

MARCO TEÓRICO DE LA PRESENTE INVESTIGACIÓN

Sobre los alimentos andinos

Según el Consorcio para el Desarrollo Sostenible de la Ecorregión Andina (CONDESAN), los alimentos andinos están constituidos por animales, granos, tubérculos, raíces, legumbres y frutas que se producen a alturas situadas entre los 1,000 y los 4,500 metros sobre el nivel del mar,¹ y que son sumamente resistentes tanto a las condiciones ecológicas adversas, como también a las plagas y las enfermedades. Los cultivos andinos cubren en la actualidad un área aproximada de cultivo de 150,000 hectáreas en los Andes, y se estima que alrededor de 500,000 familias campesinas tienen parcelas de diversos tamaños con uno (o más) de estos cultivos destinados al autoconsumo y la venta ocasional de los excedentes.² La producción de alimentos andinos es de una enorme importancia socioeconómica para los pobladores de esta región porque, además, de asegurar su supervivencia (y la de sus familias) con el aporte energético-proteínico que representan, les generan ingresos por la venta de los excedentes de producción.¹⁻²

Según las propiedades nutrimentales de los mismos, los alimentos andinos se clasifican en las categorías siguientes: *Fuentes de energía* (en forma de glúcidos, almidones y otros carbohidratos): Tubérculos y raíces como la papa, oca, melloco, mashwa, y la jícama; *Fuentes de proteínas, energía (como grasas) y minerales*: chocho, haba, frijol, arveja; *Fuentes de proteínas, minerales y energía (a modo de carbohidratos)*: quinua, amaranto, maíz; y *Fuentes de vitaminas y minerales*: frutales andinos, a saber: tomate de árbol, capulí, babaco, uvilla, y taxo, entre otros; y cucurbitáceas: zapallos y zambos.²

Geográficamente hablando, los Andes constituyen parte de una gran cordillera volcánica que atraviesa la parte occidental de todo el continente americano y que recorre desde el territorio de Alaska hasta el extremo meridional de Chile, y que se continúa como una cordillera submarina. De las cumbres emergidas de esta cordillera se formó el arco de las Antillas australes.

Los expertos coinciden en que los primeros hombres que llegaron a las Américas por el estrecho de Behring, hace 30 – 50 mil años antes del nacimiento de Cristo, tuvieron que adaptarse a los ecosistemas de esta área geográfica, y para ello se agruparon en diversas etnias, culturas y tribus para convertirse en consumidores de los alimentos que encontraban en el entorno mediante la caza, la pesca y la recolección. En la evolución histórica estas colectividades primeras evolucionaron prontamente hacia la domesticación de plantas y animales de una enorme variabilidad ecológica y biológica.

En lo que respecta a los alimentos andinos, no se cuenta con información exacta de las especies alimenticias oriundas de los terrenos andinos que fueron domesticadas. El asunto ha sido objeto tanto de exageraciones como de confusiones históricas. Se ha de notar que algunas especies han permanecido prácticamente silvestres a lo largo de todos estos años, y coexisten con otras que se han adaptado a estos ambientes, sin contar las especies que fueron traídas por los españoles durante la colonización. Aun así, se considera que existen unas 70 especies de plantas domesticadas en los Andes, y que una gran parte de éstas son nativas de la región.

La Tabla 1 reporta las especies alimenticias originarias de la región andina que han sido definidas por el CONDESAN. De acuerdo con los trabajos de Cárdenas (1996) y Cadena y Moreno (2012),³⁻⁴ los alimentos andinos, en el momento de la llegada de los españoles a las Américas, constituían la base de la alimentación de los pueblos oriundos de los Andes. Muchos de estos alimentos han alcanzado una enorme importancia mundial en el tiempo actual. La papa y el maíz han alcanzado los primeros lugares en el mundo en cuanto a la importancia nutricional. Otros, como el amaranto y el *tarhui*, son también bien conocidos. Sin embargo, se tienen algunos, como la oca y la quinua, que todavía tienen un consumo limitado, en tanto que el izaño y la cañihua están prácticamente olvidados, aun en su zona de origen.

Sobre el lugar de las proteínas en la alimentación humana

Las proteínas son los pilares fundamentales de la vida.⁵⁻⁷ El cuerpo humano necesita proteínas para crecer, desarrollarse, repararse y mantenerse a sí mismo. Cada célula en el cuerpo humano contiene proteínas que son parte importante de la piel, los músculos, los órganos y las glándulas. Las proteínas también se encuentran en todos los líquidos corporales, con las excepciones de la bilis y la orina.

Las proteínas son moléculas formadas por una larga cadena lineal de los elementos constitutivos que le son propias: los aminoácidos. Cada aminoácido está formado por un *grupo amino* (NH_2) y otro *carboxilo* ($COOH$), que se enlazan al mismo carbono de la molécula.

Los aminoácidos constituyen la estructura química básica de una proteína.⁸ Dentro de una proteína, los aminoácidos se encuentran unidos entre sí mediante el *enlace peptídico* que se establece entre el grupo amino del primero con el carboxilo perteneciente a otro aminoácido.

Los aminoácidos se encuentran en las fuentes animales de proteínas tales como las carnes, la leche, el pescado, y los huevos. Los aminoácidos también se pueden hallar en fuentes vegetales, a saber: las leguminosas (la soja, los frijoles y la mantequilla de maní, entre otras); y los cereales como el germen de trigo. Por ello, no se necesita consumir solo productos animales para obtener todas las cantidades y calidades de proteínas dietéticas que necesita el cuerpo.

Sólo existen veinte aminoácidos distintos en las proteínas dietéticas (independientemente de su origen animal vs. vegetal). Con fines nutricionales, los aminoácidos se clasifican como indispensables (léase también esenciales), no indispensables (léase también dispensables o no esenciales); y condicionalmente indispensables (léase condicionalmente esenciales).

De los veinte aminoácidos señalados en el párrafo precedente, solo 9 aminoácidos son considerados como esenciales (indispensables), los mismos que no son sintetizados en el organismo al estar el organismo desprovisto de las rutas metabólicas requeridas para ello. Es por ello que estos 9 aminoácidos esenciales deben ser consumidos diariamente en la dieta. Tales aminoácidos esenciales son la histidina (en los niños); la isoleucina, la leucina y la valina (reconocidos éstos últimos tres también como los aminoácidos de cadena ramificada); la lisina, la metionina (y por extensión la cisteína y la cistina); la fenilalanina (y la tirosina como aminoácido derivado); y la treonina y el triptófano. Este sistema de clasificación reconoce que la metionina es el precursor de los demás aminoácidos azufrados. Se ha de recordar que la cistina está formada por dos moléculas de cisteína unidas a través de un puente disulfuro.

Tabla 1. Especies alimenticias originarias de la región andina. Se ofrecen el nombre vulgar (léase también común) del alimento, junto con el nombre científico del mismo. Asimismo, se coloca una categoría relativa al reconocimiento regional/global del alimento en cuanto a su importancia nutricional.

Grupo	Alimento	Nombre científico	Categoría
Granos	Maíz	<i>Zea mays</i>	A
	Quinoa	<i>Chenopodium quinoa</i>	C
	Cañihua	<i>Chenopodium pallidicaule</i>	D
	Millmi	<i>Amaranthus caudatus</i>	B
Tubérculos	Papa	<i>Solanum tuberosum</i>	A
	Papa amarga	<i>Solanum juzepczukii</i>	C
	Oca	<i>Oxalis tuberosa</i>	C
	Papalisa	<i>Ullucus tuberosum</i>	C
	Izaño	<i>Tropaeolum tuberosum</i>	D
Raíces	Arracacha	<i>Arracacia xanthorrhiza</i>	C
	Achira	<i>Canna edulis</i>	C
	Ajipa	<i>Pachyrhizus tuberosus</i>	C
	Yacón	<i>Polymnia sonchifolia</i>	D
	Mauka	<i>Mirabilis expansa</i>	D
	Camote	<i>Ipomoea batatas</i>	A
	Maca	<i>Lepidium myenii</i>	D
Leguminosas	Tarhui	<i>Lupinus mutabilis</i>	C
	Frijol	<i>Phaseolus vulgaris</i>	B
	Pallar	<i>Phaseolus lunatus</i>	B
	Pajuro	<i>Erythrina edulis</i>	D
Cucurbitáceas	Zapallo	<i>Cucurbita máxima</i>	B
	Achokkcha	<i>Cyclanthera pedata</i>	B
Frutales	Ají	<i>Capsicum annuum</i>	B
	Pepino	<i>Solanum variegatum</i>	C
	Capulí	<i>Physalis peruviana</i>	C
	Sachatomate	<i>Cyphomandra betacea</i>	D
	Granadilla	<i>Passiflora ligularis</i>	D
	Tumbo	<i>Passiflora mollisima</i>	C
	Curuba de indio	<i>Passiflora mixta</i>	D
	Puropuro	<i>Passiflora pinnatispula</i>	D
	Granadilla real	<i>Passiflora quiadrangularis</i>	D
	Chirimoya	<i>Annona cherimola</i>	B
	Lucuma	<i>Lucuma aborata</i>	D
	Pasakana chuquisaka	<i>Thichocereus herzogianus</i>	D
	Papayuela	<i>Caricia cundamarcensis</i>	C
	Mora de castilla	<i>Rubus glaucus</i>	C
	Ciruela de fraile	<i>Bunchosia armeniaca</i>	C

Leyenda: *Categoría A*: De importancia mundial. *Categoría B*: Conocidos en el mundo. *Categoría C*: Conocidos, pero de uso limitado. *Categoría D*: Raramente localizados.

Sobre las proteínas aminoacídicamente completas, incompletas y complementarias

Desde el punto de vista alimentario y dietético, las proteínas alimenticias se pueden clasificar como “completas” o “incompletas” según el contenido de aminoácidos.⁸⁻¹⁰ Las proteínas completas (léase también equilibradas) son aquellas proteínas alimenticias que contienen los nueve aminoácidos indispensables en concentraciones suficientes como para cubrir los requerimientos diarios del ser humano, y además, son 100% utilizables. Por el contrario, las proteínas incompletas (i.e.: no equilibradas) son deficientes en uno o más aminoácidos de los nueve aminoácidos esenciales que deben ser proporcionados diariamente con los alimentos. De hecho, pueden presentar 1 (o más) aminoácido(s) limitante(s). En este punto, se hace saber que un aminoácido esencial se define como limitante cuando se presenta en una proteína alimenticia de interés en una proporción menor respecto de la cantidad del mismo aminoácido en la proteína patrón (de referencia) avanzada por la FAO/OMS/UNU en el año 1985.¹¹⁻¹³

Por su parte, el concepto de “proteínas complementarias” está basado en la obtención de los nueve aminoácidos indispensables mediante la combinación de alimentos que, consumidos aisladamente, serían considerados de otro modo como proteínas incompletas.

Sobre las propiedades químicas de los aminoácidos

De los aminoácidos que conforman las proteínas y que son fisiológicamente importantes, el organismo sintetiza 14 de ellos a partir de un adecuado suministro de nitrógeno y energía. Sin embargo, existen 9 que no pueden ser sintetizados por el ser humano, y por lo tanto, deben ser incorporados diariamente en la dieta. Estos aminoácidos esenciales que no pueden ser sintetizados a la velocidad requerida y en las cantidades necesarias, y que son suministrados a través de alimentos especificados en la dieta, son la leucina, la isoleucina, la lisina, la metionina, la fenilalanina, la treonina, la valina, y el triptófano. La histidina ha sido reconocida como un aminoácido esencial durante la lactancia.¹⁴⁻¹⁵

Tabla 2. Alimentos de la dieta humana ordenados según la calidad biológica de las proteínas.

Alimento fuente	Valor biológico
Leche materna	100
Huevo	100
Carne	75
Pescado	75
Leche de vaca	75
Soja	70
Arroz	60
Trigo	50
Legumbres	40
Maíz	40

Fuente: Referencia [11].

Una proteína de buena calidad nutricional es aquella que contiene todos los aminoácidos esenciales. Esta calidad nutricional se mide mediante el llamado valor biológico. La Tabla 2 reporta el valor biológico de algunos alimentos según el contenido y calidad de las proteínas que contienen. Las proteínas que exhiben los valores biológicos más elevados son aquellas presentes en la leche materna y el huevo. No en balde la Organización Mundial de la Salud (OMS) y la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) las ha elegido como las proteínas patrón para numerosos estudios nutricionales. Así, la albúmina presente en la clara de huevo ha sido tomada como el prototipo de proteína aminoacídicamente completa.¹¹ En este punto se debe decir que, como el organismo absorbe y utiliza aminoácidos antes que proteínas completas, poco importa la fuente de las proteínas, pues el organismo no distingue si los aminoácidos internalizados provienen de una proteína de origen animal, o de otra vegetal.¹⁶⁻²⁰

Sobre la complementación alimentaria

La calidad biológica de una proteína alimenticia implica la existencia en la misma de determinadas proporciones de cada uno de los aminoácidos esenciales. Ello es alcanzable de forma inmediata con los alimentos de origen animal. Sin embargo, la mayoría de las proteínas de origen vegetal carecen de uno u otro aminoácido esencial. Lo anteriormente dicho no quiere decir que sean eliminadas de la dieta regular del ser humano: la calidad biológica de las proteínas alimenticias de origen vegetal se puede mejorar mezclando fuentes diversas de vegetales como los cereales y las leguminosas.²¹⁻²²

Tabla 3. Contenido de aminoácidos lisina, metionina, treonina y triptófano en algunos granos andinos. El contenido de aminoácidos del trigo se coloca a modo de comparación.

Aminoácido (g/100 g de proteínas)	Alimento			
	Quinoa ^(a)	Cañihua ^(a)	Kiwicha ^(a)	Trigo ^(b)
Lisina	6.8	5.9	6.7	2.9
Metionina	2.1	1.6	2.3	1.5
Treonina	4.5	4.7	5.1	2.9
Triptófano	1.3	0.9	1.1	1.1

Leyenda: ^(a) Valores promedio de las variedades de acuerdo con la “Tabla de composición de alimentos peruanos”, recogida en la referencia [23]. ^(b) Tomado de: Referencia [10].

La nutrición óptima exige una mezcla equilibrada de aminoácidos. Cuando en una dieta se combinan diversas proteínas aminoacídicamente incompletas, éstas deben estar disponibles para ser digeridas y absorbidas porque serán necesarios todos los aminoácidos para que, llegado el momento, se puedan sintetizar nuevas proteínas tisulares, y así se pueda asegurar el crecimiento lineal del niño y la acreción tisular. El aprovechamiento de las proteínas ocurre poco tiempo después de la ingestión: el organismo no es capaz de almacenar los aminoácidos absorbidos para recombinarlos más tarde en nuevas proteínas.

Las proteínas aminoacídicamente incompletas son aquellas que tienen en su composición uno o más aminoácidos esenciales que puedan limitar la síntesis de proteínas tisulares y la acreción tisular, disminuyendo así la utilización de las proteínas que los contienen. La Tabla 3

muestra el contenido de lisina, metionina, treonina y triptófano en las proteínas de algunos granos andinos. El contenido de estos aminoácidos es elevado en estos granos cuando se les compara con los cereales (que son pobres en lisina y treonina) y las leguminosas (pobres en aminoácidos azufrados como la metionina y la cistina). Lo anterior significa que el cómputo (léase también *score*) aminoacídico (índice que expresa relación entre el contenido de aminoácidos presente en un gramo de nitrógeno de la proteína del alimento estudiado respecto del existente en la misma masa de nitrógeno de la proteína de referencia) es adecuado, y permite entonces realizar mezclas de cereales y leguminosas para mejorar el cómputo aminoacídico y la calidad biológica de las proteínas presentes en la mezcla final. Este efecto es denominado como complementación aminoacídica.²⁴ Luego, cuando dos alimentos que contienen proteínas con aminoácidos limitantes diferentes se consumen dentro de la misma comida, el aminoácido presente en las proteínas del primer alimento puede compensar la deficiencia de otro en las del segundo alimento, dando lugar así a una proteína de alto valor biológico. Una mezcla de cereales (bajos en lisina) y legumbres (bajos en metionina) puede convertirse, por consiguiente, en una fuente de proteínas de buena calidad biológica. Otra forma de obtener aminoácidos indispensables es combinando una pequeña cantidad de una proteína aminoacídicamente completa con grandes cantidades de otras proteínas alimenticias incompletas.

Tabla 4. Combinaciones aminoacídicamente excelentes de las proteínas alimenticias. Otras combinaciones de lácteos + semillas, lácteos + legumbres, y de granos + semillas son menos eficaces en virtud de que las calificaciones químicas son similares y no se complementan eficazmente.

Combinación	Alimentos prototipo
Granos + Leguminosas	Arroz + Frijoles
	Sopas de chícharos + Tostadas
	Lentejas + Arroz
Granos + Lácteos	Pastas + Queso
	Budín de arroz
	Emparedados de queso
Leguminosas + Semillas	Garbanzos + Aliño de semillas de sésamo
	Falafel
	Sopas

Bajo el principio de la complementación alimentaria, dos (o más) proteínas aminoacídicamente incompletas pueden combinarse de tal forma que la deficiencia de uno (o más) aminoácidos esenciales en la primera de ellas puede ser compensada por los existentes en la segunda una vez lograda la mezcla final, y viceversa. Las proteínas complementarias de la mezcla final proporcionan entonces todos los aminoácidos esenciales necesarios para el cuerpo humano, consiguiéndose así un patrón equilibrado de aminoácidos que son usados efectivamente por la economía.

La Tabla 4 muestra algunas combinaciones ideales para la obtención de proteínas de superior calidad biológica. La mezcla de las proteínas contenidas en la soja y el maíz, o la de las de la harina de trigo y la caseína de la leche, son buenos ejemplos de la combinación de proteínas complementarias.²⁵⁻²⁶ En estos casos, la calidad biológica de las proteínas de la mejor

combinación puede incluso exceder a la de las fuentes proteicas individuales, por lo que el efecto de la combinación es sinérgico.

Los alimentos de origen vegetal, como las leguminosas y los cereales, constituyen las fuentes principales de las proteínas de la alimentación diaria, pero poseen aminoácidos limitantes que disminuyen la eficiencia de su utilización, por lo que se hace necesario complementarlos con otros alimentos para mejorar su calidad. Como se ha dicho anteriormente, la complementación proteica puede lograrse agregando a estas proteínas vegetales pequeñas cantidades de proteínas animales, o combinándolas entre sí, al ser las leguminosas pobres en aminoácidos azufrados (metionina + cistina) pero ricas en lisina, mientras que los cereales como el trigo, el arroz y el maíz son pobres en lisina (el maíz también es pobre en triptófano), pero buenas fuentes de aminoácidos azufrados.²⁸⁻²⁹

Tabla 5. Patrón aminoacídico recomendado para niños y niñas con edades entre 1 – 5 años.

Aminoácido	mg/g de proteína [mg/g de nitrógeno]	
	Niños de 1 – 2 años *	Niños de 2 – 5 años †
Histidina	18 [114]	19 [119]
Isoleucina	25 [156]	28 [175]
Leucina	55 [341]	66 [413]
Lisina	51 [320]	58 [363]
Metionina + Cistina	25 [156]	25 [156]
Fenilalanina + Tirosina	47 [291]	63 [394]
Treonina	27 [170]	34 [213]
Triptófano	7 [43]	11 [69]
Valina	32 [199]	35 [219]

* Patrón aminoacídico colocado en las *Dietary References Intakes* (DRI) de la *National Academy* (Washington DC: 2006). Tomado de: Referencia [27].

† Patrón recomendado para niños con edades entre 2 – 5 años por la FAO/OMS/UNU (Geneva: 1985). Referencia [11].

Los granos andinos son una opción atractiva para la realización de mezclas de leguminosas y cereales. La FAO (1989) ha recomendado que la mejor calidad biológica de la mezcla proteica se alcanza con una parte de leguminosas por cada dos partes de granos de cereales (o tubérculos en su lugar).³⁰ Para Soriano del Castillo (2006), el mero hecho de combinar dos alimentos en cada comida contribuye a mejorar la calidad proteica de la misma.³¹ Las proporciones

nutricionalmente óptimas de las mezclas de proteínas alimenticias quedaron como: *Lentejas/Maíz*: 1/4; *Lentejas/Trigo*: 3/7; *Soja/Arroz*: 1/9; *Soja/Maíz*: 23/77; y *Soja/Trigo*: 33/67.³¹ Por su parte, Hurtado *et al.* (2001) reportaron que la mejor mezcla frijoles + maíz se obtuvo con una proporción 1/1.³²

Sobre la evaluación de la calidad de las proteínas alimenticias

El término “calidad proteica” se refiere a la capacidad de una proteína especificada de la dieta para incorporarse en las proteínas corporales.³³ Por consiguiente, la calidad proteica se puede estimar mediante varios indicadores, dentro de los cuales se destaca el valor biológico, o por lo mismo, la “calificación química” de la proteína.

El valor biológico de la proteína está definido por la concentración de aquel aminoácido indispensable (léase también esencial) que se encuentra en la menor proporción (y por lo tanto, limitante) respecto del patrón de referencia. Esto es: una vez estimadas las concentraciones de los aminoácidos esenciales de la proteína de interés, el aminoácido limitante (y por lo tanto, determinante de la calidad biológica de la misma) sería aquel que se encuentre en las concentraciones más bajas. Las proteínas contenidas en los cereales son, por lo general, deficientes en lisina; mientras que las de las leguminosas lo son en los aminoácidos azufrados (como la metionina y la cistina).

Tabla 6. Métodos más empleados en la evaluación de la calidad proteica de los alimentos.

Biológicos	Químicos
<ul style="list-style-type: none"> • Valor biológico • Utilización neta de la proteína • Calificación de aminoácidos corregida para la digestibilidad (PDCAAS <i>Protein Digestibility corrected Amino Acid Score</i>) • Índice de Eficiencia Proteínica (PER) • Coeficiente de Digestibilidad Aparente (CDA) • Coeficiente de Digestibilidad Verdadera (CDV) 	<ul style="list-style-type: none"> • Aminograma • Cómputo (Índice) aminoacídico • Índice de aminoácidos esenciales • Lisina Disponible

Fuente: Referencia [30].

La “proteína de referencia” es una proteína de existencia teórica definida por la FAO que tiene la composición adecuada para satisfacer correctamente las necesidades proteicas del ser humano. La FAO ha propuesto como proteínas de referencia a la proteína del huevo y la proteína de la leche humana.¹¹ También se han fijado distintas proteínas de referencia dependiendo de la edad del sujeto, atendiendo al hecho de que las necesidades de aminoácidos esenciales son distintas en las diferentes etapas del crecimiento y desarrollo humanos. La Tabla 5 muestra las propuestas de proteínas de referencia elaborados por dos cuerpos diferentes de expertos.

Existen varios índices y métodos para evaluar la calidad de las proteínas. A los fines de esta exposición, los mismos se pueden agrupar en métodos biológicos y métodos químicos.³⁴⁻⁴⁴ El cómputo (índice) aminoacídico es uno de los más empleados con estos fines. El cómputo aminoacídico expresa la relación que guarda el aminoácido limitante que se halla en menor proporción en la proteína de un alimento (o mezcla de alimentos) respecto del mismo aminoácido

presente en la proteína de referencia (patrón) para cada grupo etario. El cómputo aminoacídico para una proteína especificada se puede calcular empleando los valores de referencia de los 9 aminoácidos esenciales, o de 4 de ellos, a saber: Lisina, Metionina + Cistina, y Treonina y Triptófano; al ser éstos los aminoácidos indispensables que con mayor frecuencia se hallan limitados en los alimentos de consumo común.

Otras técnicas de evaluación de la calidad biológica de una proteína alimenticia se encuentran hoy disponibles. La evaluación biológica de la proteína contenida en un alimento se debe llevar a cabo partiendo de las técnicas más sencillas y progresando hacia las más complejas. La evaluación biológica de la proteína comienza con la determinación de las concentraciones de nitrógeno y aminoácidos. Luego siguen determinaciones químicas específicas, para culminar con las pruebas biológicas. No obstante, existen limitaciones con la información que pueda derivarse de los análisis químicos y los ensayos biológicos con animales. Luego, el método analítico a utilizar para determinar la calidad proteica de la proteína dependerá del tipo de estudio y de los objetivos que se pretende alcanzar.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Báez S, Cuesta F, Cáceres Y, Arnillas CA, Vásquez R. Síntesis del conocimiento de los efectos del cambio climático en la biodiversidad de los Andes tropicales. En: Panorama andino sobre cambio climático [Serie temática]. Consorcio para el Desarrollo Sostenible de la Ecorregión Andina. Secretaría General de la Comunidad Andina. Lima: 2011. Disponible en: https://www.researchgate.net/profile/Yolanda_Caceres2/publication/262766382_Sintesis_del_conocimiento_de_los_efectos_del_Cambio_Climatico_en_la_biodiversidad_de_los_Andes_Tropicales/links/0deec538ced312d551000000/Sintesis-del-conocimiento-de-los-efectos-del-Cambio-Climatico-en-la-biodiversidad-de-los-Andes-Tropicales.pdf. Fecha de última visita: 6 de Abril del 2018.
2. Suquilanda Valdivieso MB. Producción orgánica de cultivos andinos [Manual técnico]. Unión de Organizaciones Campesinas del Norte de Cotopaxi. Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca de la República del Ecuador. FAO. Publiasesores. Quito: 2011. Disponible en: http://www.fao.org/fileadmin/user_upload/mountain_partnership/docs/1_produccion_organica_de_cultivos_andinos.pdf. Fecha de última visita: 5 de Abril del 2018.
3. Cárdenas F. La dieta prehispánica en poblaciones arqueológicas muiscas. En: Bioantropología de la Sabana de Bogotá. ICAN [Bogotá] 1996:85-109.
4. Cadena B, Moreano C. La alimentación en tiempos pretéritos, una reflexión acerca de la trascendencia de la comida en la cultura y en el entorno biológico de las poblaciones humanas. En: Las manos en la masa. Arqueologías, antropologías e historias de la alimentación en Suramérica. 2012:339-60. Disponible en: http://www.academia.edu/download/30626164/18_Cadena_Moreano.pdf. Fecha de última visita: 5 de Abril del 2018.
5. Whitaker JR, Tannembaum SR. Food proteins. The Avi Publishing Company Inc. Westport [Connecticut]: 1976. Disponible en: <https://www.cabdirect.org/cabdirect/abstract/19781470085>. Fecha de última visita: 6 de Abril del 2018.
6. Kinsella JE. Relationships between structure and functional properties of food proteins. Food Proteins 1982;1:51-103.

7. Cheftel JC, Cuq JL, Lorient D. Proteínas alimentarias. bioquímica, propiedades funcionales, valor nutricional, modificaciones químicas. Acribia. Zaragoza [España]: 1989. Pp 1 – 346.
8. Block RJ, Weiss KW. Amino acid handbook: Methods and results of protein analysis. Charles C. Thomas Publishing House. Springfield: 1956. pp. 1 – 384. Disponible en: <https://www.cabdirect.org/cabdirect/abstract/19571404492>. Fecha de última visita: 7 de Abril del 2018.
9. Block RJ. The amino acid composition of proteins and foods. Science 1946;103:431-2
10. Kennedy BM. Amino acid content of foods and biological data on proteins. FAO Nutritional studies number. 24. Food Policy and Food Science Service. Nutrition Division. FAO. Geneva: 1971. Pp 1 - 285.
11. FAO/WHO/UNU. Energy and protein requirements. Report of a joint FAO/WHO/UNU Expert Consultation. WHO Technical Report Series number 724. WHO. Geneva: 1985.
12. Beaton GH. Human nutrient requirement estimates. Food Nutr Agric 1991;1:3-15.
13. González Torres L, Téllez Valencia A, Sampedro JG, Nájera H. Las proteínas en la nutrición. Rev Salud Pública Nutrición 2007;8:1-7.
14. Snyderman SE, Prose PH, Holt LE. Histidine, an essential amino acid for the infant. J Dis Child 1959; 98:459-60.
15. Stifel FB, Herman RH. Is histidine an essential amino acid in man? Am J Clin Nutr 1972; 25:182-5.
16. Harper AE. Amino acid balance and imbalance: I. Dietary level of protein and amino acid imbalance. J Nutr 1959;68:405-18.
17. Munaver SM, Harper UA. Amino acid balance and imbalance: II. Dietary level of protein and lysine requirement. J Nutr 1959;69:58-64.
18. Millward DJ, Layman DK, Tomé D, Schaafsma G. Protein quality assessment: Impact of expanding understanding of protein and amino acid needs for optimal health. Am J Clin Nutr 2008;87(5 Suppl):S1576-S1581.
19. Swendseid ME, Watts JH, Harris CL, Tuttle SG. An evaluation of the FAO amino acid reference pattern in human nutrition: I. Studies with young men. J Nutr 1961;75:295-302.
20. Swendseid ME, Harris CL, Tuttle SG. An evaluation of the FAO amino acid reference pattern in human nutrition: II. Studies with young women. J Nutr 1962;77:391-6.
21. Brown JE. Nutrición en las diferentes etapas de la vida. Quinta edición. McGraw-Hill. Ciudad México: 2014.
22. FAO/OMS. Evaluación de la calidad de las proteínas. Reporte de una consulta de expertos. FAO. Roma: 1992. Alimentación y nutrición 51:1-8.
23. Reyes García M, Gómez-Sánchez Prieto I, Espinoza Barrientos C, Bravo Rebatto F, Ganoza Morón L. Tablas peruanas de composición de alimentos. Instituto Nacional de Salud. Lima: 2009. Disponible en: <http://repositorio.ins.gob.pe/handle/INS/229>. Fecha de última visita: 8 de Abril del 2018.
24. Bressani R. Protein complementation of foods. En: Nutritional evaluation of food processing. Springer. Dordrecht: 1988. pp 627 – 657.
25. Bressani R. Nutritional contribution of soy protein to food systems. J Am Oil Chem Soc 1975;52(4):254A-262A.
26. Garza C. Appropriateness of milk use in international supplementary feeding programs. J Dairy Sci 1979;62:1673-84.
27. Zello GA. Dietary Reference Intakes for the macronutrients and energy: Considerations for physical activity. Appl Physiol Nutr Metab 2006;31:74-9.

28. Sosulski FW, Imafidon GI. Amino acid composition and nitrogen-to-protein conversion factors for animal and plant foods. *J Agr Food Chem* 1990;38:1351-6.
29. Young VR, Pellett PL. Plant proteins in relation to human protein and amino acid nutrition. *Am J Clin Nutr* 1994;59:S1203-S1212.
30. World Health Organization. Protein quality evaluation: Report of the Joint FAO/WHO Expert Consultation. WHO. FAO. Geneva: 1991.
31. Soriano del Castillo JM. Nutrición básica humana. Universitat de València. Volumen 91. Valencia: 2006. Disponible en: <https://books.google.com/books?hl=es&lr=&id=C43kg7wWBYC&oi=fnd&pg=PA18&dq=Nutrici%C3%B3n+B%C3%A1sica+Humana&ots=ndI9rr40RA&sig=dnlfV2qAywaeP45goSeCaYB5KvA>. Fecha de última visita: 8 de Abril del 2018.
32. Hurtado ML, Escobar B, Estévez AM. Mezclas legumbre/cereal por fritura profunda de maíz amarillo y de tres cultivares de frejol para consumo “snack”. *ALAN Arch Latinoam Nutr* 2001;51:303-8.
33. Satterlee LD, Marshall HF, Tennyson JM. Measuring protein quality. *J Am Oil Chem Soc* 1979;56(3 Part 1):103-9.
34. Chapman DG, Castillo R, Campbell JA. Evaluation of protein in foods: 1. A method for the determination of protein efficiency ratios. *Can J Biochem Physiol* 1959;37:679-86.
35. Oser BL. An integrated essential amino acid index for predicting the biological value of proteins. En: *Amino acid nutrition* [Editor: Albanese AA]. Academic Press. New York: 1959. Pp 295 – 311. Disponible en: <https://books.google.com/books?hl=es&lr=&id=4KzisJ39Uz0C&oi=fnd&pg=PA281&dq=food+proteins+amino+acid+composition+biological+value&ots=YeAYTFXse9&sig=JhE1W3vWHFK8OneZmoYnAIy4IQU>. Fecha de última visita: 7 de Abril del 2018.
36. Sheffner AL, Eckfeldt GA, Spector H. The pepsin-digest-residue (PDR) amino acid index of net protein utilization. *J Nutr* 1956;60:105-20.
37. Schaafsma G. The protein digestibility-corrected amino acid score. *J Nutr* 2000;130(7 Suppl): S1865-S1867.
38. Schaafsma G. The protein digestibility-corrected amino acid score (PDCAAS)- A concept for describing protein quality in foods and food ingredients: A critical review. *J AOAC Int* 2005;88:988-94.
39. Akeson WR, Stahmann MA. A pepsin pancreatin digest index of protein quality evaluation. *J Nutr* 1964;83:257-61.
40. Hsu HW, Vavak DL, Satterlee L, Miller GA. A multienzyme technique for estimating protein digestibility. *J Food Sci* 1977;42:1269-73.
41. Carpenter KJ. The estimation of the available lysine in animal-protein foods. *Biochem J* 1960;77:604-11.
42. Boisen S, Hvelplund T, Weisbjerg MR. Ideal amino acid profiles as a basis for feed protein evaluation. *Livestock Prod Sci* 2000;64:239-51.
43. Hackler LR. Methods of measuring protein quality: A review of bioassay procedures. *Cereal Chemistry* 1977;54:803-12. Disponible en: <http://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=US19770222600>. Fecha de última visita: 8 de Abril del 2018.
44. Boye J, Wijesinha-Bettoni R, Burlingame B. Protein quality evaluation twenty years after the introduction of the protein digestibility corrected amino acid score method. *Brit J Nutr* 2012;108(2 Suppl):S183-S211.
45. Daza Silva DC. Ensayo experimental para la obtención de mezclas alimenticias a partir del frijol de palo (*Cajanus cajan L.*) y maíz amarillo (*Zea mays L.*) y estudios de su aplicación.

- Lima: 1984. Disponible en: <http://repositorio.unas.edu.pe/handle/UNAS/174>. Fecha de última visita: 8 de Abril del 2018.
46. Wang SH, Fernandes MS, Ascheri JLR, Costa SAJ, Oliveira MF, Nascimento RE. Harina extruida de *grits* de maíz-soya (80:20) para formulación de crema de espinaca. *Alimentaria* 2002;336:101-6.
 47. Bardales ADN, Santos GC, Portal RMR, Ramírez AMM, Ramírez MER. Mezcla alimenticia obtenida a partir de cultivos andinos de la región. *Rev Invest Valdizana* 2007;1(1):21-5. Disponible en: <http://www.investigacionvaldizana.com/index.php/riv/article/view/4>. Fecha de última visita: 9 de Abril del 2018.
 48. Gutiérrez Dorado R, Cárdenas Valenzuela OG, Alarcón Valdez C, Garzón Tizado JA, Milán Carrillo J, Armienta Aldana E, Reyes Moreno C. Alimento para niños preparado con harinas de maíz de calidad proteínica y garbanzo extruidos. *Interciencia* 2008;33:868-74.

ANEXOS

Anexo 1. Algunos ejemplos de mezclas alimenticias obtenidas experimentalmente.

Autores	Descripción de las mezclas	Proporciones de los alimentos en la mezcla final
Daza (1986) Ref.: [45]	Mezclas alimenticias precocidas e instantáneas, nutricionalmente balanceadas, a base de maíz amarillo y frijol de palo, para uso en la realimentación de poblaciones en riesgo de desnutrición Las mezclas son de fácil rehidratación, y pueden servir para preparar cremas, bebidas y mazamorras	<i>Primera mezcla:</i> Maíz amarillo (74.0%) + Frijol de palo (26.0%) <i>Segunda mezcla:</i> Maíz amarillo (53.0%) y frijol de palo (47.0%)
Wang <i>et al.</i> (2002) Ref.: [46]	Mezcla extruida de <i>grits</i> de maíz y soya La mezcla obtenida finalmente se empleó para elaborar una crema de espinaca semiinstantánea	Maíz/Soya: 80:20
Natividad <i>et al.</i> (2007) Ref.: [47]	Mezcla elaborada para la construcción de una base extruida de alimentos instantáneos La mezcla representó el 41.5% del producto final	Componentes de la mezcla: <i>Kiwicha</i> (9.7%), Arroz (31.4%), Maíz amarillo (10.8%), Trigo (29.5%), Soja integral (9.3%), Papa blanca (5.4%), Ajonjolí (3.94%). La mezcla fue completada con: Azúcar (34.0%), Aceite (10.5%), Concentrado de soya (4.6%), Leche entera (7.0%), Fosfato tricálcico (1.6%), Concentrado de vitaminas (0.3%), Saborizante de sabor a leche (0.2%), Lecitina de soya (0.3%)
Gutiérrez <i>et al.</i> (2008) Ref.: [48]	Mezcla alimenticia de maíz y garbanzos	La mejor combinación se obtuvo con Harina de maíz/ Harina de garbanzos en una proporción 21.2/78.8 La mezcla final cubrió satisfactoriamente los requerimientos para niños de 2 – 5 años de edad (excepción hecha del triptófano) El alimento podría utilizarse como soporte del crecimiento infantil