y LOURDES FRANCO HERNÁNDEZ. “La alimentación preescolar, educación para la salud de los 2 a los 6 años”, *Enfermería Global*, vol. 11, n.º 3, 2011, pp. 337 a 345, disponible en [<https://revistas.um.es/eglobal/article/view/eglobal.11.3.139041>].

47 AGENCIA DE SALUD PÚBLICA DE CATALUÑA. *La alimentación saludable en la etapa escolar. Guía para familias y escuelas*, Barcelona, Agencia de Salud Pública de Cataluña, 2020, disponible en [[https://salutpublica.gencat.cat/web/.content/minisite/aspcat/promocio\\_salut/alimentacio\\_saludable/o2Publicacions/pub\\_alim\\_inf/guia\\_alimentacio\\_saludable\\_etapa\\_escolar/guia\\_alimentacion\\_etapa\\_escolar.pdf](https://salutpublica.gencat.cat/web/.content/minisite/aspcat/promocio_salut/alimentacio_saludable/o2Publicacions/pub_alim_inf/guia_alimentacio_saludable_etapa_escolar/guia_alimentacion_etapa_escolar.pdf)].

asistan, así como realizar reuniones mensuales con los padres de familia para que ellos continúen la buena práctica alimenticia en casa.

Así mismo, se debe promover la actividad física y recreativa en las escuelas como parte del desarrollo motor y emocional del niño.

De este modo se crea un hábito alimenticio saludable en los niños, lo cual se reflejará en su rendimiento escolar.

### III. EFECTOS DEL CONSUMO DE KIWICHA EN LA ETAPA PREESCOLAR

La kiwicha posee un alto valor alimenticio, ya que contiene un gran porcentaje de proteínas (entre 13% y 18% aproximadamente) y aminoácidos esenciales que coadyuvan al aprovechamiento de los nutrientes proteicos<sup>48</sup>, grasas, lípidos y azúcares; por lo tanto, este alimento es fundamental dentro de una dieta balanceada para los niños de dos a seis años.

De acuerdo con HUAMÁN *et al.*<sup>49</sup>, entre los aminoácidos que contiene la kiwicha destacan los siguientes:

- *Lisina*. Es esencial para la producción de anticuerpos y enzimas, además, interviene en la formación del colágeno. La kiwicha contiene un alto porcentaje de este aminoácido, por ello se sugiere que sea consumida tanto por madres en etapa de gestación como por infantes.
- *Treonina*. Es primordial para el desarrollo del tejido muscular, la producción de enzimas del sistema inmune y digestivas. Dado que este aminoácido no es sintetizado por el propio organismo, es elemental que la kiwicha sea parte de la alimentación diaria del infante.

---

48 QUEVEDO ROJAS, GASTULO MALCA e YGNACIO SANTA CRUZ. “Elaboración de una barra alimenticia de kiwicha, polen y miel de abeja”, cit., p. 132.

49 MELISA HETEL HUAMÁN CHACALTANA, YULY LIPACA QUICHCA Y SHIRLEY JUDHYT MENDOZA PEÑA. “Efecto de la intervención educativa en el nivel de la educación alimentaria de madres sobre el uso de los granos andinos en el distrito de Callahuanca-Huarocharí-2017” (tesis de pregrado), Lima, Perú, Universidad Nacional de Educación Enrique Guzmán y Valle, 2018, disponible en [<https://repositorio.une.edu.pe/handle/20.500.14039/1254>].

- *Leucina*. Aminoácido fundamental para captar nutrientes de las células musculares y estimular la síntesis de proteínas. La deficiencia de este puede ocasionar debilidad muscular.
- *Isoleucina*. Sintetiza proteínas musculares y regula el nivel de glucosa en la sangre.
- *Valina*. Participa en la reparación de los tejidos musculares al igual que la leucina y la isoleucina.

Y los aminoácidos limitantes de la kiwicha son:

- *Triptófano*. Se encarga de regular el ciclo de vigilia-sueño, lo cual genera un desarrollo estable de las capacidades cognitiva y emocional en el niño. Este aminoácido no es producido por el organismo, por lo que se sugiere añadir la kiwicha en la dieta diaria.
- *Metionina*. Es necesario para el desarrollo de los músculos en los niños y ayuda a sintetizar proteínas.
- *Fenilalanina*. Interviene en la producción de neurotransmisores. Este es un aminoácido que participa en la síntesis de la tirosina.

Así mismo, contiene fibra y algunos minerales como: a) *Hierro*, que previene casos de anemia en niños; b) *Zinc*, para incrementar tanto masa muscular como ósea y fortalecer el sistema inmunológico; c) *Fósforo*, que previene la aparición de caries y problemas renales; d) *Potasio*, su consumo es ideal para mantener un adecuado desarrollo óseo e interviene en la producción de proteínas; y e) *Calcio*, que fortalece los dientes y participa en el desarrollo óseo de los infantes. Las vitaminas E y B también están presentes en el grano de kiwicha.

Respecto a las hojas de kiwicha, HUAMÁN *et al.*<sup>50</sup> señalan que estas se suelen utilizar en la preparación de sopas, incluso, se elaboran bebidas energéticas con los tallos de la kiwicha.

Por lo tanto, la ingesta de kiwicha es recomendable por ser un alimento completo, con altos valores nutritivos. Si se consumen en las proporciones requeridas, sus nutrientes evitarán el aumento de los casos de desnutrición infantil u obesidad.

## CAPÍTULO QUINTO

## Estudios previos sobre la extracción proteica de vegetales y su uso en la alimentación infantil

En la última década se han realizado estudios sobre la extracción de concentrado proteicos en vegetales, como la investigación de CORTÉS y GALLARDO<sup>51</sup>, quienes aplicaron un método que posibilitó la recuperación del 92% de las proteínas de la alfalfa, en contraste con otros cuatro métodos y sus combinaciones, empleados para efectuar dicha extracción de proteínas. En este caso, el mejor método requería del uso del jugo de alfalfa, luego, regularon el pH al punto isoelectrico de la proteína, y por último, emplearon un tratamiento térmico. Así mismo, se efectuó un análisis proximal de la concentración proteica de esta planta para obtener el valor porcentual de su humedad.

---

51 A. CORTÉS SÁNCHEZ e Y. GALLARDO NAVARRO. "Obtención de concentrados proteicos a partir de alfalfa (*Medicago sativa*)", en *VII Congreso Nacional de Ciencias de los Alimentos y III Foro de Ciencia y Tecnología de Alimentos*, Guanajuato, México, 2005, pp. 254 a 263, disponible en [<https://1library.co/document/y6x6xpoy-obtencion-de-concentrados-proteicos-partir-alfalfa-medicago-sativa.html>].

Por otra parte, MEJÍA<sup>52</sup> obtuvo un valor porcentual aproximado del 44% de proteínas mediante la aplicación de un método de extracción en las hojas de zanahoria, utilizadas para la elaboración de galletas. A partir de este análisis se infiere que es factible la sustitución del 10% de concentrado proteico, pero el más aceptable por los expertos es del 5%. La autora también señala que, debido al alto contenido de proteínas, hierro y magnesio en las galletas de zanahoria, estas pueden ser empleadas en el desayuno escolar como complemento energético.

Mientras que en la investigación de MUNIVE<sup>53</sup>, se extrajo el concentrado de proteínas de la soya y el aislado del maíz, luego, se realizó un proceso hidrolizado de ambos para que sea posible producir un complemento que sea añadido a la dieta diaria de las personas, y de este modo, disminuir los casos de desnutrición en Ecuador. Además, dicho suplemento obtuvo un valor porcentual proteico mayor al 70%, lo cual se considera adecuado según los requerimientos nutricionales.

En la investigación de QUINTANA y ALVARADO<sup>54</sup>, se evaluó el concentrado de proteínas de la harina de hojas de *moringa* por extracción acuosa, luego, el resultado líquido se precipitó a 80 °C y con un pH de 4, lo cual generó un rendimiento del 35,33% de proteínas. Después, se analizaron las propiedades químicas de este concentrado, cuyo resultado fue del 58,4% de proteínas y 6% de minerales, lo cual demuestra su gran valor nutritivo. Por lo tanto, este concentrado puede ser empleado como complemento alimenticio para reducir el índice de desnutrición presente en diferentes países del mundo.

TAMAYO *et al.*<sup>55</sup> analizaron el contenido proteico de la remolacha azucarera, de la cual obtuvieron un 68,9% de concentrado proteico, por lo que sugiere que se efectúen más investigaciones sobre las hojas verdes.

---

52 MEJÍA DOMÍNGUEZ. "Elaboración de galletas enriquecidas con concentrado proteico foliar de zanahoria" cit.

53 MUNIVE LEDESMA. "Elaboración de un suplemento alimenticio en polvo para consumo humano a partir de una mezcla de hidrolizado de soya y almidón de maíz", cit.

54 QUINTANA SABOGAL y ALVARADO YANES. "Condiciones para la precipitación de proteína foliar a partir de la *Moringa Oleifera* Lam", cit.

55 TAMAYO TENORIO, GIETELING, DE JONG, BOOM y VAN DER GOOT. "Recovery of protein from green leaves: Overview of crucial steps for utilization", cit.

En cuanto a la investigación realizada por ADEYEMI y OSUBOR<sup>56</sup> sobre el jacinto de agua, cuyas hojas son una fuente de concentrado proteico (LPC) adecuado debido a sus características nutritivas y porque carece de rasgos de toxicidad, se concluye que dicho concentrado está compuesto por 17 de los 20 aminoácidos fundamentales para el ser humano.

Por otra parte, NGUGI *et al.*<sup>57</sup> obtienen un 36,42% de proteínas de las hojas de *Amaranthus Hybridus* por extracción térmica, lo cual evidencia que esta especie cuenta con un valor nutricional elevado. Por ello, los autores sugieren que se realicen investigaciones de mayor profundidad para esta especie.

Cabe destacar que hoy en día se ha notado un gran avance tecnológico, como el estudio efectuado por ZHANG *et al.*<sup>58</sup>, quienes implementaron un método novedoso para extraer proteínas de la alfalfa, que consiste en el uso de una membrana de ultrafiltración con un disco rotatorio. Este método es empleado para separar y concentrar proteínas.

PÉREZ *et al.*<sup>59</sup> investigaron respecto a la manera adecuada de extraer proteínas de las hojas de *Moringa oleifera Lamarck*. A partir de ello, se deduce que en este proceso es indispensable considerar un pH de 11 o 12, sin el solvente cloruro de sodio, a fin de que el concentrado proteico obtenido sea de calidad.

---

56 OYEYEMI ADEYEMI y CHRIS OSUBOR. "Assessment of nutritional quality of water hyacinth leaf protein concentrate", *The Egyptian Journal of Aquatic Research*, vol. 42, n.º 3, 2016, pp. 269 a 272, disponible en [<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1687428516300504?via%3Dihub>].

57 NGUGI, OYOO-OKOTH, MANYALA, FITZSIMMONS y KIMOTHO. "Characterization of the nutritional quality of amaranth leaf protein concentrates and suitability of fish meal replacement in Nile tilapia feeds", *cit.*

58 WENXIANG ZHANG, LU-HUI DING, NABIL GRIMI, MICHEL JAFFRIN y BING TANG. "Application of UF-RDM (Ultrafiltration Rotating Disk Membrane) module for separation and concentration of leaf protein from alfalfa juice: Optimization of operation conditions", *Separation and Purification Technology*, vol. 175, 2017, pp. 365 a 375.

59 BYRON PÉREZ, JAVIER GARRIDO, ANDREA ENDARA, ANDREA LANDÁZURI y LUCÍA RAMÍREZ CÁRDENAS. "Optimization of the extraction and precipitation process of a leaf protein concentrate from *Moringa oleifera* Lam.", *Revista Facultad Nacional de Agronomía*, vol. 75, n.º 1, 2022, pp. 9.813 a 9.821, disponible en [<http://www.scielo.org.co/pdf/rfnam/v75n1/2248-7026-rfnam-75-01-9813.pdf>].

También se han efectuado investigaciones que relacionan la extracción de proteínas de algunas plantas y la alimentación de niños en sus primeras etapas de vida. Tal es el caso de SOBERÓN *et al.*<sup>60</sup>, quienes evalúan de qué manera incide la ingesta de proteínas de una especie de planta leguminosa en la desnutrición de un grupo de infantes de seis años, se colige que al ingerir dicho concentrado durante 25 días se incrementaron los niveles de reticulocitos y de albúmina sérica – proteína sanguínea de alto valor porcentual, sintetizada en el hígado y con una gran cantidad de aminoácidos esenciales– en los niños, es decir, mejoraron su estado nutricional.

Así mismo, en el estudio de SALVADOR y VEGA<sup>61</sup>, cuyo objetivo consiste en determinar la manera adecuada de aprovechar los nutrientes de quinua, kiwicha y mango para elaborar un alimento que tenga un alto valor alimenticio para infantes en etapa preescolar a partir de un análisis de las propiedades fisicoquímicas de cada alimento; se concluye que se requiere un alimento compuesto por un 70% de mango y 15% tanto de quinua como de kiwicha, ya que esta combinación contaría con un 2,8% de proteínas, 22,1% de carbohidratos y 1,4% de grasas por cada 100 gramos. Este alimento resulta beneficioso para los infantes de dos a cinco años, pues les brinda muchos de los nutrientes que requieren para desarrollar su sistema muscular y óseo.

En cuanto al estudio de RÍOS<sup>62</sup>, cuyo propósito consiste en determinar cuál es el método (hidroalcohólico, isoeléctrico o térmico) apropiado para extraer los concentrados proteicos de sachá inchi (*Plukenetia*

60 MARÍA SOBERÓN, ROSA ORIONDO, ENRIQUETA ESTRADA, INÉS ARNAO, ADRIANA CORDERO, LUZ VELÁSQUEZ e IRENE ARTEAGA. “Impacto de una intervención alimentaria con un concentrado proteico de *Medicago sativa* L (alfalfa), en niños preescolares con desnutrición crónica”, *Anales de la Facultad de Medicina*, vol. 70, n.º 3, 2009, pp. 168 a 174, disponible en [[http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1025-558320090003000003](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1025-558320090003000003)].

61 ELMER SALVADOR REYES y JORDY BORIS VEGA ZULOETA. “Formulación de un alimento para niños en edad pre escolar a base de quinua (*Chenopodium quinoa*), kiwicha (*Amaranthus caudatus*) y mango (*Mangifera indica*)” (tesis de pregrado), Lambayeque, Perú, Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, 2017, disponible en [<https://repositorio.unprg.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12893/1588/BC-TES-TMP-431.pdf?sequence=1&isAllowed=y>].

62 RÍOS PRADO. “Obtención de concentrados proteicos de la torta residual de Sachá Inchi (*Plukenetia volubilis* L.), mediante tres métodos de extracción para su empleo en alimentos de consumo humano”, cit.

*netia volubilis*) y usarlo en productos comestibles. Para ello, se efectuó el análisis proximal de los resultados obtenidos con cada método y el de mayor rendimiento de proteínas fue por extracción hidroalcohólica (88,06%). También se evaluaron los indicadores de calidad de este concentrado proteico y se estableció que sí era adecuado utilizarlo en productos que puedan ser consumidos por niños, jóvenes y adultos, debido a su bajo costo de producción.

Respecto a la investigación ejecutada por RAMÍREZ *et al.*<sup>63</sup>, en la cual extrajeron las proteínas de las hojas de chaya (*Cnidoscolus aconitifolius*) con el fin de analizar sus componentes para su uso en la alimentación humana, se infiere que el concentrado proteico de esta planta contiene aminoácidos esenciales (no posee limitantes) que favorecen a la nutrición de los infantes, además, los autores afirman que generar suplementos u otros productos para consumo humano a partir de este concentrado tienen bajo costo, lo cual sería beneficioso para que las familias de escasos recursos puedan adquirirlos.

En estas investigaciones se presentan diversos métodos de extracción para obtener la mayor cantidad de proteínas de los vegetales, del cual destaca la extracción térmica y la hidrólisis química. Así mismo, en algunas investigaciones se indica si dichas proteínas son beneficiosas para la salud, con el fin de disminuir los casos de desnutrición infantil, obesidad o sobrepeso.

Por ello, es importante que se comparen los resultados de algunas de estas investigaciones con los obtenidos en el estudio de caso para determinar si el concentrado proteico de las hojas de kiwicha influye de modo favorable en la alimentación de los niños.

---

63 MILENA MARÍA RAMÍREZ RODRIGUES, JORGE CARLOS MÉTRI OJEDA, MARIANA GONZÁLEZ DÍAZ y DIANA KARINA BAIGTS ALLENDE. "Use of Chaya (*Cnidoscolous chayamansa*) Leaves for Nutritional Compounds Production for Human Consumption", *Journal of the Mexican Chemical Society*, vol. 65, n.º 1, 2021, disponible en [<https://www.jmcs.org.mx/index.php/jmcs/article/view/1433>], p. 125.



**CAPÍTULO SEXTO**

# El concentrado proteico de las hojas de kiwicha extraído mediante dos métodos y su efecto en la nutrición de preescolares

## I. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

Hoy en día es importante que los niños puedan consumir los nutrientes necesarios para fortalecer su sistema inmune y que tengan un buen desarrollo de sus capacidades físicas y mentales. Sin embargo, en la etapa de los dos a tres años empiezan a escoger los alimentos que no desean y a preferir otros, que, en ocasiones, generan el no consumo de ciertas proteínas esenciales para un pleno crecimiento. Por ello, se busca la manera de incluir todos los nutrientes en los alimentos, como es el caso de la kiwicha, planta que contiene un alto contenido proteico. Si bien su grano es incluido en los alimentos, sus hojas también contienen un gran porcentaje de nutrientes, pero no han sido estudiados por considerarlos residuos agroindustriales.

Por ello, en el presente estudio de caso se aplicarán dos métodos de extracción para evaluar el contenido de proteínas de las hojas de kiwicha y sus efectos en la nutrición de los infantes.

### ***A. Problema general***

¿Cuál es el efecto del concentrado proteico extraído de las hojas de kiwicha mediante dos métodos en la nutrición de preescolares?

### ***B. Problemas específicos***

- ¿Cuál es el efecto del concentrado proteico de las hojas de kiwicha obtenido mediante el método de hidrólisis química en la nutrición de preescolares?
- ¿Cuál es el efecto del concentrado proteico de las hojas de kiwicha obtenido mediante el método de extracción térmica en la nutrición de preescolares?

## **II. OBJETIVOS DEL ESTUDIO**

### ***A. Objetivo general***

Determinar el efecto del concentrado proteico extraído de las hojas de kiwicha mediante dos métodos en la nutrición de preescolares.

### ***B. Objetivos específicos***

- Determinar el efecto del concentrado proteico de las hojas de kiwicha obtenido mediante el método de hidrólisis química en la nutrición de preescolares.
- Determinar el efecto del concentrado proteico de las hojas de kiwicha obtenido mediante el método de extracción térmica en la nutrición de preescolares.

### III. HIPÓTESIS DEL ESTUDIO

#### A. Hipótesis general

El efecto del concentrado proteico extraído de las hojas de kiwicha en la nutrición de preescolares es positivo.

#### B. Hipótesis específicas

- El efecto del concentrado proteico de las hojas de kiwicha obtenido mediante el método de hidrólisis química en la nutrición de preescolares es positivo.
- El efecto del concentrado proteico de las hojas de kiwicha obtenido mediante el método de extracción térmica en la nutrición de preescolares es positivo.

### IV. POBLACIÓN Y MUESTRA DE ESTUDIO

Se efectuó el análisis del concentrado de proteínas de la kiwicha en un ambiente controlado (etapas vegetativas específicas), para la respectiva extracción de proteínas.

Respecto a la muestra de niños de dos a cinco años (etapa preescolar), se recopilaron los datos de la FAO, citada en MARRUGO *et al.*<sup>64</sup>, correspondientes a los valores porcentuales por aminoácido para estas edades.

### V. ENFOQUE Y TIPO DE ESTUDIO

Este estudio presenta un enfoque cuantitativo, pues se detallan las propiedades fisicoquímicas del concentrado proteico extraído de las

---

64 MARRUGO LIGARDO, MONTERO CASTILLO y DURAN LENGUA. "Evaluación nutricional de concentrados proteicos de *Phaseolus lunatus* y *Vigna unguiculata*", cit.

hojas de kiwicha y si estas inciden en la alimentación de niños entre los dos y seis años.

Además, es de tipo experimental porque dicha extracción se ejecuta a partir del sembrado y cultivo de esta planta en un ambiente controlado.

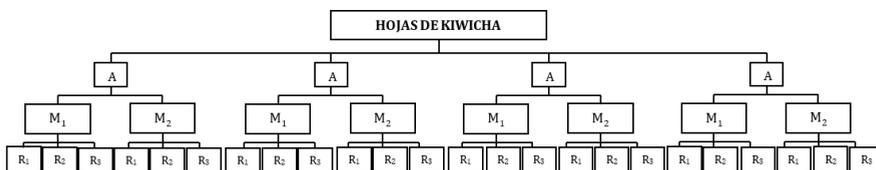
## VI. MÉTODOS Y TÉCNICAS PARA LA RECOPIACIÓN DE DATOS

Se utilizó el *software* llamado Statgraphics Centurion xvii para el análisis estadístico.

Además, se empleó un arreglo factorial 4 x 2 para extraer el concentrado proteico de la kiwicha, el cual consta de los métodos de extracción y las etapas vegetativas, con el fin de obtener el porcentaje de proteínas, así como también la capacidad de absorción de agua y de aceite.

En la Figura 7 se observa el proceso esquematizado para extraer el concentrado proteico en un ambiente controlado a partir de la aplicación de dos métodos:

**FIGURA 7.** Flujograma de la extracción del concentrado proteico por métodos en cuatro etapas vegetativas



Donde:

$A_1$  = Etapa vegetativa a los 30 días

$A_2$  = Etapa vegetativa a los 60 días

$A_3$  = Etapa vegetativa a los 90 días

$A_4$  = Etapa vegetativa a los 120 días

$M_1$  = Método de extracción mediante hidrólisis química

$M_2$  = Método de extracción térmica

$R_1$  = Porcentaje de proteína

$R_2$  = Capacidad de absorción de agua

$R_3$  = Capacidad de absorción de aceite

### ***A. Obtención de la materia prima***

Se sembró la kiwicha en una parcela de 144 m<sup>2</sup> (18 m x 8 m) de un sector en una universidad peruana, además se instaló un sistema de riego tecnificado. Luego de 20 días se llevó a cabo el raleo y, por último, se cosecharon las hojas de esta planta a los 30, 60, 90 y 120 días.

**FIGURA 8.** Esparcimiento de las semillas de kiwicha por la técnica de chorro continuo



**FIGURA 9.** Resultado del cultivo de kiwicha a los 30 días



**FIGURA 10.** Resultado del cultivo de kiwicha a los 60 días



**FIGURA 11.** Resultado del cultivo de kiwicha a los 90 días



**FIGURA 12.** Resultado del cultivo de kiwicha a los 120 días



### ***B. Determinación de las propiedades de las hojas de kiwicha***

*Propiedades físicas.* Se midió la altura de la planta y sus respectivas panojas en una etapa vegetativa específica.

*Propiedades químicas.* Una vez secadas las hojas de esta planta a 45° C con una estufa por un periodo de dos días, se procedió a molerlas hasta obtener un polvo con una longitud de 0,1 cm por partícula. De ese modo se elaboró la harina de hojas de kiwicha.

*Análisis proximal.* Se analizó la humedad, proteínas, grasas y cenizas, de acuerdo con lo establecido por la AOAC<sup>65</sup>, así como los carbohidratos.

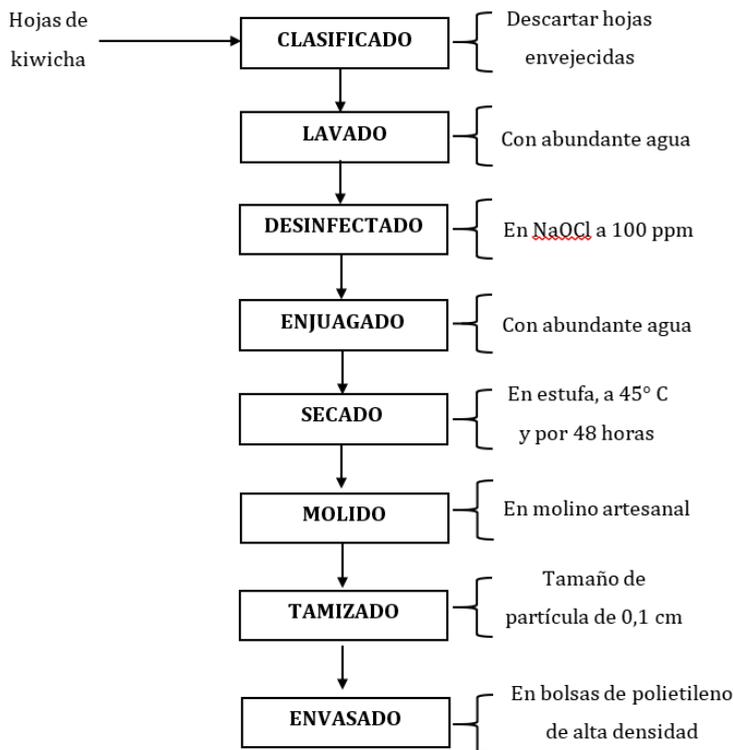
## C. Métodos aplicados para la extracción de contenido proteico

### 1. Por hidrólisis química

#### *Adecuación de la materia prima*

En la Figura 13 se observa que este proceso inicia con la selección de las hojas de kiwicha, luego se lavan y desinfectan con hipoclorito de sodio (NaOCl) y agua, después se muelen las hojas secas, y por último, se obtiene la harina de las hojas de kiwicha.

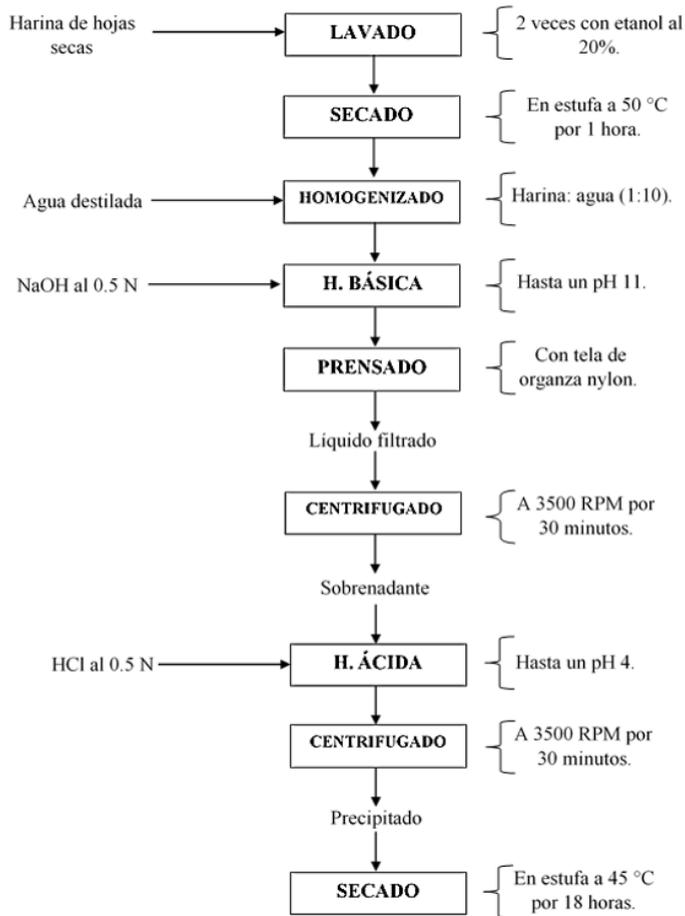
**FIGURA 13.** Esquema del procedimiento de ajustes de la materia prima para la hidrólisis química



### ¿Cómo se obtiene el concentrado de proteínas?

En la Figura 14 se observa esquematizado el proceso para obtener el concentrado proteico de la harina de las hojas de kiwicha:

**FIGURA 14.** Esquema del proceso de obtención del concentrado proteico por hidrólisis química



## 2. Por extracción térmica

### *Adecuación de la materia prima*

Se omiten aquellas hojas que presentan pérdida de agua (hojas marchitas) o que están quebradas, solo se eligen las que están en buen estado. Después, se lavaron y desinfectaron las hojas con una solución de NaOCl a 100 ppm, finalmente, se enjuagaron con bastante agua.

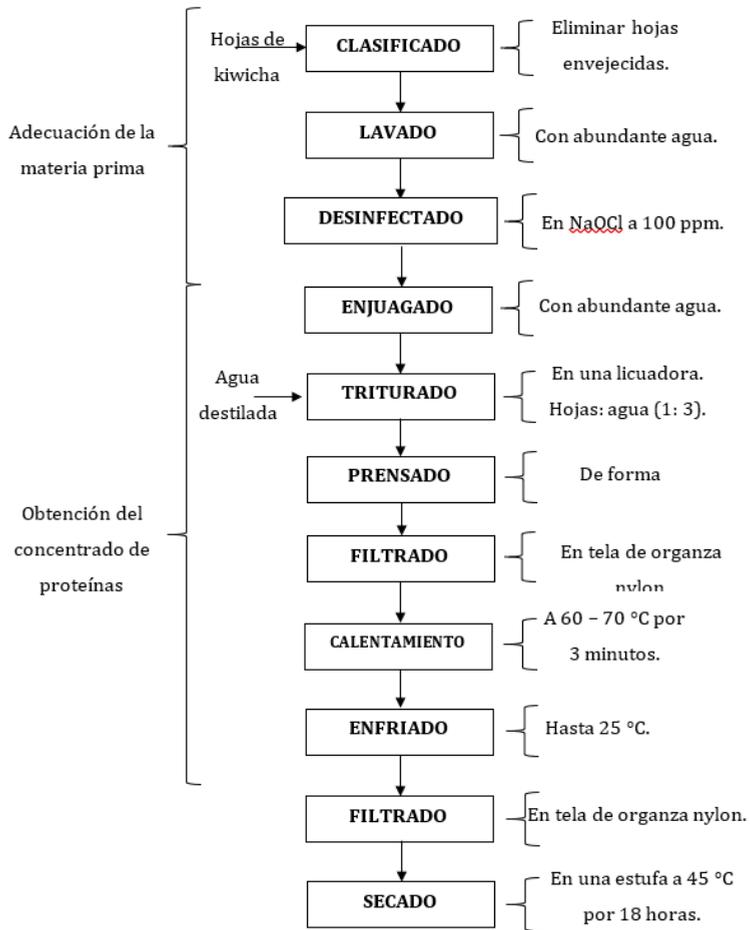
### *¿Cómo se obtiene el concentrado de proteínas?*

Se procede con el método similar al empleado por CORTÉS y GALLARDO<sup>66</sup> en su estudio: una vez lavadas las hojas, se licuan vertiendo agua destilada en proporción de 1:3, acto seguido, se prensan con una organza de nylon, después, el líquido resultante se calienta hasta precipitar las proteínas de 60° C a 70° C por tres minutos y se enfrían a 25° C. Por último, se filtra este precipitado en una organza de nylon y se secan a 45° C (ver Figura 15).

---

66 CORTÉS SÁNCHEZ y GALLARDO NAVARRO. "Obtención de concentrados proteicos a partir de alfalfa (*Medicago sativa*)", cit.

**FIGURA 15.** Esquema del proceso para la obtención del concentrado proteico por medio de la extracción térmica



**FIGURA 16.** Concentrado proteico de kiwicha obtenido por hidrólisis química



**FIGURA 17.** Concentrado proteico de kiwicha obtenido por extracción térmica



### D. Propiedades fisicoquímicas del concentrado proteico

Las capacidades de absorción de agua y aceite han sido delimitadas por NACZK *et al.*, citados en ÁVILA<sup>67</sup>, quien propuso un método para evaluar dichas capacidades.

#### *Determinación de la capacidad de absorción de agua del concentrado*

Se utilizaron tubos de centrífuga de 15 ml para pesar 1 g de concentrado proteico, estos tubos se dispersaron en 8 g de agua destilada. Luego, cada diez minutos se agitó dicho contenido con un vórtex por un periodo de 30 segundos, este proceso tuvo una duración total de 70 minutos. Además, se centrifugaron los tubos a 2.000 g por un periodo de 15 minutos, con una temperatura de 25° C.

Después, se decantó con sumo cuidado el sobrenadante y se drenaron los tubos en posición invertida por 10 minutos. Por último, se pesaron los tubos de ensayo.

Esta capacidad se halla con la fórmula:

$$C. A. Agua = \frac{P_f - (P_t + P_m)}{P_m}$$

El resultado se expresa en *g agua / g muestra*.

$P_f$  = peso final del tubo en g

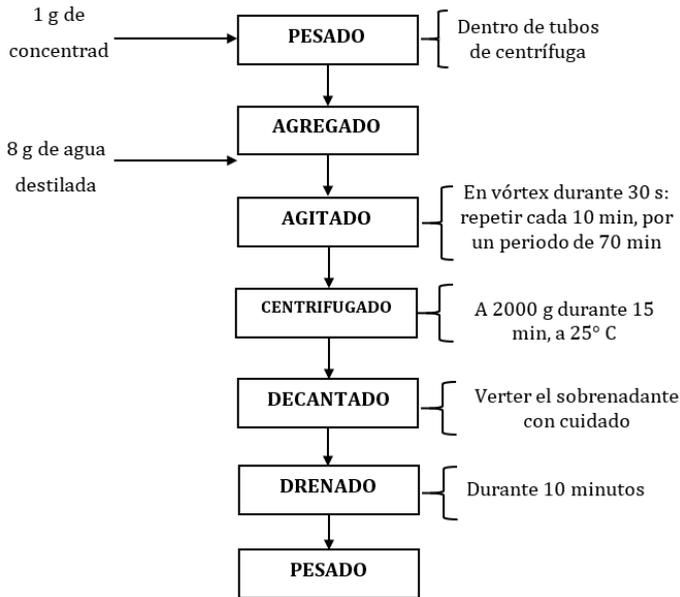
$P_t$  = peso del tubo en g

$P_m$  = peso de la muestra en g

En cuanto a la Figura 18 se observa el procedimiento efectuado para calcular esta capacidad del concentrado proteico.

67 CARLA ALEJANDRA ÁVILA ZAPATA. "Determinación de las propiedades físico-químicas y funcionales del aislado e hidrolizado enzimático de la proteína de soya a escala piloto, para aplicación en alimentos" (tesis de pregrado), Quito, Escuela Politécnica Nacional de Quito, 2011, disponible en [<https://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/4300>].

**FIGURA 18.** Esquema para calcular la capacidad de absorción de agua por gramo concentrado



#### *Determinación de la capacidad de absorción de aceite del concentrado*

Se procedió de manera similar a lo planteado para la absorción agua. En este caso se utilizó el aceite vegetal en remplazo del agua y las dispersiones aceite-concentrado fueron agitadas cada cinco minutos, por un periodo total de 30 minutos.

#### *Obtención del porcentaje proteico del concentrado*

El valor porcentual de las proteínas se obtuvo a partir de lo planteado por la AOAC<sup>68</sup>.

*Perfil de aminoácidos del concentrado*

Para calcular el contenido de aminoácidos se efectuó un análisis de cromatografía líquida de alta performance (HPLC) en la Unidad de Investigación en Productos Naturales de una universidad peruana.

En las Tablas 5 y 6 se muestran las condiciones cromatográficas para calcular el concentrado.

**TABLA 5.** Condiciones cromatográficas para calcular el concentrado de proteínas de las hojas de kiwicha

Marca	Elite Lachrom-Hitachi
Detector	Arreglo de diodos DAD L-2455
Columna	Superspher RP-18, 25 cm x 4,6 x 4 um
Temperatura	Ambiente
Fase móvil	Elución:
	A: 0,025 M $\text{KH}_2\text{PO}_4$ , PH 7,0
Velocidad de flujo	B: Acetonitrilo
	1 ml/min
Volumen de inyección	5ul
Longitud de onda	436 nm

**TABLA 6.** Gradiente de la fase móvil

Tiempo (min)	% B
0	25
19	25
21	35
27	35
41	40
45	50
54	75
60	75

## VII. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### A. Análisis proximal del concentrado proteico de hojas de kiwicha

En la Tabla 7 se observa el análisis proximal del concentrado de proteínas de hojas de kiwicha obtenida por los dos métodos de extracción, para cada etapa vegetativa específica.

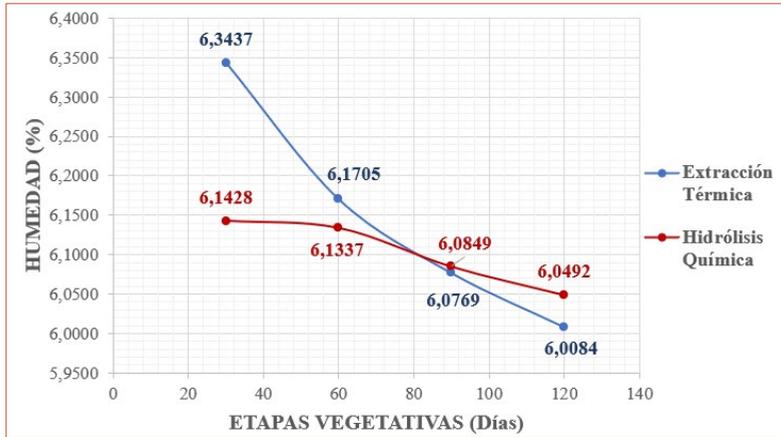
**TABLA 7.** Análisis proximal del concentrado de proteínas de las hojas de kiwicha mediante dos métodos de extracción

Análisis proximal	Método de extracción	Etapas vegetativas			
		30	60	90	120
% Humedad	E.T	6,3437 ± 0,2264	6,1705 ± 0,2109	6,0769 ± 0,0146	6,0084 ± 0,3007
	H.Q	6,1428 ± 0,0438	6,1337 ± 0,0324	6,0849 ± 0,0424	6,0492 ± 0,0346
% Grasa	E.T	8,7811 ± 0,3877	8,9769 ± 0,0711	9,3866 ± 0,2448	9,66920 ± 0,2880
	H.Q	8,4894 ± 0,0521	8,8139 ± 0,0346	9,0284 ± 0,0286	9,3995 ± 0,0241
% Ceniza	E.T	14,1588 ± 0,1854	16,1336 ± 0,1325	17,4712 ± 0,3908	19,2732 ± 0,2342
	H.Q	6,9327 ± 0,1370	7,3108 ± 0,2840	7,9272 ± 0,0679	8,3935 ± 0,2480
% Proteínas	E.T	53,2583 ± 0,1388	49,6223 ± 0,6266	35,4954 ± 0,2511	29,1822 ± 0,0799
	H.Q	50,1163 ± 0,1574	41,7964 ± 0,0850	30,5547 ± 0,0963	17,4795 ± 0,1304
% Carbohidratos	E.T	17,4580	19,0967	31,5698	35,8670
	H.Q	28,3189	35,9453	46,4047	58,6782

E.T: Método de extracción térmica

H.Q: Método por hidrólisis química.

FIGURA 19. Valor porcentual de humedad



Según lo observado en la Figura 19, el valor porcentual de humedad del concentrado de proteínas evidencia un rango de  $6,3437 \pm 0,2264$  a  $6,0084 \pm 0,3007$  para la extracción térmica, y de  $6,1428 \pm 0,0438$  a  $6,0492 \pm 0,0346$  para la hidrólisis química.

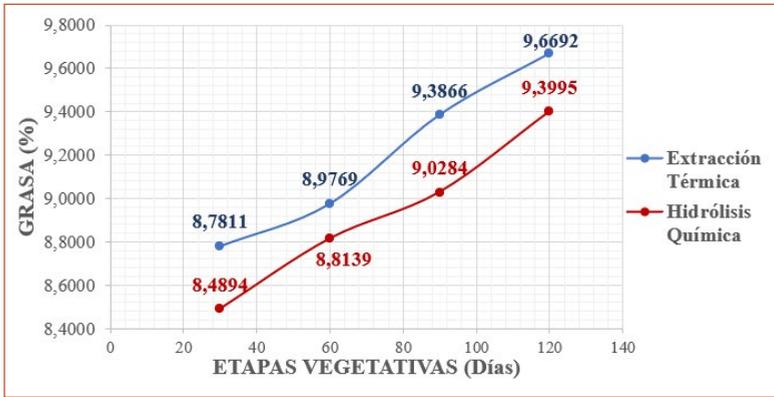
En cuanto al estudio de SERPA *et al.*<sup>69</sup> se indica que el valor porcentual de humedad obtenido de las hojas de melina (*Gmelina arborea*) por hidrólisis química contiene un  $6,78 \pm 0,02\%$ ; mientras que MEJÍA<sup>70</sup> obtuvo un valor porcentual de  $7,00 \pm 0,68\%$  de las hojas de zanahoria, obtenido por extracción térmica. Estas investigaciones evidencian resultados comparables con los obtenidos en este análisis; también se indica que el máximo valor porcentual de humedad se logra por el método de extracción térmica, resultado que también se observa en esta investigación. Así mismo, MEJÍA<sup>71</sup> afirma que las moléculas de proteínas se presentan por las pocas interacciones de los valores cercanos a su punto isoeléctrico con el agua, por consiguiente, el valor porcentual de humedad del concentrado obtenido por hidrólisis química es menor que el descrito con anterioridad.

69 ANGÉLICA SERPA GUERRA, GUSTAVO HINCAPIÉ LLANO Y CATALINA ÁLVAREZ LÓPEZ. "Determinación del punto isoeléctrico de las proteínas presente en cuatro fuentes foliares: yuca (*Manihot esculenta Crantz*), variedades verónica y tai, jatropha (*Jatropha curcas L.*) y gmelina (*Gmelina arborea*)", *Prospectiva*, vol. 12, n.º 1, 2014, pp. 30 a 39, disponible en [<http://ojs.uac.edu.co/index.php/prospectiva/article/view/148>].

70 MEJÍA DOMÍNGUEZ. "Elaboración de galletas enriquecidas con concentrado proteico foliar de zanahoria", cit.

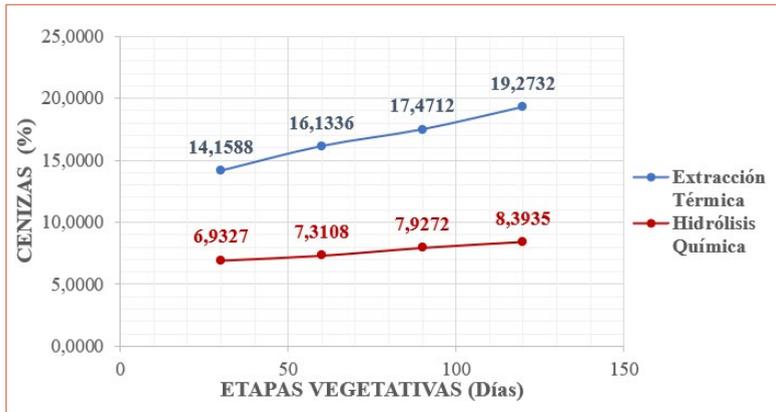
71 Ídem.

**FIGURA 20.** Valor porcentual de grasa extraído de las hojas de kiwicha por dos métodos



De acuerdo con lo mostrado en la Figura 20, la variación del valor porcentual de grasa es mínima en cada etapa vegetativa, además, se advierte una alteración porcentual de grasa entre los métodos de extracción, cuyo mayor valor se obtiene por extracción térmica. De acuerdo con MEJÍA<sup>72</sup>, esto se genera en el transcurso de la coagulación de proteínas, pues los lípidos son coprecipitados, produciendo una mayor cantidad de lípidos en el concentrado proteico. Por lo tanto, es recomendable incluir la kiwicha como suplemento en la dieta diaria de los niños cuyas edades fluctúan entre los dos y seis años, pues están en proceso de crecimiento y dichos nutrientes suponen una gran fuente de energía para ellos.

**FIGURA 21.** Valor porcentual de ceniza extraído de las hojas de kiwicha por dos métodos



En la Figura 21 se observa una mayor diferencia en el valor porcentual de cenizas entre cada método: para la extracción térmica se cuenta con un valor máximo de  $19,2732 \pm 0,2342$  y para la hidrólisis química, de  $8,3935 \pm 0,2480$ .

A partir de lo expuesto, se colige que el concentrado obtenido por hidrólisis química posibilita la disminución del nivel de ceniza inicial, por el contrario, el otro método permite que estos niveles permanezcan casi iguales.

En contraste, SERPA *et al.*<sup>73</sup> indican el valor porcentual de ceniza obtenido del concentrado proteico de las hojas de jatropha por hidrólisis química:  $10,64 \pm 0,03$ , mientras que por extracción térmica resultó un valor de  $13,67 \pm 0,04$ . No obstante, el valor porcentual inicial de cenizas de las hojas de dicha planta es  $14,92 \pm 0,25$ , por lo que al emplear el primer método se evidencia una disminución de dicho valor.

Dado que los minerales (cenizas) extraídos de hojas por procesos térmicos no son afectados, el método por extracción térmica es eficaz para obtener un mayor concentrado de estos elementos de las hojas de kiwicha. Por ende, dicho concentrado puede utilizarse como complemento alimenticio para niños en etapa preescolar.

73 SERPA GUERRA, HINCAPIÉ LLANO y ÁLVAREZ LÓPEZ. "Determinación del punto isoeléctrico de las proteínas presente en cuatro fuentes foliares: yuca (*Manihot esculenta* Crantz), variedades verónica y tai, jatropha (*Jatropha curcas* L.) y gmelina (*Gmelina arborea*)", cit.

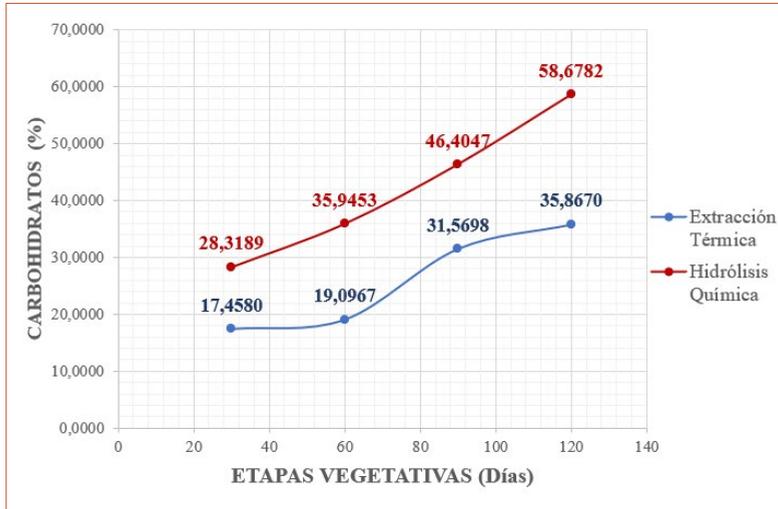
**FIGURA 22.** Valor porcentual de proteínas del concentrado proteico extraídos de las hojas de kiwicha por dos métodos



En la Figura 22 se muestra el valor porcentual de proteínas del concentrado proteico extraído de las hojas de kiwicha para los dos métodos de extracción, con una proporción inversa en cada etapa vegetativa. El mayor resultado se obtuvo a partir del método por extracción térmica ( $53,2583 \pm 0,1388$ ).

También se evaluará la cantidad de aminoácidos en su contenido proteico y se realizará una comparación con los requerimientos de aminoácidos para niños de dos a seis años respecto al método de extracción térmica.

**FIGURA 23.** Valor porcentual de carbohidratos de los concentrados proteicos extraídos de las hojas de kiwicha



De acuerdo con lo observado en la Figura 23, el valor porcentual de los carbohidratos obtenidos por extracción térmica es menor que el obtenido por hidrólisis química, debido a que en el primer método se emplea una fuerza mecánica que facilita la liberación de las moléculas proteicas, mientras que por el segundo método solo es posible eliminar los carbohidratos si se cuenta con un pH de 11 y el NaOH a 0.5 N (normalidad de una solución), de esta manera se corrobora que no es posible eliminar la mayoría de carbohidratos por hidrólisis química.

### ***B. Rendimientos obtenidos del concentrado proteico de las hojas de kiwicha***

**TABLA 8.** Rendimiento del concentrado de proteínas de hojas de kiwicha mediante dos métodos de extracción

Etapas vegetativas	Rendimiento de extracción (%)	
	Extracción térmica	Hidrólisis química
30	5,1037 ± 0,8547	2,7952 ± 0,6386
60	4,9538 ± 0,7238	2,5913 ± 0,8358
90	4,0258 ± 0,8867	1,9905 ± 0,7543
120	3,5325 ± 0,8136	1,3527 ± 0,5518

En la Tabla 8 se advierten valores porcentuales que han sido calculados en función del concentrado proteico obtenido por cada gramo de hojas frescas de kiwicha.

También se muestra que el método con un mejor rendimiento es por extracción térmica, con un valor máximo de  $5,1037 \pm 0,8547\%$  y un mínimo de  $3,5325 \pm 0,8136\%$ ; en contraste con el método de hidrólisis química, del cual se obtuvo un rendimiento entre  $2,7952 \pm 0,6386\%$  y  $1,3527 \pm 0,5518\%$ .

Según el estudio de MEJÍA<sup>74</sup>, con las hojas de zanahoria se obtuvo un rendimiento de  $5,20 \pm 0,93$  por el método de extracción térmica; por otro lado, SERPA *et al.*<sup>75</sup> indican que en su estudio sobre las hojas de yuca, obtuvieron un rendimiento del 2,58% mediante la hidrólisis química.

En síntesis, el método de extracción térmica permite la obtención de un rendimiento óptimo respecto al concentrado de proteínas.

### **C. Propiedades fisicoquímicas del concentrado de proteínas entre ambos métodos**

#### **1. Capacidad de absorción de agua: comparación entre ambos métodos**

En la Tabla 9 se observa la capacidad de absorción de agua en *g de agua/g de muestra* respecto al concentrado proteico de hojas de kiwicha mediante los dos métodos de extracción.

---

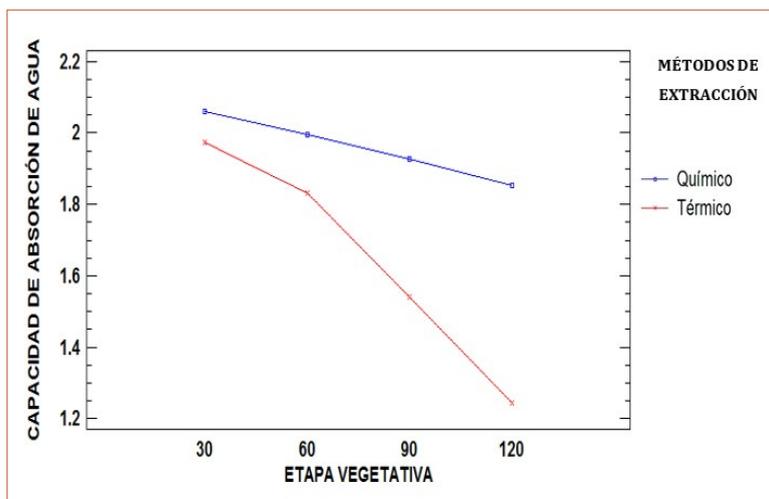
74 MEJÍA DOMÍNGUEZ. "Elaboración de galletas enriquecidas con concentrado proteico foliar de zanahoria", cit.

75 SERPA GUERRA, HINCAPIÉ LLANO y ÁLVAREZ LÓPEZ. "Determinación del punto isoelectrico de las proteínas presente en cuatro fuentes foliares: yuca (*Manihot esculenta Crantz*), variedades verónica y tai, jatropha (*Jatropha curcas L.*) y gmelina (*Gmelina arborea*)", cit.

**TABLA 9.** Capacidad de absorción de agua del concentrado proteico mediante dos métodos

Etapa vegetativa (días)	Capacidad de absorción de agua (g de agua/g de muestra)	
	Extracción térmica	Hidrólisis química
30	1,9727 ± 0,0153	2,0596 ± 0,0231
60	1,8319 ± 0,0163	1,9941 ± 0,0181
90	1,5406 ± 0,0184	1,9263 ± 0,0133
120	1,2454 ± 0,0205	1,8543 ± 0,0257

Según lo observado en la Tabla 9, esta capacidad cuenta con un rango de 1,24 a 1,97 *g de agua / g de muestra* para el método de extracción térmica; mientras que por hidrólisis química varía de 1,85 a 2,05 *g de agua / g de muestra*, con el cual se obtiene un mayor nivel de retención de agua.

**FIGURA 24.** Capacidad de absorción de agua para dos métodos de extracción

A partir de lo expuesto en la Tabla 9 y la Figura 24, se deduce que los niveles concentrados de agua en las hojas de kiwicha son favorables para la nutrición, ya que mejoran la textura y el sabor de los alimentos. Cabe destacar que es preferible evitar que una sustancia presente

niveles altos de retención de agua en un sistema, puesto que puede ocasionar la deshidratación de los demás componentes.

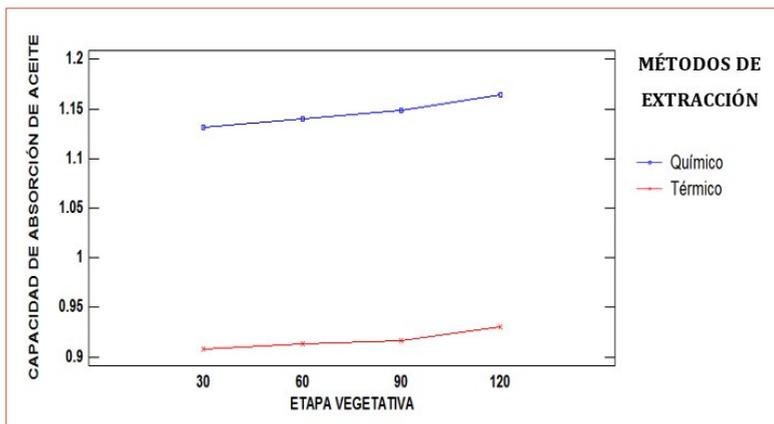
## 2. Capacidad de absorción de aceite: comparación entre ambos métodos

**TABLA 10.** Capacidad de absorción de aceite del concentrado proteico de las hojas de kiwicha

Etapa vegetativa (días)	Capacidad de absorción de aceite (g de aceite / g de muestra)	
	Extracción térmica	Hidrólisis química
30	0,9081 ± 0,0396	1,1316 ± 0,0112
60	0,9139 ± 0,0221	1,1395 ± 0,0252
90	0,9171 ± 0,0422	1,1483 ± 0,0202
120	0,9305 ± 0,0246	1,1648 ± 0,0307

En la Tabla 10 se advierten los valores relacionados con la capacidad para absorber aceite en *g de aceite / g de muestra* en las hojas de kiwicha, mediante ambos métodos.

**FIGURA 25.** Capacidad de absorción de aceite del concentrado proteico de hojas de kiwicha



A partir de lo mostrado en la Tabla 10 y en la Figura 25, se infiere que por el método de hidrólisis química se logra una mayor interacción entre lípidos y proteínas. Esto genera que los lípidos puedan ser transportados por el torrente sanguíneo y posibilita la absorción adecuada de las vitaminas liposolubles.

En contraste, ÁVILA<sup>76</sup> afirma que el concentrado de proteínas de un aislado de soya obtenido por hidrólisis química cuenta con una capacidad de absorción de grasas con un valor de 1,42 g de aceite / g de agua, resultado próximo al obtenido en el presente estudio.

### 3. Contenido de proteínas del concentrado entre ambos métodos: efectos nutricionales

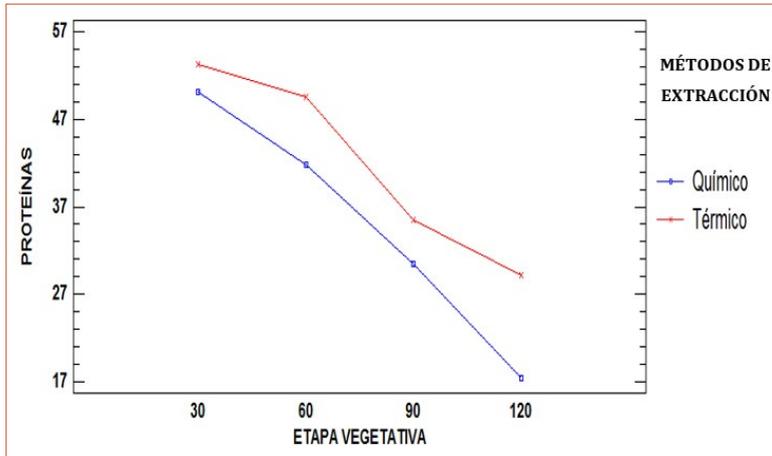
**TABLA 11.** Valor porcentual de proteínas obtenido por dos métodos de extracción

Etapas vegetativas (días)	Métodos de extracción	
	Extracción térmica	Hidrólisis química
30	53,2583 ± 0,1388	50,1163 ± 0,1574
60	49,6223 ± 0,6266	41,7964 ± 0,0850
90	35,4954 ± 0,2511	30,5547 ± 0,0963
120	29,1822 ± 0,0799	17,4795 ± 0,1304

De acuerdo con lo mostrado en la Tabla 11, el valor porcentual obtenido del concentrado de proteínas se reduce a medida que se desarrolla la kiwicha, siendo el valor máximo de 53,2583 ± 0,1388 por extracción térmica y de 50,1163 ± 0,1574 por hidrólisis química al transcurrir 30 días luego de su sembrado.

76 ÁVILA ZAPATA. "Determinación de las propiedades físico-químicas y funcionales del aislado e hidrolizado enzimático de la proteína de soya a escala piloto, para aplicación en alimentos", cit.

**FIGURA 26.** Valor porcentual entre los métodos de extracción de proteínas del concentrado de hojas de kiwicha



Al comparar los dos métodos mostrados tanto en la Figura 26 como en la Tabla 11, se aprecia que la extracción térmica es relevante para obtener un mayor valor porcentual del concentrado de proteínas de las hojas de kiwicha, lo cual, según MEJÍA<sup>77</sup>, se genera por la predisposición de las células a un mayor rompimiento. Así mismo, este método contribuye a incrementar la digestibilidad de las proteínas foliares y disminuye las sustancias antinutritivas.

En la investigación realizada por QUINTANA y ALVARADO<sup>78</sup> se combinaron ambos métodos para obtener el concentrado de proteínas de la moringa (*Moringa oleífera*), cuyo resultado fue del 58,4%, esta es una opción viable que se debe considerar en próximos estudios.

Es necesario señalar que hay un efecto positivo en integrar este concentrado de proteínas en la nutrición infantil, ya sea como sustitución de algún alimento, como las proteínas que se encuentran en las carnes, para incrementar los niveles de proteínas en la dieta balanceada de niños en etapa preescolar, quienes requieren de cantidades específicas para un desarrollo físico y mental apropiado.

77 MEJÍA DOMÍNGUEZ. "Elaboración de galletas enriquecidas con concentrado proteico foliar de zanahoria", cit.

78 QUINTANA SABOGAL y ALVARADO YANES. "Condiciones para la precipitación de proteína foliar a partir de la *Moringa Oleífera Lam*", cit.

#### 4. Perfil de aminoácidos del concentrado proteico: efectos nutricionales

Este análisis es fundamental para obtener datos precisos de los aminoácidos que contiene el concentrado proteico de las hojas de kiwicha, planta de gran contenido nutricional. Además, es posible usar esta información en la alimentación humana, en específico para los niños, ya que ellos están en pleno desarrollo físico y mental.

En la Tabla 12 se aprecian los valores de los aminoácidos obtenidos por extracción térmica. Cabe señalar que en este estudio se hallaron 20 aminoácidos en total.

**TABLA 12.** Aminoácidos obtenidos del concentrado proteico foliar de kiwicha por extracción térmica

Aminoácido	Contenido (mg/g muestra)	Contenido (g/100 g proteína)
Ácido aspártico	0,45 ± 0,01	0,09
Glutamina	0,14 ± 0,02	0,03
Ácido glutámico	16,21 ± 0,18	3,27
Asparagina	ND	ND
Serina	12,84 ± 0,09	2,59
Treonina *	17,57 ± 0,06	3,54
Arginina	28,96 ± 0,10	5,84
Glicina	43,79 ± 0,25	8,82
Alanina	26,57 ± 0,09	5,35
Prolina	32,42 ± 0,09	6,53
Valina *	18,24 ± 0,27	3,68
Metionina *	5,40 ± 0,38	1,09
Isoleucina *	13,94 ± 0,01	2,81
Leucina *	38,9 ± 0,15	7,84
Triptófano *	1,93 ± 0,13	0,39
Fenilalanina *	27,65 ± 0,28	5,57
Cisteína *	109,59 ± 2,05	22,08
Histidina	3,25 ± 0,09	0,65
Tirosina *	5,93 ± 0,09	1,20
Lisina *	30,7 ± 0,04	6,19

Nota: \* estos aminoácidos son esenciales.

La cantidad de aminoácidos hallados en este estudio es mayor en comparación con la investigación de NGUGI *et al.*<sup>79</sup>, cuyo análisis se realizó con otra variedad llamada *Amaranthus hybridus*, pero se utilizó el mismo método de extracción, como se muestra en la Tabla 13.

**TABLA 13.** Aminoácidos extraídos de la hoja de *Amaranthus hybridus*

Aminoácido	Contenido (g/100 g proteína)
Alanina	1,2
Arginina	2,5
Ácido aspártico	4,8
Cisteína	1,2
Ácido glutámico	5,4
Glicina	1,2
Histidina	1,7
Isoleucina	0,9
Leucina	2,1
Lisina	3,7
Metionina	2,1
Fenilalanina	2,9
Serina	0,7
Treonina	1,1
Triptófano	1,4
Tirosina	2,1
Valina	1,1

Se observa que en la Tabla 13 solo hay 17 aminoácidos, incluidos los esenciales señalados en la Tabla 12. Además, el contenido de lisina, valina, treonina, fenilalanina y leucina del presente estudio es dos veces más que el valor hallado en la *Amaranthus hybridus*, por otro lado, la cantidad contenida de isoleucina en la *Amaranthus caudatus* es el triple que la especie antes indicada, así también dispone de un alto contenido de cisteína (22,08 g / 100 g proteína).

Sin embargo, se duplica el valor de los aminoácidos tirosina, triptófano y metionina en la *Amaranthus hybridus* en contraste con los de la Tabla 12. El triptófano es fundamental para que las capacidades cognitivas y emocionales de los niños se mantengan constantes, mientras que la tirosina y la metionina se encargan de la síntesis de proteínas.

Estos resultados aportan una visión panorámica de la composición de las diversas especies de amaranto, cada una con una cantidad de aminoácidos diferentes. Entonces, los contenidos proteicos extraídos por el método térmico pueden aportar los nutrientes necesarios para los infantes de dos a seis años (por ejemplo, producir un suplemento nutricional rico en proteínas).

Por otra parte, ADEYEMI y OSUBOR<sup>80</sup> extrajeron un total de 17 aminoácidos del concentrado proteico de hojas de la planta conocida como jacinto de agua (*Eichhornia crassipes*), cantidad similar a la Tabla 13. En contraste con el estudio de caso, el concentrado de hojas de jacinto de agua no contiene triptófano, en cambio presenta prolina, aminoácido no esencial que se encarga de sintetizar las proteínas del colágeno. Así mismo, la diferencia de aminoácidos esenciales encontrados en esta planta difiere del estudio del *Amaranthus caudatus*.

Cabe señalar que el triptófano –aminoácido esencial para el crecimiento del infante desde su nacimiento–, mantiene la cantidad requerida de proteínas, enzimas y neurotransmisores en el organismo, además de ser uno de los aminoácidos requeridos para los niños de dos a seis años según la FAO/OMS, citado en MARRUGO *et al.*<sup>81</sup>.

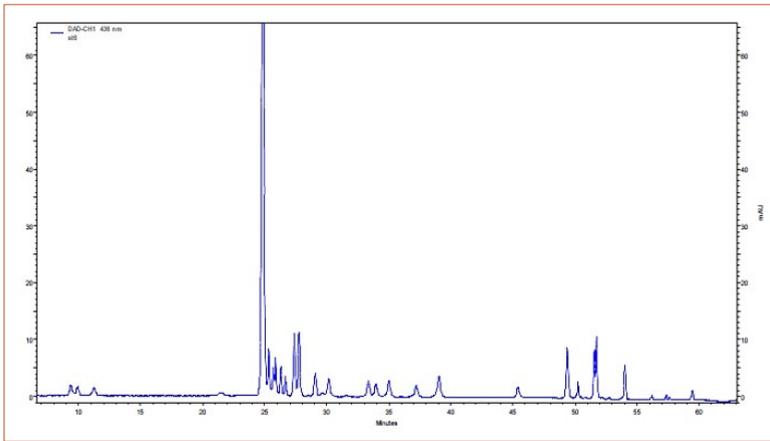
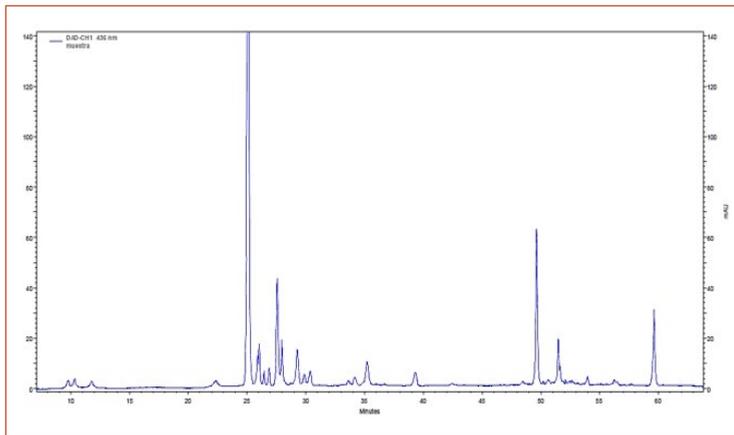
En suma, se observa que la cantidad de aminoácidos que contienen las hojas de este estudio, supera al valor obtenido a partir de las hojas de *Amaranthus hybridus* y de jacinto de agua. Cabe resaltar que estos tres perfiles de aminoácidos se ejecutaron en función del concentrado proteico foliar obtenido por el método de extracción térmica.

Por otra parte, en las Figuras 27 y 28 se observan las representaciones gráficas de los aminoácidos: el estándar y el concentrado de proteínas obtenido por extracción térmica.

---

80 ADEYEMI y OSUBOR. "Assessment of nutritional quality of water hyacinth leaf protein concentrate", cit.

81 MARRUGO LIGARDO, MONTERO CASTILLO y DURAN LENGUA. "Evaluación nutricional de concentrados proteicos de *Phaseolus lunatus* y *Vigna unguiculata*", cit.

**FIGURA 27.** Cromatograma estándar de los aminoácidos**FIGURA 28.** Cromatograma de aminoácidos del concentrado proteico de hojas de kiwicha obtenida por extracción térmica

CÁRDENAS<sup>82</sup> afirma que un análisis cromatográfico debe efectuarse a los 60 días de su siembra, puesto que permite obtener un mejor rendimiento del concentrado proteico de hojas verdes, además de caracterizarse por su digestibilidad. Esto se tomó en cuenta para ejecutar

82 CÁRDENAS HERNÁNDEZ. “Composición química, características de calidad y actividad antioxidante de pasta enriquecida con harina de amaranto y hoja de amaranto deshidratada”, cit.

dicho análisis en el presente estudio. Cabe resaltar que, si en este periodo se obtiene un perfil de aminoácidos con un valor porcentual elevado, el resultado también será favorable a los 30 días.

Cada aminoácido señalado como esencial en la Tabla 12 contribuye al desarrollo de los infantes de dos a seis años, ya sea en la formación de sus tejidos musculares, óseos, así como para producir enzimas de la hormona del crecimiento y la producción de neurotransmisores.

En ese sentido, se observan los aminoácidos esenciales extraídos del concentrado proteico de hojas de kiwicha en la Tabla 14, datos que son contrastados con los requerimientos de aminoácidos para niños en etapa preescolar (de dos a cinco años) según la FAO/OMS, citado en MARRUGO *et al.*<sup>83</sup>. Esta información permitirá conocer algunos de los valores nutricionales requeridos por los infantes en su alimentación diaria.

**TABLA 14.** Perfil de aminoácidos esenciales del concentrado proteico de hojas de kiwicha en contraste con los requerimientos de aminoácidos para niños preescolares

Aminoácidos esenciales	Concentrado proteico de hojas de kiwicha (g/100 g proteína)	Patrón FAO/OMS para escolares de dos a cinco años (g/100 g proteína)
Treonina	3,54	3,40
Valina	3,68	3,50
Metionina	1,09	2,50
Isoleucina	2,81	2,80
Leucina	7,84	6,60
Triptófano	0,39	1,10
Fenilalanina	5,57	6,30
Tirosina	1,20	1,45
Lisina	6,19	5,80

De los resultados alcanzados, se infiere que este concentrado proteico obtenido por extracción térmica sí cumple con los requerimientos de aminoácidos para los niños en edad preescolar, aunque en menor cantidad se encuentra la fenilalanina, el triptófano, la metionina y la

83 MARRUGO LIGARDO, MONTERO CASTILLO y DURAN LENGUA. "Evaluación nutricional de concentrados proteicos de *Phaseolus lunatus* y *Vigna unguiculata*", cit.

tirosina; sin embargo, el alto porcentaje de lisina tiene un efecto positivo como complemento nutricional para los infantes debido a su importancia en la producción de enzimas y anticuerpos, la treonina, que ayuda a elaborar enzimas para el sistema inmune y digestivo, así como la leucina y la valina, que intervienen en el desarrollo del tejido muscular de los infantes en su etapa de crecimiento.

Según HUAMÁN *et al.*<sup>84</sup>, el valor de lisina hallado en la kiwicha es el doble del encontrado en el trigo, tres veces el estimado en el maíz y posee una cantidad similar al de la leche. Dado que los infantes en edad preescolar empiezan a elegir lo que realmente desean comer<sup>85</sup>, es esencial que los padres y parientes cercanos consuman alimentos que tengan alto contenido nutricional como la kiwicha, de esta manera los niños asimilan este hábito alimenticio.

En resumen, un suplemento rico en proteínas supone una gran fuente alimenticia, por lo que debe ser incluida en la dieta de los niños, de este modo es posible evitar problemas de desnutrición infantil o retraso en el crecimiento.

Las proteínas que ingiere un infante durante sus primeros años de desarrollo permitirán que su desempeño en la escuela sea favorable, por ello es indispensable elaborar productos que contengan estos aminoácidos o brindarlos como suplemento para los niños.

## CONCLUSIONES

Dado que se ha obtenido un mayor valor porcentual de proteínas de las hojas de kiwicha mediante el método por extracción térmica y el análisis de aminoácidos –en contraste con el método de hidrólisis química–, se infiere que dicho concentrado proteico es beneficioso para la nutrición de niños en etapa preescolar. Además, el consumo balanceado en su alimentación, contribuye al crecimiento muscular y a la producción de enzimas para el sistema inmune, sobre todo por el alto contenido del aminoácido lisina.

84 HUAMÁN CHACALTANA, LIPACA QUICHCA y MENDOZA PEÑA. “Efecto de la intervención educativa en el nivel de la educación alimentaria de madres sobre el uso de los granos andinos en el distrito de Callahuanca-Huarocharí-2017”, cit.

85 *Ibíd.*, p. 11.

El concentrado proteico foliar de la kiwicha obtenido por el método de hidrólisis química, dispone de un efecto positivo en la nutrición de los niños preescolares respecto a la capacidad para absorber aceite ( $1,1316 \pm 0,0112$  g aceite / g de muestra), ya que permite una mejor interacción entre lípidos y proteínas, lo cual posibilita la absorción adecuada de las vitaminas liposolubles. Mientras que la capacidad para absorber agua ( $2,0596 \pm 0,0231$  g de agua / g de muestra) propicia la interacción entre agua y proteínas.

Por lo tanto, el concentrado proteico de las hojas de kiwicha extraído por ambos métodos tiene un efecto favorable en la nutrición del infante en etapa preescolar, es un buen complemento nutricional y aporta una gran cantidad de aminoácidos esenciales para su crecimiento.

## SUGERENCIAS

- A futuros investigadores del rubro de ingeniería alimentaria o de salud, ejecutar un perfil de aminoácidos a partir del concentrado proteico de hojas de kiwicha obtenido por hidrólisis química, para disponer de información comparable con los datos obtenidos en este estudio de caso.
- A las industrias alimentarias, producir alimentos en función de la harina de hojas de kiwicha, para añadirlos en la dieta diaria de los niños en pleno desarrollo.
- También se recomienda hacer estudios de concentrado proteico para los tallos de kiwicha, con el propósito de que el agricultor aproveche este residuo agroindustrial como una nueva fuente de ingreso económico.



## CAPÍTULO SÉPTIMO

## ¿Es preferible consumir proteínas de origen vegetal o animal para prevenir casos de desnutrición infantil?

### I. SITUACIÓN DE LA DESNUTRICIÓN INFANTIL MUNDIAL Y EN EL PERÚ

UNICEF<sup>86</sup> señala que la mitad del total poblacional de niños menores de cinco años a nivel mundial, padecen de desnutrición infantil (en Asia, África y América Latina), o sobrepeso (en Europa, Asia y África Septentrional); además, el 15% de este total sufre de desnutrición aguda y casi el 30% padece de retraso en el crecimiento. Esto se debe a los cambios suscitados en el sistema alimentario por la globalización, sobre todo en los países en desarrollo, y a la casi nula implementación

---

86 FONDO DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA INFANCIA. *Para cada infancia, nutrición. Estrategia de nutrición de UNICEF para 2020-2030*, Nueva York, UNICEF, 2020, disponible en [<https://www.unicef.org/media/111486/file/%20Nutrition%20Strategy%202020-2030%20.pdf>], p. 5.

de programas de alimentación eficaces por parte de los gobiernos, incluso durante la pandemia de COVID-19.

Respecto a los niños entre los seis y 12 años que sufren de desnutrición a nivel global, en su mayoría pertenecen a familias de bajos recursos económicos, por lo que solo consumen algunos tubérculos o cereales y pocos productos de origen animal.

Incluso, algunos niños llegan a sus escuelas sin haber desayunado o adquieren productos con grasas saturadas y altos contenidos de azúcar. Al respecto, POPKIN<sup>87</sup> señala que es necesario que las autoridades prohíban la venta de estos productos dentro y fuera de los centros educativos debido a que pueden causar obesidad a largo plazo. Es decir, el entorno escolar también incide en los hábitos alimenticios de los niños.

Otro aspecto relevante es la insuficiencia económica de algunas familias para acceder a los alimentos naturales, lo cual genera que opten por conseguir alimentos procesados baratos, cuyo contenido presenta una mayor cantidad de calorías, pero pocos nutrientes para los niños. Esto ocasionará que muchos de ellos padezcan desnutrición infantil o retraso en su crecimiento.

En cuanto a la situación del Perú, de acuerdo con ARNILLAS *et al.*<sup>88</sup> han disminuido los casos de desnutrición crónica en niños menores de cinco años, sin embargo, aún se evidencia un aumento de casos en la zona rural y en sectores de baja condición económica.

A pesar de los esfuerzos por parte del Estado peruano para realizar un sistema preventivo contra la desnutrición infantil en las zonas rurales y aplicar programas de ayuda con suplementos de hierro para los casos de anemia, el valor porcentual para los casos de desnutrición se ha mantenido y el padecimiento de anemia ha incrementado durante los últimos tres años debido a la pandemia (40%), ya que se tuvo que

---

87 POPKIN. *El impacto de los alimentos ultraprocesados en la salud*, cit., pp. 13 y 14.

88 FEDERICO ARNILLAS LAFERT, WENDY ALBÁN MARQUÉZ, LENA ARIAS RAMÍREZ, MARÍA ELENA UGAZ, MARÍA DEL CARMEN CALLE DÁVILA y MARILÚ CHIANG (coords.). *Perú: recomendaciones para salvaguardar la nutrición, la salud y el desarrollo de recién nacidos, niños, niñas y adolescentes frente al impacto del COVID-19 y en el contexto de cambio de gobierno 2021-2026*, Lima, Mesa de Concertación para la Lucha contra la Pobreza, 2021, disponible en [<https://www.mesadeconcertacion.org.pe/storage/documentos/2021-06-28/mclcp-subgruponutricionyanemia-reportnutricionydesarrolloennna-a-junio-2021vf.pdf>], p. 6.

detener la distribución de estos suplementos en algunas regiones y no se contaba con el personal necesario para hacer los controles regulares del desarrollo de los niños menores de cinco años. Incluso las restricciones de salida impidieron que algunas personas puedan adquirir los alimentos requeridos para sus hijos, ya sea porque algunos trabajaban de manera independiente o en un negocio con el cual solo obtenían un ingreso diario bajo.

Si bien la pandemia es un factor que ha influido en el incremento de la desnutrición mundial, también lo es la falta de atención por parte de los gobiernos para prevenir estos casos, los planes de acción muchas veces son solo en pequeños sectores de la zona urbana y no se implementa en todas las zonas rurales de varios países. En consecuencia, este problema de salud involucra tanto a la familia como a la sociedad, el Estado y las escuelas.

## II. CONSUMO NECESARIO DE PROTEÍNAS EN LA INFANCIA

Durante la etapa infantil se requiere de un mayor consumo de proteínas en su alimentación diaria, en particular para los primeros seis años de vida pues se desarrollan sus tejidos óseo y muscular y también el sistema inmune se fortalece; de esta manera se evitan riesgos en la salud de los niños a corto y largo plazo. Sin embargo, muchos casos de mala nutrición aún se mantienen en la etapa escolar, lo cual genera problemas de concentración en sus clases, escasa retención de información, somnolencia, falta de energía física para cumplir con las actividades propuestas por los docentes, entre otros.

Por ello, surgen ciertas cuestiones que son discutidas con regularidad, pues una mala alimentación puede ocasionar alteraciones físicas y cognitivas irreversibles en los infantes. ¿Qué proteínas diarias necesitan consumir los niños para evitar la desnutrición?, ¿estas deben ser de origen vegetal o animal?

Según GONZÁLEZ y EXPÓSITO<sup>89</sup>, los niños de uno a seis años deben consumir un aproximado de 1,1 g/kg de proteínas al día, además, se indica que el 65% de este requerimiento debe ser de origen animal

---

89 GONZÁLEZ CALDERÓN y EXPÓSITO DE MENA. "Alimentación del niño pre-escolar, escolar y del adolescente", cit., p. 100.

y lo restante de origen vegetal. En el caso de los niños de seis a diez años, estos dejan de lado algunos hábitos de preferencias alimenticias y su crecimiento es pausado y estable, además, su ingesta de proteínas diarias será de 0,95 g/kg como mínimo.

### III. ¿LAS PROTEÍNAS DE ORIGEN ANIMAL PUEDEN SER SUSTITUIDAS POR LAS DE ORIGEN VEGETAL?

Las proteínas que proporcionan los alimentos de origen animal, como la carne, leche y huevos, contienen todos los aminoácidos esenciales –es decir, aminoácidos que el organismo no puede sintetizar por sí mismo–, también se caracterizan por su digestibilidad y cumplen la función formadora de los tejidos de la masa muscular y ósea, así como también proporcionan enzimas digestivas y hormonales. En síntesis, estos alimentos aportan nutrientes fundamentales para el desarrollo de las capacidades mentales y la estructura física de los niños. Sin embargo, QUESADA y GÓMEZ<sup>90</sup> afirman que la ingesta de carne a diario supone un riesgo cardiovascular para los niños a largo plazo, incluso pueden desarrollar otras enfermedades de adultos como la hipertensión arterial.

Por otro lado, las proteínas de origen vegetal carecen de algunos aminoácidos esenciales o estos se encuentran en pocas cantidades, por lo que se denominan limitantes. La falta de algún aminoácido en la dieta diaria de los infantes puede ocasionar enfermedades de desnutrición como el kwashiorkor. No obstante, algunos alimentos de origen vegetal presentan un alto concentrado del aminoácido lisina, tal como en el amaranto o la zanahoria, y son ricos en fibra, pero requieren actuar con otros alimentos para complementar sus nutrientes.

De acuerdo con QUESADA y GÓMEZ<sup>91</sup>, algunas combinaciones de vegetales con un alto aporte proteico para los niños son: a) la harina de sésamo y el aislado de proteína de soya para disminuir el aporte

90 DAYANA QUESADA y GEORGINA GÓMEZ. “¿Proteínas de origen vegetal o de origen animal?: una mirada a su impacto sobre la salud y el medio ambiente”, *Revista de Nutrición Clínica y Metabolismo*, vol. 2, n.º 1, 2019, disponible en [<https://cpncampus.com/biblioteca/files/original/3d406a-1c20e84eb717995coeced2df81.pdf>], p. 5.

91 *Ibíd.*, p. 4.

calórico, b) ingerir granos de maíz junto con el tomate para aumentar la eficacia de las proteínas y c) el consumo de arroz con garbanzo.

En síntesis, tanto las proteínas de origen animal como de origen vegetal son indispensables para prevenir casos de desnutrición infantil, empero las de origen vegetal no presentan riesgos cardiovasculares a futuro, por lo que es recomendable sustituir el consumo de carnes por vegetales en una dieta balanceada.

#### **IV. ACOTACIONES GENERALES**

Las proteínas son esenciales para el desarrollo del niño, así como otros componentes como los hidratos de carbono, las grasas y las vitaminas, lo importante es que se busque la manera de consumir alimentos que no impliquen un riesgo para la salud del niño a largo plazo. Ser capaz de crecer, de desarrollar músculos, huesos y dientes saludables aún se considera un privilegio en varios países donde imperan los problemas económicos y escasean los alimentos de primera necesidad.

Es primordial que los gobiernos evalúen la situación alimentaria de sus países, la distribución de los alimentos en los mercados, la economía familiar y el sistema de salud, todo ello involucra un riesgo para los futuros niños si no se prevé a tiempo.



## REFERENCIAS

- ADEYEMI, OYEYEMI y CHRIS OSUBOR. "Assessment of nutritional quality of water hyacinth leaf protein concentrate", *The Egyptian Journal of Aquatic Research*, vol. 42, n.º 3, 2016, pp. 269 a 272, disponible en [<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1687428516300504?via%3Dihub>].
- AGENCIA DE SALUD PÚBLICA DE CATALUÑA. *La alimentación saludable en la etapa escolar. Guía para familias y escuelas*, Barcelona, Agencia de Salud Pública de Cataluña, 2020, disponible en [[https://salutpublica.gencat.cat/web/.content/minisite/aspcat/promocio\\_salut/alimentacio\\_saludable/02Publicacions/pub\\_alim\\_inf/guia\\_alimentacio\\_saludable\\_etapa\\_escolar/guia\\_alimentacion\\_etapa\\_escolar.pdf](https://salutpublica.gencat.cat/web/.content/minisite/aspcat/promocio_salut/alimentacio_saludable/02Publicacions/pub_alim_inf/guia_alimentacio_saludable_etapa_escolar/guia_alimentacion_etapa_escolar.pdf)].
- ARNILLAS LAFERT, FEDERICO; WENDY ALBÁN MARQUÉZ, LENA ARIAS RAMÍREZ, MARÍA ELENA UGAZ, MARÍA DEL CARMEN CALLE DÁVILA y MARILÚ CHIANG (coords.). *Perú: recomendaciones para salvaguardar la nutrición, la salud y el desarrollo de recién nacidos, niños, niñas y adolescentes frente al impacto del COVID-19 y en el contexto de cambio de gobierno 2021-2026*, Lima, Mesa de Concertación para la Lucha contra la Pobreza, 2021, disponible en [<https://www.mesadeconcertacion.org.pe/storage/documentos/2021-06-28/mclcp-subgruponutricionyanemia-reportenutricionydesarrolloennna-a-junio-2021vf.pdf>].
- ASSOCIATION OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTRY. *Official Methods of Analysis*, 21.ª ed., Estados Unidos, AOAC International, 2019.
- ÁVILA ZAPATA, CARLA ALEJANDRA. "Determinación de las propiedades físico-químicas y funcionales del aislado e hidrolizado enzimático de la proteína de soya a escala piloto, para aplicación en alimentos" (tesis de pregrado), Quito, Escuela Politécnica Nacional de Quito, 2011, disponible en [<https://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/4300>].

- BURGOS, VERÓNICA ELIZABETH y VALERIA CRISTINA DEL CASTILLO. “Utilización de kiwicha precocida (*Amaranthus caudatus*) para el desarrollo de barras funcionales”, *Revista Chilena de Nutrición*, vol. 48, n.º 3, 2021, pp. 307 a 318, disponible en [<https://www.scielo.cl/pdf/rchnut/v48n3/0717-7518-rchnut-48-03-0307.pdf>].
- CÁRDENAS HERNÁNDEZ, ALEXANDRA DEL SOCORRO. “Composición química, características de calidad y actividad antioxidante de pasta enriquecida con harina de amaranto y hoja de amaranto deshidratada” (tesis de maestría), Santiago de Querétaro, México, Universidad Autónoma de Querétaro, 2012, disponible en [<https://ri-ng.uaq.mx/handle/123456789/921>].
- CORTÉS SÁNCHEZ, A. e Y. GALLARDO NAVARRO. “Obtención de concentrados proteicos a partir de alfalfa (*Medicago sativa*)”, en *VII Congreso Nacional de Ciencias de los Alimentos y III Foro de Ciencia y Tecnología de Alimentos*, Guanajuato, México, 2005, pp. 254 a 263, disponible en [<https://1library.co/document/y6x6xpoy-obtencion-de-concentrados-proteicos-partir-alfalfa-medicago-sativa.html>].
- CUBERO JUÁNEZ, JAVIER; FLORENTINA CAÑADA CAÑADA, EMILIO COSTILLO BORREGO, M. CALDERÓN, A. L. SANTOS, C. PADEZ, CONSTANTINO RUIZ MACÍAS y LOURDES FRANCO HERNÁNDEZ. “La alimentación preescolar, educación para la salud de los 2 a los 6 años”, *Enfermería Global*, vol. 11, n.º 3, 2011, pp. 337 a 345, disponible en [<https://revistas.um.es/eglobal/article/view/eglobal.11.3.139041>].
- DAZA, WILSON; SILVANA DADÁN, CHRISTINE ARANGO y MICHELLE HIGUERA. “Ingesta excesiva de proteínas en la infancia y programación metabólica: presentación de caso clínico y revisión de literatura”, *Precop SCP*, vol. 14, n.º 3, 2016, pp. 34 a 48, disponible en [<https://scp.com.co/wp-content/uploads/2015/10/14-3.pdf>].

- FERNÁNDEZ SOSA, ELIANA ISABEL. “Propiedades funcionales de aislados proteicos de *Cajanus cajan*. Efecto del pH y fuerza iónica” (tesis de doctorado), Argentina, Universidad Nacional del Nordeste, 2022, disponible en [<https://repositorio.unne.edu.ar/handle/123456789/47860>].
- FLORES, JULIA; CONCESA CABALLERO y MARCO ANTONIO MOREIRA. “Una interpretación aproximativa del concepto de Hidrólisis en estructuras peptídicas en un Curso de Bioquímica del IPC en el contexto de la Teoría de los Campos Conceptuales de Vergnaud”, *Revista de Investigación*, vol. 32, n.º 64, 2008, pp. 135 a 159, disponible en [<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=376140379006>].
- FONDO DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA INFANCIA. *¿Una alimentación para el fracaso? La crisis de la alimentación infantil en los primeros años de vida*, Nueva York, UNICEF, 2021, disponible en [<https://www.unicef.org/media/107236/file/%20Fed%20to%20Fail%20-%20BRIEF-SPANISH-Final.pdf>].
- FONDO DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA INFANCIA. *Niños, alimentos y nutrición: crecer bien en un mundo en transformación*, Nueva York, UNICEF, 2019, disponible en [<https://www.unicef.org/media/62486/file/Estado-mundial-de-la-infancia-2019.pdf>].
- FONDO DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA INFANCIA. *Para cada infancia, nutrición. Estrategia de nutrición de UNICEF para 2020-2030*, Nueva York, UNICEF, 2020, disponible en [<https://www.unicef.org/media/111486/file/%20Nutrition%20Strategy%202020-2030%20.pdf>].
- GARCÍA GÓMEZ, MARÍA DE JESÚS. “Potencial biotecnológico de las proteínas de la fracción vegetal del amaranto”, *Revista Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo*, vol. 3, n.º 5, 2013, pp. 1 a 8, disponible en [<https://docplayer.es/38035299-Potencial-biotecnologico-de-las-proteinas-de-la-fraccion-vegetal-del-amaranto.html>].

- GARCÍA SILVA, DIANA CAROLINA. “Evaluación *in vitro* de la actividad antibacteriana y antimicótica de los extractos de dos especies de plantas del género *Amaranthus* aplicado sobre cepas de interés clínico en el periodo diciembre de 2013 - mayo de 2014” (tesis de pregrado), Riobamba, Ecuador, Universidad Nacional de Chimborazo, 2015, disponible en [<http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/1302>].
- GARCÍA VALVERDE, MARÍA DEL SOCORRO. “Diseño de un secador de bandejas para el secado de maíz, quinua y amaranto en la hacienda San Jorge” (tesis de pregrado), Riobamba, Ecuador, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, 2016, disponible en [<http://dspace.espoch.edu.ec/handle/123456789/4850>].
- GONZÁLEZ CALDERÓN, O. y H. EXPÓSITO DE MENA. “Alimentación del niño preescolar, escolar y del adolescente”, *Pediatría Integral*, vol. XXIV, n.º 2, 2020, pp. 98 a 107, disponible en [[https://www.pediatriaintegral.es/wp-content/uploads/2020/xxivo2/04/n2-098-107\\_OlgaGlez.pdf](https://www.pediatriaintegral.es/wp-content/uploads/2020/xxivo2/04/n2-098-107_OlgaGlez.pdf)].
- GONZÁLEZ PÉREZ, MARÍA ISABEL. “Métodos de análisis para la determinación de proteínas en cereales: amaranto y cebada” (tesis de maestría), España, Universidade da Coruña, 2020, disponible en [<https://ruc.udc.es/dspace/handle/2183/27174>].
- GRANDES ROMÁN, GLADYS NATHALY. “Caracterización morfológica y evaluación agronómica de 8 líneas de amaranto (*Amaranthus sp.*) provenientes de Rusia en el barrio Tigualo (Salcedo) y en el barrio Las Manzanas (Sigchos), Cotopaxi, 2014” (tesis de pregrado), Latacunga, Ecuador, Universidad Académica de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales, 2015, disponible en [<http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/2538/1/T-UTC-00074.pdf>].
- GUARDIA CHAPETÓN, VÍCTOR TEODOCIO. “Comparativo de rendimiento de tres variedades de kiwicha (*Amarantus caudatus L.*) por efecto de dos bioestimulantes en la localidad de Marcara, Carhuaz, Áncash” (tesis de pregrado), Huaraz, Perú, Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo, 2020, disponible en [<http://repositorio.unasam.edu.pe/handle/UNASAM/4235>].

- HUAMÁN CHACALTANA, MELISA HETEL; YULY LIPACA QUICHCA y SHIRLEY JUDHYT MENDOZA PEÑA. “Efecto de la intervención educativa en el nivel de la educación alimentaria de madres sobre el uso de los granos andinos en el distrito de Callahuanca-Huarochirí-2017” (tesis de pregrado), Lima, Perú, Universidad Nacional de Educación Enrique Guzmán y Valle, 2018, disponible en [<https://repositorio.une.edu.pe/handle/20.500.14039/1254>].
- ILLESCAS CARVAJAL, JHON ÁNGEL. “Estudio fenológico de dos variedades de amaranto en las condiciones agrometeorológicas de Querochaca” (tesis de pregrado), Cevallos, Ecuador, Universidad Técnica de Ambato, 2017, disponible en [<https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/26383>].
- LÓPEZ CETINO, JOSÉ CARLOS. “Efecto de la densidad de siembra sobre la producción de biomasa en Amaranto (*Amaranthus caudatus*)” (tesis de pregrado), Escuintla, Guatemala, Universidad Rafael Landívar, 2015, disponible en [<http://recursosbiblio.url.edu.gt/tesiseortiz/2015/06/17/Lopez-Jose.pdf>].
- MALDONADO CHOQUE, ROCÍO BELINDA. “La mala nutrición y su relación con el desarrollo intelectual” (tesis de pregrado), Lima, Universidad Nacional de Educación Enrique Guzmán y Valle, 2020, disponible en [<https://repositorio.une.edu.pe/handle/20.500.14039/6133>].
- MARRUGO LIGARDO, YESID A.; PIEDAD M. MONTERO CASTILLO y MARLENE DURAN LENGUA. “Evaluación nutricional de concentrados proteicos de *Phaseolus lunatus* y *Vigna unguiculata*”, *Información Tecnológica*, vol. 27, n.º 6, 2016, pp. 107 a 114, disponible en [<https://www.scielo.cl/pdf/infotec/v27n6/art11.pdf>].
- MEJÍA DOMÍNGUEZ, CECILIA MAURA. “Elaboración de galletas enriquecidas con concentrado proteico foliar de zanahoria” (tesis de maestría), Huacho, Perú, Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión, 2009, disponible en [<https://1library.co/document/q2o66ojz-elaboracion-de-galletas-enriquecidas-con-concentrado-proteico-foliar-de-zanahoria.html>].

- MENDOZA ARAIZA, ARTURO. “Rendimiento de grano y forraje en variedades de amaranto bajo dos densidades de población en San Luis Potosí” (tesis de pregrado), Soledad de Graciano Sánchez, México, Universidad Autónoma de San Luis Potosí, 2013, disponible en [<https://repositorioinstitucional.uaslp.mx/xmlui/handle/i/3469>].
- MINISTERIO DE COMERCIO EXTERIOR Y TURISMO. Oficina Comercial de Perú en Houston. Ficha de mercado producto Kiwicha/Amaranto, Lima, 2021, disponible en [<https://institucional.promperu.gob.pe/ContenidosFichas/norteamerica/OHOU-Ficha-Mercado-EEUU-Producto-Kiwicha-2021.pdf>].
- MOHAMED YASEEB ELGHANDOUR, MONA; LAURA HAYDEE VALLEJO HERNÁNDEZ, ABDELFATTAH ZEIDAN MOHAMED SALEM, MIGUEL MELLADO, LUIS MIGUEL CAMACHO DÍAZ, MOISÉS CIPRIANO SALAZAR, OLUROTIMI OLAFADAHAN, JAIME OLIVARES y S. ROJAS. “Moringa oleifera leaf meal as an environmental friendly protein source for ruminants: Biomethane and carbon dioxide production, and fermentation characteristics”, *Journal of Cleaner Production*, vol. 165, 2017, pp. 1.229 a 1.238, disponible en [<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0959652617315974>].
- MORA MATA, ENEIDA. “Evaluación de etapas fenológicas en el cultivo de amaranto (*Amaranthus hypochondriacus*) para su comercialización y producción” (tesis de pregrado), Buenavista, México, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, 2008.
- MUNIVE LEDESMA, PABLO ANDRÉS. “Elaboración de un suplemento alimenticio en polvo para consumo humano a partir de una mezcla de hidrolizado de soya y almidón de maíz” (tesis de pregrado), Quito, Escuela Politécnica Nacional, 2009, disponible en [<https://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/1666>].
- NARANJO CASTILLO, ANDREA ENRIQUETA; VIRGINIA ANABELL ALCIVAR CRUZ, THAYLANDIA STEFANIE RODRÍGUEZ VILLAMAR y FREDDY ALBERTO BETANCOURT BOHÓRQUEZ. “Desnutrición infantil kwashiorkor”, *RECIMUNDO*, vol. 4, n.º 1, 2020, pp. 24 a 45, disponible en [<http://recimundo.com/index.php/es/article/view/775>].

- NGUGI, CHARLES C.; ELIJAH OYOO-OKOTH, JULIUS O. MANYALA, KEVIN FITZSIMMONS y ANN KIMOTHO. "Characterization of the nutritional quality of amaranth leaf protein concentrates and suitability of fish meal replacement in Nile tilapia feeds", *Aquaculture Reports*, vol. 5, 2017, pp. 62 a 69, disponible en [<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2352513416301168?via%3Dihub>].
- NOGUERA, FLAVIA; SILVIA GIGANTE, CAROLINA MENONI, IVANNA AUDE, DÉBORA MONTERO y NATALIA PEÑA. *Principios de la preparación de alimentos*, Montevideo, Comisión Sectorial de Enseñanza, 2018, disponible en [<https://www.colibri.udelar.edu.uy/jspui/handle/20.500.12008/21084>].
- ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA ALIMENTACIÓN Y LA AGRICULTURA. *Cultivos tradicionales: Amarantho*, FAO, 2015, disponible en [<http://www.fao.org/traditional-crops/amaranth/es/>].
- PÉREZ, BYRON; JAVIER GARRIDO, ANDREA ENDARA, ANDREA LANDÁZURI y LUCÍA RAMÍREZ CÁRDENAS. "Optimization of the extraction and precipitation process of a leaf protein concentrate from *Moringa oleifera Lam.*", *Revista Facultad Nacional de Agronomía*, vol. 75, n.º 1, 2022, pp. 9.813 a 9.821, disponible en [<http://www.scielo.org.co/pdf/rfnam/v75n1/2248-7026-rfnam-75-01-9813.pdf>].
- POPKIN, BARRY. *El impacto de los alimentos ultraprocesados en la salud. 2030 - Alimentación, agricultura y desarrollo rural en América Latina y el Caribe*, n.º 34, Santiago de Chile, FAO, 2020, disponible en [<https://www.fao.org/3/ca7349es/CA7349ES.pdf>].
- QUESADA, DAYANA y GEORGINA GÓMEZ. "¿Proteínas de origen vegetal o de origen animal?: una mirada a su impacto sobre la salud y el medio ambiente", *Revista de Nutrición Clínica y Metabolismo*, vol. 2, n.º 1, 2019, pp. 1 a 8, disponible en [<https://cpncampus.com/biblioteca/files/original/3d406a1c20e84eb717995coeced2df81.pdf>].

- QUEVEDO ROJAS, TITO DANIEL; JUAN ALEXIS RICARDO GASTULO MALCA y ABRAHAM GUILLERMO YGNACIO SANTA CRUZ.  
“Elaboración de una barra alimenticia de kiwicha, polen y miel de abeja”, *Revista de Investigación Científica y Tecnológica Llamkasun*, vol. 3, n.º 1, 2022, pp. 130 a 137, disponible en [<https://llamkasun.unat.edu.pe/index.php/revista/article/view/92>].
- QUINTANA SABOGAL, JOSUÉ y ALVEYRIS ALVARADO YANES.  
“Condiciones para la precipitación de proteína foliar a partir de la *Moringa Oleifera Lam*” (tesis de pregrado), Barranquilla, Colombia, Universidad Nacional Abierta y a Distancia, 2013, disponible en [<https://es.slideshare.net/andresquintanav/condiciones-para-la-precipitacion-de-la-proteina-foliar-a-partir-de-la-moringa-oleifera-lam-29934418>].
- RAMÍREZ RODRIGUES, MILENA MARÍA; JORGE CARLOS MÉTRI OJEDA, MARIANA GONZÁLEZ DÍAZ y DIANA KARINA BAIGTS ALLENDE.  
“Use of Chaya (*Cnidoscolous chayamansa*) Leaves for Nutritional Compounds Production for Human Consumption”, *Journal of the Mexican Chemical Society*, vol. 65, n.º 1, 2021, pp. 118 a 128, disponible en [<https://www.jmcs.org.mx/index.php/jmcs/article/view/1433>].
- RÍOS PRADO, GREISY JOHANA. “Obtención de concentrados proteicos de la torta residual de Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis L.*), mediante tres métodos de extracción para su empleo en alimentos de consumo humano” (tesis de pregrado), Pucallpa, Perú, Universidad Nacional de Ucayali, 2019, disponible en [<http://repositorio.unu.edu.pe/handle/UNU/4265>].
- ROQUE SIGUAS, OSCAR JUAN. “Diferencias de la constante térmica en las fases fenológicas de dos variedades de amaranto (*Amaranthus caudatus L.*): precoz y tardía en la microcuenca del distrito de Ayacucho” (tesis de doctorado), Huancavelica, Perú, Universidad Nacional de Huancavelica, 2019, disponible en [<http://repositorio.unh.edu.pe/handle/UNH/2794>].

- SALVADOR REYES, ELMER y JORDY BORIS VEGA ZULOETA. “Formulación de un alimento para niños en edad pre escolar a base de quinua (*Chenopodium quinoa*), kiwicha (*Amaranthus caudatus*) y mango (*Mangifera indica*)” (tesis de pregrado), Lambayeque, Perú, Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, 2017, disponible en [<https://repositorio.unprg.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12893/1588/BC-TES-TMP-431.pdf?sequence=1&isAllowed=y>].
- SÁNCHEZ ROMERO, CONCEPCIÓN. “Análisis, cuantificación y comparación del perfil de aminoácidos en dos razas de ganado bovino” (tesis de pregrado), España, Universidad Católica de Valencia San Vicente Mártir, 2020, disponible en [<https://riucv.ucv.es/handle/20.500.12466/1791>].
- SERPA GUERRA, ANGÉLICA; GUSTAVO HINCAPIÉ LLANO y CATALINA ÁLVAREZ LÓPEZ. “Determinación del punto isoelectrico de las proteínas presente en cuatro fuentes foliares: yuca (*Manihot esculenta Crantz*), variedades verónica y tai, jatropha (*Jatropha curcas L.*) y gmelina (*Gmelina arborea*)”, *Prospectiva*, vol. 12, n.º 1, 2014, pp. 30 a 39, disponible en [<http://ojs.uac.edu.co/index.php/prospectiva/article/view/148>].
- SOBERÓN, MARÍA; ROSA ORIONDO, ENRIQUETA ESTRADA, INÉS ARNAO, ADRIANA CORDERO, LUZ VELÁSQUEZ e IRENE ARTEAGA. “Impacto de una intervención alimentaria con un concentrado proteico de *Medicago sativa* L (alfalfa), en niños preescolares con desnutrición crónica” *Anales de la Facultad de Medicina*, vol. 70, n.º 3, 2009, pp. 168 a 174, disponible en [[http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1025-55832009000300003](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1025-55832009000300003)].
- TAMAYO TENORIO, ANGÉLICA; JARNO GIETELING, GOVARGUS A. H. DE JONG, REMKO M. BOOM y ATZE J. VAN DER GOOT. “Recovery of protein from green leaves: Overview of crucial steps for utilization”, *Food Chemistry*, vol. 203, 2016, pp. 402 a 408, disponible en [<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0308814616302643?via%3Dihub>].

- ULLOA, JOSÉ ARMANDO; PETRA ROSAS ULLOA, JOSÉ CARMEN RAMÍREZ RAMÍREZ y BLANCA ESTELA ULLOA RANGEL. “Producción de aislados proteicos a partir de subproductos industriales”, *Revista Fuente nueva época*, vol. 4, n.º 11, 2012, pp. 9 a 15, disponible en [<http://dspace.uan.mx:8080/xmlui/handle/123456789/899>].
- VEGA CASTRO, NOHORA ANGÉLICA y EDGAR ANTONIO REYES MONTAÑO. *Introducción al análisis estructural de proteínas y glicoproteínas*, Bogotá, Universidad Nacional de Colombia, 2020, disponible en [<https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/81133>].
- VILLA SAMANIEGO, JUAN WILFRIDO. “Evaluación de tres niveles de harina de Amarantho *Amaranthus caudatus* en la elaboración de manjar de leche” (tesis de pregrado), Riobamba, Ecuador, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, 2012, disponible en [<http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/2223>].
- WRIGLEY, COLIN W.; HAROLD CORKE, KOUSHIK SEETHARAMAN y JONATHAN FAUBION. *Encyclopedia of food grains. The world of food the grains*, 2.ª ed., Oxford, 2016, Elsevier, pp. 295 a 346.
- ZEA MORALES, JEAN PAOLO; WILLIAM JUVENAL ZEA PIZARRO, VÍCTOR IVÁN VACCARO MACÍAS y ELSY ÁVALOS MORENO. “Los aminoácidos en el cuerpo humano”, *Revista Científica Mundo de la Investigación y el Conocimiento*, vol. 1, n.º 5, 2017, pp. 379 a 391, disponible en [<https://www.recimundo.com/index.php/es/article/view/79>].
- ZHANG, WENXIANG; LU-HUI DING, NABIL GRIMI, MICHEL JAFFRIN y BING TANG. “Application of UF-RDM (Ultrafiltration Rotating Disk Membrane) module for separation and concentration of leaf protein from alfalfa juice: Optimization of operation conditions”, *Separation and Purification Technology*, vol. 175, 2017, pp. 365 a 375.



Editado por el Instituto Latinoamericano de Altos Estudios –ILAE–,  
en julio de 2023

Se compuso en caracteres Minion Pro de 11 y 9 ptos.

Bogotá, Colombia

