
SUPLEMENTO ALIMENTICIO DE ALTO CONTENIDO PROTEICO

PARA NIÑOS DE 2 - 5 AÑOS. DESARROLLO DE LA FORMULACIÓN

Y ACEPTABILIDAD

Pedro Cerezal Mezquita, Andrea Carrasco Verdejo, Karina Pinto Tapia, Nalda Romero Palacios y Rafael Arcos Zavala

RESUMEN

Las combinaciones de cereales-leguminosas ofrecen proteínas de alta calidad debido a la compensación de sus aminoácidos esenciales. Se seleccionó la quinua (*Chenopodium quinua Willd*) y el lupino (*Lupinus albus L.*) con el objetivo de diseñar una formulación de alto contenido proteico con aditivos y saborizante de pollo para lograr una mezcla física en polvo que al adicionarle agua, se obtuviera una crema tipo "papilla" destinada a niños de 2-5 años, con contenido aminoacídico de 35-40% del requerimiento diario, aplicando técnicas de Programación Lineal. En la formulación seleccionada se determinó su composición por análisis proximal y se realizaron algunas pruebas físicas y microbiológicas. Se efectuaron pruebas sensoriales por atributos en adultos semientrenados y se aplicó la escala hedónica facial de 5 puntos

a niños preescolares de tres jardines infantiles de Antofagasta, Chile. El contenido proteico de la harina de lupino (49,77g×100g) superó en 4,6 veces a la quinua (10,82g×100g), pero no contuvo todos los aminoácidos esenciales, siendo la complementación de ambas, una proteína de buena calidad. Los resultados microbiológicos del producto fueron satisfactorios. La papilla obtuvo un puntaje entre "me gusta ligeramente" y "me gusta muchísimo", mostrando buena aceptación por niños de 2-5 años. Además, proporcionó un PDCAAS (protein digestibility corrected amino acid score) de 0,9, a los 90 días de elaborada, pues los aminoácidos esenciales, triptófano y el conjunto, metionina + cistina, no lograron cumplir con el patrón establecido por la FAO.

NUTRITIONAL SUPPLEMENT OF HIGH PROTEIN CONTENT FOR 2-5 YEAR OLD CHILDREN. DEVELOPMENT OF THE FORMULATION AND ACCEPTABILITY

Pedro Cerezal Mezquita, Andrea Carrasco Verdejo, Karina Pinto Tapia, Nalda Romero Palacios and Rafael Arcos Zavala

SUMMARY

Cereal-legume combinations offer proteins of high quality due to the compensation of the existing essential amino acids. Quinoa (*Chenopodium quinua Willd*) and lupin (*Lupinus albus L.*) were selected with the aim of designing a formulation of high protein content with additives and chicken flavoring in order to obtain a physical powder mixture that, when added to water, resulted in a baby food type cream destined for 2-5 year old children, whose amino acid content would fulfill 35-40% of the daily requirement. Linear programming was applied for the formulation. In the selected formulation, the nutrients were determined through proximal analysis, and some physical and microbiological tests were performed. Sensorial tests by attributes in semi-trained adults were carried out and a 5 points hedonic face scale was applied

to preschool children from three day care centers at Antofagasta, Chile. Protein content of the lupin flour (49.77g×100g) surpassed in 4.6 times that of quinoa (10.82g×100g), but not that of the essential amino acids, and the complement of both granted a protein of good quality. Sanitary quality of the product was corroborated by satisfactory microbiological results. The cream obtained a score between "I like it slightly" and "I like it very much", showing a good acceptance by 2-5 year old children. The cream provided a protein digestibility corrected amino acid score (PDCAAS) of 0.9 for 90 days after produced, because the essential amino acids, triptophan and the set methionine + cystine, did not fulfill the established FAO requirement.

Introducción

Los cultivos Andinos subexplotados, entre los que se encuentra la quinua (*Chenopodium quinua Willd*) y el lupino (*Lupi-*

nus albus L.), a pesar de ser cultivados por familias campesinas y formar parte de sus hábitos alimentarios, están siendo desplazados por otros cultivos que responden a patrones de con-

sumo urbano y foráneo. Por ello es necesario rescatar y prestigiar las preparaciones tradicionales con base en estos cultivos y formular otras de consumo masivo para que los productos penetren en los

grandes circuitos de comercialización (FAO, 1992).

Los cereales son fuente de energía y proteína y contienen 8-12% de proteínas, siendo la lisina el aminoácido limitante (FAO, 1992). El grano de

PALABRAS CLAVE / Lupino (*Lupinus albus L.*) / PDCASS / Programación Lineal / Quinoa (*Chenopodium quinua Willd*) / Suplemento Proteico /

Recibido: 04/01/2007. Modificado: 20/10/2007. Aceptado: 22/10/2007.

Pedro Cerezal Mezquita. Ingeniero Civil, Químico y Doctor en Ciencias, Instituto de Investigaciones para la Industria Alimenticia. Profesor, Universidad de Antofagasta (UA), Chile. Direc-

ción: Av. Universidad de Antofagasta # 02800. Campus Coloso. Casilla 170. Antofagasta, Chile. e-mail: pcerezal@uantof.cl
Andrea Carrasco Verdejo. Ingeniera en Alimentos, UA, Chile.

Karina Pinto Tapia. Ingeniera en Alimentos, UA, Chile.
Nalda Romero Palacios. Químico Farmacéutico y Magíster en Nutrición, Universidad de Chile (UCh). Profesora, UCh, Chile.

Rafael Arcos Zavala. Médico Cirujano, UCh, Chile. Director, Corporación de Ayuda al Ser Desnutrido (CORASEDE), Calama, Región de Antofagasta, Chile.

SUPLEMENTO ALIMENTICIO DE ALTO CONTEÚDO PROTEICO PARA CRIANÇAS DE 2 - 5 ANOS. DESENVOLVIMENTO DA FORMULAÇÃO E ACEITABILIDADE

Pedro Cerezal Mezquita, Andrea Carrasco Verdejo, Karina Pinto Tapia, Nalda Romero Palacios e Rafael Arcos Zavala

RESUMO

As combinações de cereal-leguminosas oferecem proteínas de alta qualidade devido à compensação de seus aminoácidos essenciais. Selecionou-se a quinoa (*Chenopodium quinua Willd*) e o lupino (*Lupinus albus L.*) com o objetivo de desenhar uma formulação de alto conteúdo protéico com aditivos e saborizante de frango para conseguir uma mistura física em pó que, ao adicionar-lhe água, se obtenha um creme tipo “papinha” destinada a crianças de 2-5 anos, com conteúdo aminoacídico de 35-40% do requerimento diário, aplicando técnicas de Programação Linear. Na formulação selecionada se determinou sua composição por análise proximal e se realizaram algumas provas físicas e microbiológicas. Efetuaram-se provas sensoriais por atributos em adultos semi-treinados e se aplicou a escala

hedônica facial de 5 pontos a crianças pré-escolares de três jardins de infância em Antofagasta, Chile. O conteúdo protéico da farinha de lupino (49,77g×100g) superou em 4,6 vezes a quinoa (10,82g×100g), mas não conteve todos os aminoácidos essenciais, sendo a complementação de ambas, uma proteína de boa qualidade. Os resultados microbiológicos do produto foram satisfatórios. A papinha obteve uma pontuação entre “gosto razoavelmente” e “gosto demais”, mostrando boa aceitação por crianças de 2-5 anos. Além disso, proporcionou um PDCAAS (protein digestibility corrected amino acid score) de 0,9, aos 90 dias de elaborada, pois os aminoácidos essenciais, triptofano e o conjunto, metionina + cistina, não conseguiram cumprir com o padrão estabelecido pela FAO.

quinua, a pesar de no pertenecer a la familia de las gramíneas, se clasifica como un pseudocereal por su alto contenido de almidón y tiene relevancia por su contenido y calidad proteínica, siendo rico en lisina y aminoácidos azufrados, deficientes en los cereales (Valencia-Chamorro, 2004; Bhargava *et al.*, 2006; Comai *et al.*, 2007); presenta como aminoácidos limitantes para el preescolar, al triptófano y la leucina (Ayala *et al.*, 2001). El contenido proteico en las leguminosas es mayor que el de los cereales, siendo los aminoácidos limitantes la metionina y la cistina, y contienen una cantidad elevada de lisina. Toda proteína de leguminosa como el lupino, es deficiente en estos aminoácidos (Martínez *et al.*, 2007), por lo que su calidad se complementa consumiéndola en mezcla con un cereal o tubérculo, tales como quinua, maíz, trigo, kiwicha, arroz, papa, etc; dando como resultado una proteína más completa (Morales *et al.*, s/a; FAO, 1992; Hodgson, 2004).

Se han realizado mezclas con buenos resultados nutricionales y de aceptabilidad constituidas por: tarwi-quinua-maíz; quinua-haba; trigo-haba; trigo-maní (Ovando, 2000). La quinua y la kañiwa pueden utilizarse en mezclas para la alimentación de niños y se han formulado mezclas

alimenticias: quinua-kañiwa-habas y quinua-kiwicha-frejol, con alto valor nutricional (Repo-Carrasco y Hoyos, 1993). En ocasiones, el objetivo ha sido la elaboración de mezclas para obtener formulaciones de dietas infantiles (papillas) con alto contenido de proteínas y energía a partir de cereales-leguminosas-tubérculos, encontrando una mejor aceptación de las papillas “saladas” cuyas mezclas fueron de 70% (trigo 85% y haba 15%) / 30% de papa, o bien 80% (arroz 85% y haba 15%) / 20% papa, que aquellas denominadas papillas “dulces”, con mezclas de 70% (tarwi 15%, quinua 15% y maíz 70%) / 30% oca o la de 80% (maíz 80% y maní 20%) / 20% isaño (Maldonado, 2005).

Otras mezclas que se han elaborado son las de quinua y amaranto; de quinua, lupino y maca (Reyna *et al.*, 1995a, b); de lupino, quinua, cañigua y amaranto (Pérez *et al.*, 1995); de lupino y kiwicha (Repo-Carrasco, 1992), de quinua y maca (Reyna *et al.*, 1995a,b); y de sémola, lupino y trigo (Wittig de Penna *et al.*, 2002). Además de complementar contenidos nutricionales, estas mezclas ofrecen condiciones de asimilación y digestión importantes para la salud y nutrición. Si se consumen en cantidades suficientes, cubrirán las necesidades de energía

y de proteína, pudiendo ser utilizadas en la alimentación de poblaciones de bajos recursos, así como en personas con riesgo de desnutrición (Cameron y Hofvander, 1977).

La mezcla de proteínas de origen vegetal debe tener una relación de dos partes de cereales y granos andinos (quinua, cañiwa, kiwicha, cebada, maíz, trigo, etc.) por una parte de leguminosas (tarwi, habas, soya, etc.), formando una proteína de alta calidad (Ayala, 1998; Ayala *et al.*, 2001).

Una dieta bien balanceada para escolares debe disponer 9-15% de la energía a partir de proteínas, 45-55% de hidratos de carbono y 35-45% de las grasas (Morales *et al.*, s/a). Bajo otro punto de vista se ha recomendado que el requerimiento energético sea aportado en 40-60% por hidratos de carbono, 30-45% por lípidos, correspondiendo esta última cifra para menores de dos años y solo 7-15% por proteínas (Hodgson, 2004). El nivel seguro de ingestión de proteínas según la *recommended dietary allowance* (RDA) para niños y niñas es de 1,05g×kg×día o de 13g×día de proteínas, y de 0,95g×kg×día o de 19g×día de proteínas para las edades de 1-3 y de 4-8 años, respectivamente (IOM, 1994; USDA, 2005).

Por las razones expuestas, en el desarrollo de nuevos productos alimenticios

para poblaciones de alto riesgo, niños de 0-2 y de 2-6 años, se utilizan técnicas matemáticas, siendo una de ellas la programación lineal (Castillo *et al.*, 2002), que se apoya en herramientas computacionales desarrolladas para tal efecto y cuyo propósito es calcular los contenidos de las materias primas que integran la mezcla. Uno de estos programas, empleado por su sencillez y precisión, es la macro “Solver” de Excel (MSE; Winston, 2004).

El objetivo del presente trabajo fue desarrollar un procedimiento que contemplara el diseño de una formulación cuyo contenido proteico fuera aportado por harinas de quinua y lupino con la menor cantidad de aditivos y con la que, al reconstituirse, se pudiera elaborar una crema saborizada de pollo tipo “papilla”, que cumpliera con los requerimientos establecidos en preescolares de 2-5 años para su consumo dos veces al día (35-40% del total requerido), teniendo en cuenta que a estas edades los niños consumen 5 comidas diarias, a saber, desayuno, 1ª colación, almuerzo, 2ª colación y cena.

Materiales y Métodos

Materias primas

Los granos de quinua (*Chenopodium quinua Willd*)

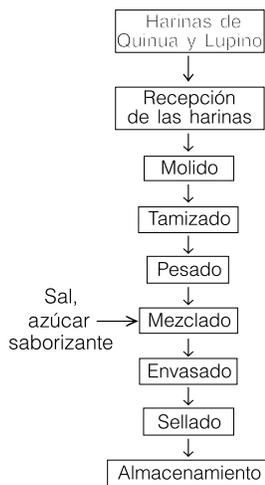


Figura 1. Diagrama de flujo de la elaboración de la mezcla de quinua y lupino con saborizante de pollo.

y lupino (*Lupinus albus* L.) fueron adquiridos en la Empresa AVELUP, IX Región, Chile (AVELUP, 2003) y enviados al Departamento de Nutrición de la Universidad de la Frontera, donde se tostaron, se transformaron en harina, se envasaron y sellaron en bolsas de polipropileno de 1kg para ser trasladados hasta la Planta Piloto del Departamento de Alimentos de la Universidad de Antofagasta, en la II Región. Se informó por parte de la Empresa AVELUP que los factores antinutricionales estuvieron dentro de lo estipulado: en la quinua, la espuma no superó los 0,4cm de altura media, menor a 0,7cm, clasificándose como quinua dulce (Meyhuay, 2000; ECUARURAL, 2001). El lupino se recibió con un contenido de alcaloides de 0,0124%, menor a 0,05%, límite de los denominados lupinos “dulces” (Primolini y Vitta, 2000).

Granulometría

Se empleó el vibrador de tamices WS TYLER, Modelo RX-29-10, con tamices de 212, 150, 106, 75 y 63 μ m, y se adicionaron 250g de la harina a caracterizar en el tamiz superior. Se mantuvieron los tamices en agitación por 15min. Al término de la

operación cada tamiz se pesó y se calculó el porcentaje de harina en cada uno de ellos con respecto al peso inicial, como

$$\% \text{ extracción} = \frac{\text{peso de harina estancada en el tamiz}}{\text{peso inicial}} \times 100$$

Proceso de elaboración

La elaboración de la formulación se llevó a cabo de acuerdo al diagrama de flujo que se presenta en la Figura 1. El molido final de las harinas se efectuó individualmente, empleando un equipo semiautomático STRAVE CO18. Cada harina fue sometida a separación granulométrica a través del vibrador de tamices antes señalado, seleccionando las fracciones en el intervalo de 75-230 μ m. Las fracciones superiores se molieron nuevamente, cumpliendo con el tamaño de partículas para la alimentación infantil en niños de 2-5 años, que no debe exceder 230 μ m (Meyhuay, 2000). El mezclado se realizó según formulación, uniendo físicamente las harinas de quinua y lupino durante 30s y los aditivos fueron adicionados en el orden: sal, azúcar y saborizante de pollo. Se continuó con el mezclado por 1min y se pasó al envasado en bolsa multicapa de papel kraft, añadiendo 34,5g del producto en cada bolsa, cantidad que correspondió a una porción diaria por niño (para la preparación de 300ml de papilla). Se obtuvo ~20 envases, suficiente para las pruebas sensoriales por 3 meses. Los envases fueron sellados con cinta adhesiva de PVC y almacenados en caja de cartón corrugado.

Para la reconstitución de la crema saborizada de pollo en polvo se agregó en una olla pequeña 300ml de agua fría y 34,5g de la mezcla, que correspondieron a una porción. Se disolvió durante 2min evitando la formación de grumos. Finalmente se llevó a ebullición durante 5min, agitando constantemente. La cantidad de agua fue la re-

querida después de efectuar diferentes pruebas de observación respecto a la consistencia del producto, y así evaluar el “grado de espesor” de la

mezcla, seleccionando aquella que cumpliera con la tipicidad esperada del producto.

Desarrollo de la formulación

Se pesaron las harinas en cantidades definidas para cumplir con el propósito de ser un suplemento proteico y se completó hasta el 100% con el resto de los aditivos de la mezcla, añadidos para la potenciación del sabor, olor e impresión general. A partir de estas definiciones se obtuvieron las cantidades de sal fina, azúcar blanca pulverizada y saborizante en polvo de pollo para la elaboración de la crema con apoyo de la técnica de programación lineal, empleando la macro “Solver” de Excel (MSE), correspondiente al programa Office de Windows®.

La formulación teórica se calculó bajo los supuestos que las harinas de quinua y lupino cumplieran con la relación de 2:1 (Ayala, 1998; Ayala *et al.*, 2001) y que las cantidades de saborizante, azúcar y sal no superaran los límites establecidos en el Reglamento Sanitario de los Alimentos (RSA; González, 2003).

Se prefijaron dos valores supuestos (decisiones) referidos por Ayala (1998), Ayala *et al.* (2001) y Meyhuay (2000), a partir de la proporción de 2:1 (66,6:33,3) como límite superior, y se consideró una relación mínima de 1,5:1 (60,0:40,0) como límite inferior. El contenido de proteínas se calculó para un intervalo de adición de las harinas del 75 al 90% y la diferencia hasta el 100%, fue suplida con el resto de los ingredientes. Las decisiones se tomaron a partir de las formulaciones presentadas a los evaluadores adultos para la ración diaria de 2 porciones

de la crema. Los límites de las desigualdades, en la quinua (X_1), se consideraron de 60,0 y 66,6, obtenidos a partir del límite máximo indicado anteriormente, con un margen de movilidad del 6,6% para ajustar el límite inferior de la proteína. Similar consideración se siguió para el lupino (X_2), siendo las variaciones entre 33,3 y 40,0%.

La suma del peso de las harinas de quinua y lupino fue de 60,4g, valor que correspondió a 87,54% del total de la formulación y el resto (12,46%) a los otros ingredientes. Los límites para la mezcla que daría como producto al hidratarla una “papilla” o crema con sabor a pollo, se calcularon como $X_1 + X_2 = 60,4$ g. De acuerdo a estos límites se desarrollaron las decisiones que se entregaron a la MSE:

- Para la quinua:
 $36,24 \leq X_1 \leq 40,23$
- Para el lupino:
 $20,17 \leq X_2 \leq 24,16$

Se diseñó una planilla para la ejecución de la MSE con las cantidades teóricas aportadas de aminoácidos de la quinua (Nieto *et al.*, 2001) y lupino (Tapia, 1997) y lo requerido por los niños de 2-5 años (Patrón FAO) en un intervalo de 35-40% al día (FAO-OMS, 1985). Una vez que el programa analizó los datos, arrojó un informe respuesta, límites y sensibilidad de las materias primas cumpliendo con los intervalos establecidos.

Análisis proximal

Los análisis fueron realizados por triplicado a cada una de las harinas y a las mezclas finales, determinándose contenido de proteínas según método de Kjeldhal, lípidos de acuerdo a la extracción por Soxhlet, cenizas mediante incineración en mufla a $T = 550 \pm 5^\circ\text{C}$, fibra cruda por pérdida de masa a través de oxidación e hidrólisis ácida, humedad por desecación en estufa hasta peso constante, e hidratos de carbonos por

diferencia (Nieto *et al.*, 2001; Schmith-Hebbel, 1981; Villarroel, 1998a).

Análisis de aminoácidos

La determinación de los aminoácidos en la crema saborizada de pollo en polvo, con un tiempo de elaboración de 90 días, fue realizada por cromatografía líquida de alta presión (HPLC). Una cantidad de muestra equivalente a 2mg de proteína (Nx6,25) se pesó en un tubo de hidrólisis y luego se añadieron 4ml de HCl 6,0M. Se utilizó DL-2-ácido aminobutírico (Merck, Alemania) como estándar interno. La solución se gasificó con nitrógeno y se selló, para ser luego incubada en estufa a 110°C por 24h. El hidrolizado de aminoácidos se llevó a sequedad en un Rotavapor (Büchi Labortechnik; Suiza) y se continuó de acuerdo a lo descrito por Alaiz *et al.* (1992). El resultado de la porción determinada de cada aminoácido se comparó con la cantidad de aminoácidos entregado en la formulación de la MSE y se procedió a la comparación con los requerimientos establecidos para los niños de 2-5 años (FAO-OMS, 1985).

PDCAAS

Para obtener la puntuación de los aminoácidos de las proteínas corregidas según su digestibilidad (PDCAAS) se consideraron los aminoácidos limitantes de la crema y la recomendación para niños de 2-5 años (FAO-OMS, 1985). La relación se calculó de acuerdo a

$$AAS = \frac{\% \text{ de aminoácidos en la mezcla}}{\% \text{ de la recomendación del aminoácido}} \times \text{características sensoriales del producto. Se evaluó la papi-}$$

El cálculo determinó la cantidad de aminoácidos sin corregir (AAS), que al ser multiplicada por la digestibilidad teórica de la mezcla de quinua y lupino (100% de acuerdo a Meyhuay, 2000), aporta el valor del PDCAAS (FAO/WHO, 1991, Schaafsma, 2000; Suárez *et al.*, 2006).

Análisis microbiológico

Se realizaron análisis a las harinas (quinua y lupino) y al producto final, siguiendo los procedimientos para este tipo de productos y empleando las diluciones establecidas para las determinaciones de: recuentos de aerobios mesófilos, *Salmonella*, coliformes y *Escherichia Coli*, *Staphilococcus Aureus*, mohos y levaduras (Villarroel, 1998b). Los resultados se compararon con los límites establecidos en el RSA (González, 2003).

Análisis Sensorial

Preliminares. Se realizaron pruebas sensoriales preliminares con la crema de pollo para definir los sabores básicos, salado y dulce, así como grado de aceptación con apoyo de jueces semientrenados, 45 alumnos de la carrera de Ingeniería en Alimentos de tercero a quinto año que ya hubieran cursado la asignatura de evaluación sensorial, quienes fueron instruidos sobre aspectos generales del estudio, de manera de aumentar el conocimiento del producto a evaluar.

Prueba de aceptabilidad. Las evaluaciones fueron realizadas mensualmente, utilizando escalas por atributos (Figura 2), eligiendo los atributos generales: aspecto visual, olor, sabor y textura, y los específicos: tipicidad, grumosidad, suavidad, consistencia; entre otros, dándoles una graduación de 0 a 5 puntos, donde el máximo representó la mejor evaluación de la característica. A cada atributo se le asignó un factor de ponderación de acuerdo a su significación dentro de las características sensoriales del producto. Se evaluó la papi-lla de acuerdo a las puntuaciones promedios asignadas por los jueces y se calificaron mediante un puntaje total según el procedimiento de evaluación sensorial (PES; Torricella *et al.*, 1989) como excelente (17,5-20,0), bueno (15,4-17,4), aceptable (11,2-13,3), regular (7,2-11,2) y mala (<7,2).

Nombre: Fecha:
 Caracterice la muestra que se entrega, trazando una línea perpendicular al eje correspondiente a cada atributo que se presenta a continuación.

1. Aspecto visual:

1.1. Coloración: Café ————— Beige

1.2. Tipicidad: Atípico a crema ————— Típico a crema

1.2. Grumosidad: Presencia ————— Ausencia

2. Olor:

2.1. Tipicidad de olor: Levemente atípico ————— Típico ————— Muy intenso

2.2. Harina: Intenso ————— Bajo

3. Sabor:

3.1. Tipicidad de sabor: Levemente atípico ————— Típico ————— Muy intenso

3.2. Salinidad: Levemente salado ————— Adecuado ————— Extremadamente salado

3.3. Amargor: Levemente amargo ————— Adecuado ————— Extremadamente amargo

3.4. Tostado: Levemente tostado ————— Ausencia de tostado

4. Textura:

4.1. Aspereza: Presencia ————— Ausencia

4.2. Consistencia: Líquida ————— Cremosa ————— Altamente viscosa

4.3. Suavidad: Levemente suave ————— Suave

5. Impresión General: Pésima ————— Aceptable ————— Excelente

OBSERVACIONES:

Figura 2. Planilla empleada en la evaluación sensorial de la crema con sabor a pollo.

Aceptación en niños. Esta evaluación fue realizada en dos oportunidades con 30 niños de 2-5 años (60 juicios) de tres diferentes jardines infantiles de la ciudad de Antofagasta, utilizando escala hedónica gráfica facial de 5 puntos, donde el máximo agrado correspondió a 5 puntos y el máximo desagrado a 1 punto (Wittig de Penna, 1981). Las educadoras de párvulos entrenaron a los niños durante 2 semanas con todo tipo de alimentos, incluyendo la papilla, en horarios de comidas o colación, con el propósito que ésta les fuese familiar al momento de la evaluación.

Análisis estadístico

La evaluación estadística de los resultados se realizó utilizando estadígrafos comunes y los valores se presentaron en forma de valores medios (\bar{X}) y sus desviaciones típicas (S) o como $\bar{X} \pm S$. Las comparaciones entre las medias poblacionales se realizaron por t de student o análisis de varianza

(ANOVA), según correspondiera. En los casos de encontrar diferencias, se efectuó la prueba de rangos múltiples de Duncan (Gutiérrez y de la Vara, 2003). Todos los análisis estadísticos se desarrollaron para una probabilidad del 95% de confianza. Se empleó la MSE del programa Office 2000 (Winston, 2004) y el Statgraphics versión 5.1.

Resultados y Discusión

Análisis químico proximal

Los resultados del análisis químico proximal realizado a la quinua y al lupino se muestran en la Tabla I, observándose que el mayor porcentaje de proteínas, cenizas, fibras y lípidos correspondió a la harina de lupino tostado en relación con la quinua tostada. Sin embargo, para esta última los valores de proteínas, lípidos y cenizas en comparación con el lupino, fueron inferiores en 21,74; 43,10 y 45,39%, respectivamente.

TABLA I
COMPOSICIÓN PROXIMAL DE LAS HARINAS
DE QUINUA Y LUPINO (BASE SECA) (N= 3)

Componente g×100g	Composición $\bar{X} \pm S$	
	Quinua	Lupino
Proteínas	10,82 ± 0,12	49,77 ± 0,12
Cenizas	1,92 ± 0,08	4,23 ± 0,07
Fibra	6,12 ± 0,22	17,56 ± 1,95
Lípidos	5,24 ± 0,36	12,16 ± 1,25
ENN *	75,90 ± 0,38	16,28 ± 1,73

X ± S: valor medio ±desviación típica, * ENN: extracto no nitrogenado. Humedad de la quinua: 8,14%. Humedad del lupino: 7,54%.

Las comparaciones realizadas en quinua, con respecto a lo informado por Nieto *et al.* (2001), evidenciaron discrepancias en los valores medios de los parámetros analizados, debiéndose posiblemente a diferencias del cultivo, zona geográfica, altitud, condiciones de suelo, fertilización e irrigación, entre otras posibles causas. Los valores medios obtenidos para harina de lupino, en proteínas, fibras, lípidos y cenizas fueron superiores a lo establecido por Erbas *et al.* (2005), quienes señalaron cantidades de 32,2; 16,2; 5,95 y 2,65% respectivamente. Sin embargo, los extractos no nitrogenados fueron inferiores en 43% al valor medio entregado para hidratos de carbono (Erbas *et al.*, 2005).

Análisis microbiológicos

En la Tabla II se muestran los resultados de los análisis microbiológicos realizados a las harinas de quinua y lupino. Los resultados muestran que no hubo alteraciones por posible contaminación de la papilla, dada la ausencia y bajos recuentos en las diluciones analizadas.

Los valores obtenidos en la harina de quinua para recuento de levaduras estuvieron por debajo del límite inferior establecido de 5×10^3 (González, 2003). No se detectó presencia de mohos. En la harina de lupino, los recuentos de mohos ($<10^4$) y levaduras estuvieron igualmente por debajo de los límites exigidos. Tanto quinua como lupino, no

TABLA II
ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS DE LAS HARINAS DE QUINUA Y LUPINO
Y DE LA CREMA SABORIZADA DE POLLO (N= 3)

Recuento microorganismos (ufc·g ⁻¹)	Harinas		Crema saborizada de pollo	
	Quinua	Lupino	Tiempo (días)	
			0	90
Aerobios mesófilos	-	-	$4,5 \times 10^1$	2×10^3
<i>S. Aureu</i>	-	-	<3	<3
Mohos	NSD*	1×10^2	-	-
Levaduras	10×10^2	11×10^2	-	-
Coliformes totales	NSD*	NSD	NSD	NSD
Coliformes fecales	NSD	NSD	NSD	NSD
<i>Salmonella</i> (50g)	NSD	NSD	NSD	NSD

* NSD: no se detectó

presentaron coliformes totales ni salmonellas. Estos resultados corroboraron la calidad higiénica-sanitaria de las harinas, indicando condiciones favorables para la elaboración de la papilla.

Formulación a través de programación lineal

En la Tabla III se presentan los resultados obtenidos de la formulación teórica y a partir de la MSE de las mezclas. A la formulación teórica calculada, obtenida en una primera aproximación por balance de materiales, se ajustaron las cantidades de las materias primas de acuerdo a los atributos sensoriales planteados a modificar por los panelistas, siendo éstos: ausencia de la tipicidad de sabor, presencia de sabor a tostado y leve amargor. Se realizaron los ajustes, según lo establecido en la reglamentación, pasando a una nueva formulación, denominada

“intermedia”, ajustados en la MSE. Con los valores de esta formulación, se alcanzaron los primeros resultados de mayor precisión a los que se le incorporaron las últimas observaciones de los panelistas y se llegó a la formulación final.

La cantidad de quinua en la formulación final fue menor en un 7,3% con respecto a la intermedia, no así el lupino que aumentó en un 12,2%, debido a que: el programa ajustó los valores de las harinas en la misma medida que

informe respuesta en donde la quinua (X_1)= 36,6468 y el lupino (X_2)= 23,7532, indicando una proporción real de 1,5:1 y aún así se encontró una alta calidad proteica, debido a los ajustes realizados por la MSE, que cumplieron con las decisiones y restricciones. Esto difiere del planteamiento de que la proporción adecuada de quinua y lupino debe ser de 2:1 para lograr alta calidad en la proteína (Ayala, 1998; Ayala *et al.*, 2001; Meyhuay, 2000).

TABLA III
FORMULACIÓN TEÓRICA DE LA MEZCLA FÍSICA, BASE
PARA PREPARAR LA CREMA SABORIZADA DE POLLO

Materias primas	Formulación % (2 porciones)		
	Teórica	Intermedia (Datos entregados a Solver)	Final (A partir del Solver)
Quinua	62,8	57,2	53,0
Lupino	34,2	30,2	34,4
Sal	1,5	2,0	2,0
Azúcar	1,0	1,0	1,0
Saborizante	0,5	9,6	9,6

se le iban incorporando las decisiones emanadas de la evaluación sensorial, con el propósito de cumplir en un 38% (valor central supuesto en el intervalo 35-40%) del requerimiento diario de proteínas por los niños de 2-5 años (FAO-OMS, 1985) y que las cantidades aportadas por cada aminoácido esencial estuvieran dentro de los límites establecidos. La formulación obtenida a través de programación lineal por la MSE, entregó un

El informe respuesta de la MSE entregó una función objetivo al mínimo costo en pesos chilenos para 60,4g, correspondiendo a la sumatoria de las cantidades de quinua y lupino y permitiendo, en una primera aproximación, la realización del cálculo del costo del producto, dado fundamentalmente por el costo de las harinas, que representan el 87,4% del total, siendo el resto aportado por los otros ingredientes: azúcar blanca

TABLA IV
CONTENIDOS DE AMINOÁCIDOS ESENCIALES DE LAS HARINAS DE LUPINO Y QUINUA, PERFIL AMINOACÍDICO DE LA CREMA EN POLVO SABORIZADA DE POLLO, REQUERIMIENTOS DE NIÑOS DE 2-5 AÑOS Y RESTRICCIONES IMPUESTAS EN LA PROGRAMACIÓN LINEAL

Aminoácidos esenciales y otros componentes	Harinas (g)		Aportado por la mezcla según formulación (g) ³	Perfil aminoacídico de la mezcla por HPLC ⁴	Comparación	Patrón FAO ⁵ niños 2-5 años (38%)
	Lupino ¹	Quinua ²				
Isoleucina	0,0136	0,0057	0,5308	0,3876	≥	0,2022
Leucina	0,0272	0,0063	0,8776	0,6536	≥	0,4765
Lisina	0,0191	0,0065	0,6923	0,456	≥	0,4188
Metionina+Cistina	0,0106	0,0047	0,4233	0,1626	≥	0,1805
Fenilalanina+Tirosina	0,0396	0,0059	1,1572	0,7461	≥	0,4549
Treonina	0,0145	0,0044	0,5042	0,3838	≥	0,2455
Triptófano	0,0047	0,0010	0,1480	0,076	≥	0,0794
Valina	0,0166	0,0052	0,5848	0,4104	≥	0,2527
Histidina	0	0,0037	0,1372	0,1634	≥	0,1372
Proteínas			13,4505		≥	7,22
Mezcla			60,4		=	
Quinua (X ₁)			36,6468		X ₁ ≤39,86	
Lupino (X ₂)			23,7532		X ₂ ≥20,54	
Quinua (X ₁)			36,6468		X ₁ ≥36,24	
Lupino (X ₂)			23,7532		X ₂ ≥0	
Quinua (X ₁)			36,6468		X ₁ ≥0	
Lupino (X ₂)			23,7532		X ₂ ≤24,16	

¹ Tomado de Tapia (1997). Se consideró 42,5% de proteínas.

² Tomado de Nieto *et al.* (2001). Se consideró 9,13% de proteínas.

³ Total de la mezcla de harinas de lupino y quinua = 60,4g para una relación de quinua:lupino = 1,56:1,00.

⁴ Aminograma realizado a la mezcla a los 90 días de almacenamiento a través de HPLC.

⁵ Tomado de FAO-OMS (1985). Significa el 38% de 19g/día de proteínas al día para niños de 4-8 años de acuerdo a IOM (1994) y USDA (2005).

pulverizada, sal fina y saborizante de pollo. Un costo total del producto de mayor exactitud, tendría en cuenta al resto de los ingredientes, los gastos de envasado, etiquetado, embalado, personal, electricidad, entre otros; los que son necesarios ajustar en la fabricación con fines comerciales.

La Tabla IV indica las restricciones de cada aminoácido, nutrientes, decisiones y muestra las cantidades de

aminoácidos de la mezcla de manera teórica, al inicio del almacenamiento, y el perfil aminoacídico realizado por HPLC a los 90 días de elaborada, así como lo requerido en un 38% para niños de 2-5 años (FAO-OMS, 1985). Como era de esperar, al inicio del almacenamiento la cantidad de aminoácidos resultó ser superior que a los 90 días, y éstos a su vez mayores que los requeridos

por los niños de 2-5 años, excepto en histidina, que fue superior, indicando que los contenidos iniciales supuestos del referido aminoácido en la quinua son superiores. A los 90 días, la metionina+cistina y el triptófano no llegaron a alcanzar el límite mínimo exigido y se encontraron en un 9,92 y 4,31% inferior a lo requerido de acuerdo al patrón FAO (lo cumplen en 90,1 y 95,7%, respectivamente).

TABLA V
ANÁLISIS QUÍMICO PROXIMAL DE LA MEZCLA PROPUESTA, BASE PARA PREPARAR LA CREMA SABORIZADA DE POLLO (BASE SECA) (N= 3)

Composición Proximal g×100g	Tiempo (días)		Comparación estadística (p < 0,05)
	0	90	
	$\bar{X} \pm S$	$\bar{X} \pm S$	
Proteínas	22,14 ± 0,95	24,01 ± 1,11	NS
Cenizas	3,28 ± 0,32	3,44 ± 0,28	NS
Lípidos	7,11 ± 0,64	7,05 ± 0,07	NS
E.N.N.*	67,47 ± 1,71	65,50 ± 0,66	NS

$\bar{X} \pm S$: valor medio ±desviación típica, * ENN: extracto no nitrogenado que incluye la fibra cruda.

Humedad tiempo 0= 10,47%. Humedad tiempo 90= 9,79%.

NS: no significativo, DS: diferencia significativa.

PDCAAS

Se utilizó el aminoácido con valor límite, metionina+cistina (Tabla IV), con el cual se estableció la puntuación de aminoácidos no corregida (AAS) de 0,1626/0,1805= 0,90. Al multiplicar dicha cifra por la digestibilidad del alimento se obtiene el PDCAAS de 1,0x0,90= 0,90 (FAO/WHO, 1991).

La puntuación corregida según su digestibilidad para la crema con sabor a pollo, fue de 0,9 al utilizar un valor de 100% de digestibilidad, ya que al aplicar un tratamiento térmico no abrasivo a las harinas, se obtiene mayor concentración de aminoácidos, desapareciendo los aminoácidos limitantes y se mejoran los atributos sensoriales (Meyhuay, 2000).

El resultado obtenido proporciona, por unidad de proteína, el 90% de los aminoácidos indispensables requeridos por un preescolar de 2-5 años (FAO-OMS, 1985), siendo un valor cercano a lo mencionado por Reimers *et al.* (2002), quienes indicaron que el valor más alto que una proteína puede llegar a alcanzar por el método del PDCASS es de 1,0 y siendo ésta una proteína completa, altamente digerible que contiene todos los aminoácidos esenciales del modelo de referencia en la proporción correcta (Schaafsma, 2000; Suárez *et al.*, 2006).

Análisis químicos de la crema con sabor a pollo en polvo

Análisis químico proximal. En la Tabla V se muestran los valores obtenidos de las determinaciones bromatológicas de la crema con sabor a pollo en polvo en 0 y 90 días. Las proteínas, cenizas, lípidos y extractos no nitrogenados, no presentaron diferencias significativas (p<0,05), lo que demostró que en el tiempo de conservación no se produjeron alteraciones de estos nutrientes. El aporte de proteínas de la mezcla en los tiempos 0 y 90 días fueron superiores a lo establecido de 15% (González, 2003). Esto se debería

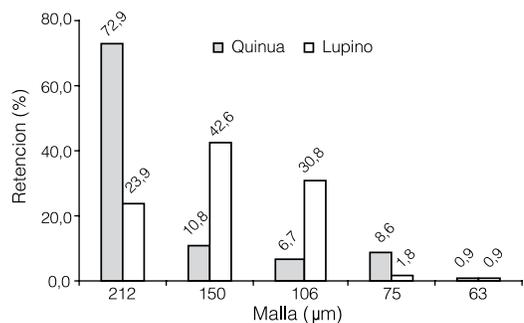


Figura 3. Granulometría de las harinas de quinua y lupino.

principalmente al alto contenido de proteínas que posee el lupino y su porcentaje de participación.

La humedad de la mezcla durante el almacenamiento estuvo por debajo del 15%, según lo establecido (González, 2003). Estos resultados indicarían que el bajo contenido de humedad asegura la estabilidad química y microbiológica del producto en el tiempo de conservación, siempre y cuando existan condiciones higiénicas de envasado y almacenamiento.

Análisis microbiológicos. En la Tabla II se presentan los resultados de los análisis microbiológicos realizados a la crema con sabor a pollo, los que fueron comparados con lo recomendado por el RSA (González, 2003). De acuerdo a los valores obtenidos en 0 y 90 días, el recuento de aerobios mesófilos (RAM) y de *S. Aureus* cumplieron con lo estipulado. Para coliformes totales y fecales, y *Salmonella*, no se detectó su presencia, pues las condiciones de envasado y almacenamiento fueron debidamente controladas. La crema saborizada de pollo no mostró alteración microbiológica, siendo un alimento adecuado para el consumo en niños de 2-5 años.

Análisis granulométrico. En la Figura 3 se muestran los resultados del análisis granulométrico realizado a las harinas de quinua y lupino, al momento de su recepción. Se puede apreciar que la quinua fue recibida con un contenido superior de harina gruesa (>212μm), mientras que el lupino presentó mayor cantidad en partículas de tamaño fino,

entre 106 y 212μm. Esto motivó la realización del molido adicional a las harinas, obteniéndose la granulometría adecuada para la elaboración de la crema, con partículas entre 75 a 230 μm para niños de 2-5 años establecido por (Meyhuay, 2000).

significó que los evaluadores percibieron de buena forma el “sabor a pollo”, indicando que la cantidad utilizada fue la correcta, en cambio, el tostado presentó menor puntaje para el mismo atributo. A un tiempo de 90 días el producto comenzó a disminuir sensiblemente en sus atributos de olor y sabor, que lo ubicaron en la categoría de “aceptable” según escala establecida, con intervalo de puntuación 11,2-15,3 (Torricella *et al.*; 1989), debido a que se empezó a detectar el tostado, al parecer potenciado por el ligero

fagasta. De acuerdo al puntaje total obtenido, la papilla quedó entre las descripciones “me gusta ligeramente” y “me gusta muchísimo”, mostrando una buena aceptación por los niños, que son los consumidores a los cuales va destinado este producto. Los comentarios al finalizar las evaluaciones, fueron positivos y algunos niños deseaban continuar degustando la crema.

Conclusiones

Se desarrolló la formulación de un suplemento alimenticio de alto contenido proteico a

TABLA VI
RESULTADOS DE EVALUACIÓN SENSORIAL DE LA CREMA CON SABOR A POLLO EN ADULTOS (N= 45)

Atributos	CP	Descriptor	CP	Tiempo de almacenamiento (días)							
				0		30		60		90	
				\bar{X}	PC	\bar{X}	PC	\bar{X}	PC	\bar{X}	PC
Aspecto visual	0,75	Coloración	0,27	4,22	1,14	4,30	1,16	4,05	1,09	4,05	1,09
		Tipicidad	0,27	4,06	1,10	4,06	1,09	3,90	1,05	3,87	1,05
		Grumosidad	0,06	4,10	0,25	3,84	0,23	4,67	0,28	3,73	0,22
Olor	0,5	Tipicidad de olor	0,32	3,72	1,19	3,59	1,15	3,94	1,26	3,91	1,25
		Harinoso	0,08	3,55	0,28	3,38	0,27	3,22	0,26	2,91	0,23
Sabor	1,75	Tipicidad de sabor	0,56	3,75	2,10	3,89	2,18	4,06	2,27	3,63	2,03
		Salinidad	0,56	4,03	2,25	4,05	2,27	4,25	2,38	4,40	2,46
		Amargor	0,14	3,57	0,50	3,13	0,44	3,89	0,54	2,91	0,41
		Tostado	0,14	3,01	0,42	2,87	0,40	3,03	0,42	2,98	0,42
Textura	1,5	Aspereza	0,18	3,73	0,67	3,73	0,67	3,29	0,59	3,31	0,60
		Consistencia	0,72	4,25	3,06	4,59	3,30	4,03	2,90	4,26	3,06
		Suavidad	0,30	3,76	1,13	3,60	1,08	3,46	1,04	3,52	1,06
Impresión general	0,5		0,40	3,45	1,38	3,24	1,30	3,40	1,36	3,19	1,28
Puntuación total				15,47		15,53		15,45		15,15	

\bar{X} : valor promedio, CP: coeficientes de ponderación, PC: puntuación convertida.

Pruebas de evaluación sensorial (PES)

Prueba descriptiva con escala por atributo. En la Tabla VI se presentan los resultados de las evaluaciones sensoriales en adultos, realizadas cada 30 días durante el almacenamiento. Se observa que hasta los 60 días, la puntuación total obtenida de la papilla quedó clasificada como “bueno” (intervalo de puntuación de 15,4-17,4; Torricella *et al.*; 1989), siendo los atributos mejor evaluados el aspecto visual y la textura, y de esta última, principalmente la consistencia. En cuanto al sabor, el mayor puntaje lo obtuvo la tipicidad, lo que

aumento de la rancidez y a reacciones de Maillard, que aunque no se midieron, se conoce que tienen sus efectos de potenciadores del sabor.

Escala hedónica gráfica. En la Tabla VII se señalan los resultados de la evaluación a los 3 jardines infantiles de Anto-

través de un procedimiento tecnológico de bajo costo a partir de harinas de quinua y lupino, con la adición de sal, azúcar pulverizada y saborizante de pollo, que al reconstituirse se obtuvo una crema tipo “papilla” con un grado de aceptabilidad adecuado para

TABLA VII
EVALUACIÓN EN JARDINES INFANTILES

Descripción	Ponderación	Evaluación	Puntaje
Me gusta muchísimo	5	39	195
Me gusta ligeramente	4	9	36
No me gusta ni me disgusta	3	3	9
Me disgusta ligeramente	2	4	8
Me disgusta muchísimo	1	5	5
Total de jueces		60	Σ= 253
Puntaje total			4,22

ser ingerida por niños de 2-5 años, dos veces al día, de manera de entregar un mínimo del 38% de proteínas de la recomendada para este grupo de edad. El producto aporta igualmente cantidades moderadas de lípidos, hidratos de carbono y minerales, aunque ninguno de estos fue adicionado, ni se tuvo como propósito cubrir determinada demanda específica de ellos.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen parte del financiamiento de la presente investigación a la Corporación de Ayuda al Ser Desnutrido (CORASEDE), Calama, Chile (Convenio de Cooperación Técnica con Departamento de Alimentos, Universidad de Antofagasta, Chile).

REFERENCIAS

Alaiz M, Navarro J, Girón J, Vioque E (1992) Amino acid analysis by high-performance liquid chromatography after derivatization with diethyl ethoxymethylenemalonate. *J. Chromatogr. A* 591: 181-186.

AVELUP (2003) Semillas Baer. Fundo El Hualle. Productos Nutritivos. AVELUP Ltda. Temuco, Chile.

Ayala G (1998) Consumo de quinua (*Chenopodium quinoa*), kiwicha (*Amaranthus caudatus*) y tarwi (*Lupinus mutabilis*) y estrategias para promover su consumo. En Mujica A, Izquierdo J, Marathe JP, Morón C, Jacobsen SE (Eds.) *Reunión Técnica y Taller de Formulación del Proyecto Regional sobre Producción y Nutrición Humana en base a Cultivos Andinos*. Arequipa, Perú. pp. 115-122.

Ayala G, Ortega L, Morón C (2001) Valor nutritivo y usos de la quinua. En Mujica A, Jacobsen SE, Izquierdo J, Marathe JP (Eds.) *Quinua* (*Chenopodium quinoa Willd.*). Ancestral cultivo andino, alimento del presente y futuro. CONDESAN. Santiago, Chile. Cap. VIII. Pp. 246-279.

Bhargava A, Shukla S, Ohri D (2006) *Chenopodium quinoa* - An Indian perspective. *Ind. Crop. Prod.* 23: 73-87.

Cameron M, Hofvander Y (1978) *Manual Sobre Alimentación de Lactantes y Niños Pequeños*. 2ª ed. Organización de las Naciones Unidas Para la Agricultura

y la Alimentación. Nueva York, EEUU. 180 pp.

Castillo E, Antonio J, Conejo AJ, Pedregal P, García R, Alguacil N (2002) *Formulación y Resolución de Modelos de Programación Matemática en Ingeniería y Ciencia*. Universidad de Castilla-La Mancha. España.

Comai S, Bertazzo A, Bailoni L, Zancato M, Costa CVL, Allegri G (2007) The content of proteic and nonproteic (free and protein-bound) tryptophan in quinoa and cereal flours. *Food Chem.* 100: 1350-1355.

ECUARURAL (2001) *Manual de Producción de quinua de calidad en el Ecuador*. GTZ, IICA, INIAP. Quito, Ecuador. 152 pp.

Erbas M, Certel M, Uslu MK (2005) Some Chemical Properties of White Lupin Seeds (*Lupinus albus L.*). *Food Chem.* 89: 341-345.

FAO (1992) *Manual sobre utilización de los cultivos Andinos Subexplotados en la alimentación*. Oficina regional de la FAO para América Latina y el Caribe. Santiago, Chile. 121 pp.

FAO/WHO (1991) *Protein Quality Evaluation*. FAO Food and Nutrition Paper 51. Roma, Italia. 207 pp.

FAO/OMS/UNU (1985) *Necesidades de proteína y energía*. Serie de Informes Técnicos. Organización Mundial de la Salud. Ginebra, Suiza. 218 pp.

González C (2003) *Nuevo Reglamento Sanitario de los Alimentos*. Publiley. Santiago, Chile 195 pp.

Gutiérrez H, de la Vara R (2003) *Análisis y Diseño de Experimentos*. McGraw-Hill Interamericana. México. 571 pp.

Hodgson MI (2004) *Influencia de la nutrición en el crecimiento y desarrollo*. Pontificia Universidad Católica de Chile. Santiago, Chile. www.escuela.med.puc.cl

IOM (1994) *How Should the Recommended Dietary Allowances Be Revised?* Institute of Medicine. National Academy Press. Washington, DC, EEUU. 36 pp.

Maldonado L (2005) Obtención y degustación de papillas de alto valor energético/proteico en base a tubérculo-cereal-leguminosa en la zona de Candelaria, Bolivia. *Rev. Latinoam. Agric. Nutr.* 2: 20-25.

Martínez C, Urbano G, Porres JM, Frías J, Vidal C (2007) Improvement in food intake and nutritive utilization of protein from *Lupinus albus* var. multolupa protein isolates supplemented with ascorbic acid. *Food Chem.* 103: 944-951.

Meyhuay M (2000) Proceso quinua. Métodos de desaponificación de quinua. Instituto de Desarrollo Agroindustrial. Lima, Perú. 37 pp.

Morales F, González M, Lorente M, López J, Ibarra A, Gil M (s/año) *Dietética y Nutrición en Pediatría*. Requerimientos Nutricionales. Aplicación de las Recomendaciones de la Dieta. Proteínas Vegetales. *Servicio de Pediatría del Hospital Torrecárdenas de Almería, España*. (<http://www.arrakis.es/~aibarra/dietetica/Enfermeria/requerim.htm>).

Nieto C, Vimos C, Monteros C, Caicedo C, Rivera C, Noriega A, Suquilanda M (2001) *Manual de producción de quinua de calidad en el Ecuador*. ERPE-GTZ-IICA INIAP. Quito, Ecuador. 469 pp.

Ovando ML (2000) Desarrollo y evaluación biológica de alimentos fortificados en base a tubérculos andinos de la zona de Candelaria, Bolivia. *Rev. Latinoam. Agric. Nutr.* 2: 19-24.

Pérez A, Archondo J, Pérez C, Meideiros C (1995) *Nutrición básica: Evaluación y Formulación de Alimentos. Mezclas alimenticias con cultivos andinos*. La Paz, Bolivia. 92 pp.

Primolini C, Vitta J (2000) Lupino. Una alternativa productiva. Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Rosario. *Agromensajes* 3 (Agosto). Rosario, Argentina. pp. 7-8.

Reimers C, Steinhart H, Lecerf JM (2002) *Calidad proteica. Métodos para evaluar la calidad de las proteínas en los alimentos*. Instituto de Bioquímica y Química de los Alimentos, Universidad de Hamburgo, Alemania e Instituto Pasteur de Lille, Francia. 37 pp.

Repo-Carrasco R (1992) *Cultivos Andinos y la Alimentación Infantil*. Serie Investigaciones N° 1. CCTA. Lima, Perú. 180 pp.

Repo-Carrasco R, Hoyos NL (1993) Elaboración y evaluación de alimentos infantiles con base en cultivos andinos. *Arch. Latinoam. Nutr.* 5: 168-175

Reyna J, Gómez-Sánchez I, Gagliuffi A, Ildefonso C (1995a) Cultivos Andinos Parte I: Evaluación químico-nutricional de la maca (*Lepidium meyenii* WALP). *Agroenfoque* 75: 44 - 46.

Reyna J, Gómez-Sánchez I, Gagliuffi A, Ildefonso C (1995b) Cultivos Andinos Parte II: Evaluación químico-nutricional de la maca (*Lepidium meyenii* WALP). *Agroenfoque* 76: 51-52.

Schaafsma G (2000) The Protein Digestibility-Corrected Amino Acid Score. *J. Nutr.* 130: 1865-1867.

Schmidt-Hebbel H (1981) *Avances en Ciencia y Tecnología de los Alimentos*. Merck química Chilena. Santiago, Chile. 265 pp.

Suárez MM, Kizlansky A, López LB (2006) Evaluación de la calidad de las proteínas en los alimentos calculando el escore de aminoácidos corregido por digestibilidad. *Nutr. Hosp.* 21: 47-51.

Tapia M (1997) *Cultivos Andinos Subexplotados y su Aporte en la Alimentación*. 2ª ed. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Santiago, Chile. 271 pp.

Torricella R, Zamora E, Pulido H (1989) *Evaluación sensorial aplicada a la investigación, desarrollo y control de la calidad en la industria alimentaria*. Instituto de investigación para la industria alimentaria. La Habana, Cuba. 200 pp.

USDA (2005) Dietary Reference Intakes for Energy, Carbohydrate, Fiber, Fat, Fatty acids, Cholesterol, Protein, and Amino Acids. Food and Nutrition Board. Institute of Medicine of the National Academies. The National Academies Press; Washington, D.C. 1330 pp.

Valencia-Chamorro SA, (2004) Quinoa. En Corke H, Walker C, Wrigley C, (Eds.) *Encyclopedia of Grain Science*. Elsevier/CRC. Australia. pp. 4885-4892.

Villarroel O (1998a) *Manual de Métodos de Análisis Físico-Químicos de Alimentos, Aguas y Suelos*. Ministerio de Salud. Andros, Santiago, Chile. 187 pp.

Villarroel O (1998b) *Manual de técnicas microbiológicas para alimentos y agua*. Ministerio de Salud. Andros, Santiago, Chile. 146 pp.

Winston WL (2004) Microsoft Excel Data Analysis and Business Modelin. Microsoft Office. (Apply your skills to Microsoft Office Excel 2000 to 2003). Published by: Microsoft Press; Washington.

Wittig de Penna E (1981) Evaluación Sensorial, una Metodología actual para Tecnología de Alimentos. 1ª edición. Talleres gráficos USACH. Santiago, Chile.

Wittig de Penna E, Serrano L, Bunger A, Soto D, López L, Hernández N, Ruales J (2002) Optimización de una formulación de espaguetis enriquecidos con fibra dietética y micronutrientes para el adulto mayor. *Arch. Latinoam. Nutr.* 52: 9-100.