



Theses and Dissertations

---

2002

**Creation of three nutritional mixes based on amaranth  
(Amaranthus caudatus) and other Andean crops for school-aged  
children (Cochabamba-Bolivia)**

Sandra Carola Delgadillo Barriga  
*Brigham Young University - Provo*

Follow this and additional works at: <https://scholarsarchive.byu.edu/etd>



Part of the [Agricultural and Resource Economics Commons](#), [Agronomy and Crop Sciences Commons](#), [Dietetics and Clinical Nutrition Commons](#), and the [Food Science Commons](#)

---

**BYU ScholarsArchive Citation**

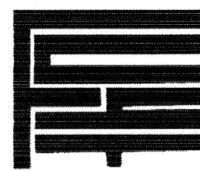
Delgadillo Barriga, Sandra Carola, "Creation of three nutritional mixes based on amaranth (*Amaranthus caudatus*) and other Andean crops for school-aged children (Cochabamba-Bolivia)" (2002). *Theses and Dissertations*. 5356.

<https://scholarsarchive.byu.edu/etd/5356>

This Thesis is brought to you for free and open access by BYU ScholarsArchive. It has been accepted for inclusion in Theses and Dissertations by an authorized administrator of BYU ScholarsArchive. For more information, please contact [ellen\\_amatangelo@byu.edu](mailto:ellen_amatangelo@byu.edu).



**UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN SIMÓN**  
**FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA**  
**CARRERA DE BIOLOGÍA**



**ELABORACIÓN DE TRES MEZCLAS NUTRITIVAS EN BASE A  
AMARANTO (*Amaranthus caudatus*) Y OTROS CULTIVOS ANDINOS,  
PARA NIÑOS Y NIÑAS EN EDAD ESCOLAR  
(COCHABAMBA – BOLIVIA)**

**TESIS DE GRADO PRESENTADA  
PARA OBTENER EL DIPLOMA  
ACADÉMICO DE LICENCIATURA  
EN BIOLOGÍA**

**Por: Sandra Carola Delgadillo Barriga**

**COCHABAMBA - BOLIVIA**  
**Diciembre, 2002**

## *Dedicatoria*

*Con todo mi amor y  
agradecimiento, al ser que me dio  
los dos mejores regalos del  
universo... la vida y los sueños, los  
cuales me enseñó a hacer realidad,  
con amor, fé y perseverancia. A mi  
madre.*

## AGRADECIMIENTOS

Mi más sincera gratitud a las todas las instituciones y personas, que apoyaron de un modo u otro a la ejecución de la presente tesis de investigación:

Al Instituto de Agricultura y Ciencias Alimenticias “Ezra Taft Bafi”, en su representante Ing. Luis Espinoza, por el apoyo financiero para la ejecución del presente trabajo de investigación.  
Al Ing. Eddy por la colaboración prestada.

Al Programa de Alimentos y Productos Naturales de la Universidad Mayor de San Simón y todo su personal por las instalaciones prestadas y el apoyo brindado.

A la Lic. Miriam Vargas por el asesoramiento y revisión en todo el transcurso de elaboración de la Tesis, por el apoyo y la amistad brindada.

A los miembros del Tribunal Revisor, Lic. Anabel Hinojosa y Lic. Fortunata Chojquetilla por la revisión y valiosos aportes para el enriquecimiento de la Tesis.

Un eterno y profundo agradecimiento a Salvador por la solidaridad y apoyo constante e incondicional en todo momento. A la familia Becerra por la paciencia y ayuda brindada para la elaboración final de la tesis.

A mi amada familia por su amor, paciencia y estar siempre a mi lado en los mejores y peores momentos.

A la Lic. Claudia Coca por las sugerencias prestadas y su incondicional amistad.

A todas y todos mis compañeras y compañeros, que de una u otra forma me apoyaron y me dieron ánimos para seguir adelante.

## FICHA RESUMEN

En Bolivia contamos con tres granos andinos muy valiosos: el amaranto (*Amaranthus caudatus*), la quinua (*Chenopodium quinua*) y la cañahua (*Chenopodium pallidicaule*) que en combinación con cereales y leguminosas pueden constituir una ración alimenticia, completa y bien balanceada, para combatir la desnutrición tan difundida en nuestra región.

En el presente trabajo, se formularon varias mezclas nutritivas, en base a amaranto y otros cultivos andinos y se eligieron tres mejores, que cumplían con las todas las condiciones de nutrición, palatilibilidad y costos, siendo estas: Papilla Andina, Mixicereal y Galleta de Amaranto, determinando un computo aminoacídico que oscilo entre 79 y 100% y un aporte satisfactorio de proteínas, energía y minerales, para niños y niñas en edad escolar.

Posteriormente se determinó la calidad biológica de las tres mezclas, mediante ensayos de evaluación biológica, determinando un Incremento en Peso entre 64.26 y 87.28, Digestibilidad entre 60 y 78% y un PER entre 1.75 y 2.36.

El costo de los tres productos finales, fue menor a 0.08 centavos de dólar americano por cada 100gr. de mezcla.

Finalmente se realizaron pruebas de análisis sensorial de los tres productos, en 90 niños(as) de 5 a 9 años de dos escuelas rurales de la Provincia de Quillacollo, Cochabamba, observando mayor preferencia por el Mixicereal.

En base a los resultados, se concluye que las tres mezclas estudiadas son un excelente complemento nutricional, de buen valor biológico, sensorialmente aceptadas y al alcance de la población de escasos recursos económicos.

## INDICE GENERAL

<b>1. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1-1</b>
<b>1.1 Objetivos.....</b>	<b>1-4</b>
1.1.1 Objetivo General.....	1-4
1.1.2 Objetivos Específicos.....	1-4
<b>2. MARCO TEORICO.....</b>	<b>2-5</b>
<b>2.1 Seguridad Alimentaria.....</b>	<b>2-5</b>
2.1.1 Alimentación.....	2-6
2.1.2 Alimentos.....	2-6
2.1.2.1 Clasificación de los alimentos.....	2-7
2.1.3 Leyes fundamentales de la alimentación.....	2-7
<b>2.2 Nutrición.....</b>	<b>2-8</b>
2.2.1 Nutrientes Esenciales.....	2-9
2.2.2 Energía.....	2-10
2.2.2.1 Nutrientes que aportan energía.....	2-10
2.2.2.2 Fuentes alimentarias de energía.....	2-10
2.2.2.3 Recomendación diaria de energía.....	2-11
2.2.3 Proteína.....	2-11
2.2.3.1 Fuentes alimentarias de proteína.....	2-12
2.2.3.2 Recomendación diaria de proteína.....	2-12
2.2.3.3 Valor nutritivo de la proteína.....	2-13
2.2.3.4 Métodos para determinar la calidad de la proteína.....	2-14
<b>2.3 Estado Nutricional.....</b>	<b>2-17</b>
2.3.1 Alteraciones nutricionales.....	2-18
2.3.1.1 Tasas actuales de desnutrición en Bolivia.....	2-19
2.3.2 Grupos vulnerables.....	2-20
<b>2.4 Consumo Alimentario.....</b>	<b>2-21</b>
2.4.1 Consumo alimentario en la zona andina.....	2-22
2.4.1.1 Aspectos generales de la región andina.....	2-22
2.4.1.2 Consumo alimentario en Bolivia.....	2-23
2.4.1.3 Alternativas nutricionales.....	2-25
<b>2.5 Cultivos Andinos.....</b>	<b>2-26</b>
2.5.1 Pseudocereales andinos como alternativa nutricional para la población boliviana.....	2-27
2.5.1.1 Características generales de los tres pseudocereales andinos.....	2-29
2.5.2 Características generales sobre mezclas vegetales.....	2-42
2.5.2.1 Métodos de formulación de mezclas.....	2-44
<b>2.6 Evaluación Sensorial.....</b>	<b>2-44</b>
2.6.1 Tests de de respuesta objetiva.....	2-45
2.6.2 Tests de respuesta subjetiva.....	2-45

<b>3. MATERIALES Y MÉTODOS.....</b>	<b>3-46</b>
3.1 Materiales .....	3-46
3.2 Metodología .....	3-46
3.2.1 Ubicación de la zona de estudio.....	3-46
3.2.2 Selección y obtención de insumos .....	3-47
3.2.3 Procesamiento de los insumos .....	3-47
3.2.4 Formulación de las mezclas .....	3-48
3.2.5 Cómputo Aminoacídico o Puntaje Químico .....	3-48
3.2.6 Elaboración de las mezclas .....	3-49
3.2.7 Análisis bromatológico .....	3-51
3.2.8 Cálculo del aporte proteico, energético y mineral de las mezclas .....	3-52
3.2.9 Evaluación Biológica .....	3-52
3.2.9.1 Preparación de las dietas.....	3-53
3.2.9.2 Preparación de los animales.....	3-53
3.2.9.3 Suministro de las dietas .....	3-54
3.2.9.4 Cálculo de los parámetros biológicos .....	3-55
3.2.10 Determinación de la ingesta diaria de proteínas, recomendada para las mezclas.....	3-56
3.2.11 Determinación del costo de las mezclas elaboradas .....	3-57
3.2.12 Evaluación Sensorial.....	3-57
3.3 Análisis Estadísticos.....	3-60
3.3.1 Ensayo Biológico .....	3-60
3.3.2 Evaluación Sensorial.....	3-60
<b>4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>	<b>4-62</b>
4.1 Formulación de las mezclas .....	4-62
4.2 Puntaje Aminoacídico de las mezclas formuladas .....	4-64
4.3 Elaboración de las mezclas seleccionadas .....	4-65
4.4 Análisis Bromatológicos de las mezclas formuladas y elaboradas.....	4-66
4.5 Aporte proteico, energético y mineral de las mezclas elaboradas .....	4-67
4.6 Evaluación Biológica .....	4-69
4.7 Cálculo de la dosis inocua de ingesta diaria de proteínas de las mezclas.....	4-76
4.8 Costo final de las tres mezclas elaboradas.....	4-77
4.9 Costo de la proteína y energía de las mezclas finales.....	4-78
4.10 Evaluación Sensorial.....	4-79
<b>5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>	<b>5-81</b>
5.1 Conclusiones .....	5-81
5.2 Recomendaciones.....	5-81
<b>6. REVISION BIBLIOGRAFICA.....</b>	<b>6-83</b>

## INDICE DE CUADROS

<b>Cuadro 1.</b> Valor nutricional de pseudocereales andinos comparado con algunos cereales .....	28
<b>Cuadro 2.</b> Composición química del amaranto (por 100g de porción comestible) .....	35
<b>Cuadro 3.</b> Formulación de la Galleta de Amaranto .....	62
<b>Cuadro 4.</b> Formulación del Mixicereal.....	63
<b>Cuadro 5.</b> Formulación de la Papilla Andina .....	63
<b>Cuadro 6.</b> Formulación de la dieta testigo .....	63
<b>Cuadro 7.</b> Cómputo aminoacídico de las mezclas formuladas .....	64
<b>Cuadro 8.</b> Análisis bromatológico en de las tres mezclas elaboradas .....	66
<b>Cuadro 9.</b> Recomendaciones diarias de proteínas, energía y minerales para niños y niñas de 4 a 9 años.....	67
<b>Cuadro 10.</b> Aporte de proteína, energía y minerales de las mezclas elaboradas, de acuerdo a la propuesta de consumo .....	68
<b>Cuadro 11.</b> Resultados finales de la evaluación biológica de las mezclas elaboradas .....	69
<b>Cuadro 12.</b> Análisis de varianza para el I.P.....	71
<b>Cuadro 13.</b> Test de Tukey.....	72
<b>Cuadro 14.</b> Test de Tukey para las medias del PER.....	72
<b>Cuadro 15.</b> Test de Tukey para las medias de Digestibilidad.....	74
<b>Cuadro 16.</b> Dosis inocua de ingesta diaria de proteínas, de las mezclas elaboradas, en base a su C.A. y D.a. ....	76
<b>Cuadro 17.</b> Costo de las mezclas comparadas con el precio de la leche .....	77
<b>Cuadro 18.</b> Costo de 100 gramos de proteína y 100 gramos de energía (Kcal.) de las mezclas .....	78
<b>Cuadro 19.</b> Análisis de correspondencia para la evaluación sensorial .....	79



## INDICE DE FIGURAS

<b>Fig. 1.</b> Cultivo de amaranto ( <i>Amaranthus caudatus</i> ) en un terreno experimental del Perú...	33
<b>Fig. 2.</b> Venta del amaranto en grano. Feria campesina de Quillacollo .....	46
<b>Fig. 3.</b> Envasado del Mixicereal elaborado. ....	50
<b>Fig. 4.</b> Sellado del Mixicereal .....	50
<b>Fig. 5.</b> Análisis proteico: Laboratorio PAPAN.....	52
<b>Fig. 6.</b> Jaulas metabólicas individuales. ....	54
<b>Fig. 7.</b> Colecta y selección de heces, de cada jaula metabólica. ....	54
<b>Fig. 8.</b> Determinación de la ganancia en peso (I.P.), de los animales de laboratorio. ....	55
<b>Fig. 9.</b> Muestras de las tres mezclas elaboradas, para ser degustadas.. ....	58
<b>Fig. 10.</b> Análisis de degustación, en un niño de 2° de primaria del Colegio Particular Saint Andrew's. ....	59
<b>Fig. 11.</b> Comparación de promedios del incremento en peso (I.P.) de las mezclas.....	70
<b>Fig. 12.</b> Comparación de promedios del PER de las mezclas .....	73
<b>Fig. 13.</b> Comparación de promedio de la D.a. de las mezclas.....	75
<b>Fig. 14.</b> Resultados del análisis sensorial de las tres mezclas, en escolares.....	80
<b>Fig. 15.</b> Análisis sensorial realizado en un niño del 4° grado de primaria de la Escuela Fiscal Mixta Juan Guerra Villanueva-Quillacollo.....	80

## INDICE DE ANEXOS

<b>ANEXO 1</b> Materiales .....	92
<b>ANEXO 2</b> Composición química de los insumos en 100 gramos de muestra. ....	93
<b>ANEXO 3</b> Tabla de composición de aminoácidos de los insumos .....	94
<b>ANEXO 4</b> Precios por Kg. de los insumos utilizados en las mezclas.....	95
<b>ANEXO 5</b> Test de preferencia en escolares .....	96
<b>ANEXO 6</b> Cálculo del Cómputo Aminoacídico de las mezclas elaboradas .....	97
<b>ANEXO 7</b> Resultados de la evaluación biológica de todas las mezclas elaboradas, con sus respectivas repeticiones.....	101
<b>ANEXO 8</b> Cálculo del ajuste de la dosis inocua de proteínas ingeridas de las mezclas .....	102

## 1. INTRODUCCIÓN

*“El acceso a una alimentación nutricionalmente adecuada y sana es un derecho de todos los seres humanos” (FAO 1996).*

La incidencia de desnutrición crónica es inaceptablemente alta en muchos países, y existe la amenaza de que se mantenga esta situación. Si no se realizan unos esfuerzos extraordinarios, para el año 2010 sufrirá desnutrición crónica más del 30 por ciento de la población de 20 países como mínimo (FAO 1996).

Según los últimos datos del Instituto Nacional de Encuestas (INE) para junio del año 2000, en Bolivia existía una tasa de mortalidad infantil de 60.60 por mil nacidos vivos. Por otro lado, INE/ENDSA (1998) determinó una desnutrición crónica del 26.8% para niños menores de 5 años, una desnutrición aguda de 1.3% y una desnutrición global de 7.6 %, en un total de 5 773 niños de ambos sexos. Lo cual, sitúa a Bolivia entre los países con mayor mortalidad infantil en todo el mundo y con una desnutrición crónica que abarca el 40% de la población.

Una de las causas inmediatas que afecta el estado nutricional de nuestra población y particularmente del niño, es el insuficiente consumo de alimentos, la baja calidad y la distribución inadecuada de los mismos, que se traduce en **inseguridad alimentaria**. Esta inseguridad, se manifiesta en un retraso de crecimiento, un desarrollo mental limitado en los niños y en la disminución de la capacidad de trabajo y de obtención de ingresos en los adultos, por lo tanto, la inseguridad alimentaria, es una de las causas del subdesarrollo y pobreza de Bolivia (Moreno O.; Terrazas C., 1990; UNICEF, 1991). En definitiva, la situación nutricional y sanitaria, determina el estado de desarrollo de un país. Hibisch (1994), sostiene que el objetivo para mejorar el estado nutricional de un grupo poblacional, debe consistir en darles las posibilidades de un desarrollo intelectual y físico normal, mejorando así su calidad de vida.

Países andinos como Bolivia, cuentan con una gran riqueza y variedad de cultivos andinos de excelente calidad nutricional. Vargas (1987), Schoeneberger (1992) y Pérez (1995) mencionan, que la revalorización de estos cultivos de producción local de alto valor nutritivo, contribuirían indudablemente a superar la subalimentación y mejorar la calidad de la dieta. Al respecto, Sumar (1982) manifiesta que entre estos cultivos andinos, tenemos tres alimentos muy valiosos: el amaranto (*Amaranthus. caudatus*), la quinua (*Chenopodium quinua*) y la cañahua (*Chenopodium pallidicaule*) que en combinación con leguminosas y cereales pueden constituir una ración alimenticia, completa y bien balanceada, que podrían ofrecer una alternativa de bajo costo y nutricionalmente adecuada para combatir la desnutrición tan difundida en nuestra región.

La importancia de estos tres cultivos es, que tienen contienen más cantidad de proteína que otros cereales comunes (más de 15%), aunque su verdadero valor radica en la calidad de la proteína, ya que tienen un alto contenido de aminoácidos esenciales para el crecimiento y desarrollo intelectual, como la lisina y la metionina (Schoeneberger, 1992; Carrasco y Hoyos, 1993, Fries, 1995 y Tapia, 1997). También tienen buen contenido de minerales y fibras (Fries, 1995).

Entre estos granos, la Academia Nacional de Ciencias de los EE.UU., determinó que *"el Amaranto es el mejor alimento de origen vegetal para consumo humano"*. Desde entonces se han realizado exhaustivas investigaciones sobre el amaranto, confirmando su enorme potencial como fuente de alimento de alta calidad, inclusive esta aprobado por especialistas en dietética de la NASA de los EE.UU., como un alimento del futuro para la alimentación en el espacio. Muchos otros países, ya han desarrollado tecnologías adecuadas para llevar a cabo distintas formas de procesamiento del amaranto, lo cual a traído como consecuencia que se torne un tema de renovado interés mundial y el mercado de alimentos, ha permitido el desarrollo de varios productos industrializados (Los Tiempos, 1999).

En Bolivia, después de la década de los 50 con la introducción de alimentos donados del extranjero, y la comercialización de productos importados, los hábitos de consumo cambiaron y nuestros valiosos granos fueron desplazados y remplazados por: arroz, azúcar blanca, harina

de trigo, pan, fideos, etc. Esto y otros factores, como la falta de información acerca de los beneficios nutricionales mencionados, de las ventajas agronómicas y económicas que presentan estos alimentos andinos, han traído como consecuencia que su cultivo y consumo en nuestro país sea muy irregular y escaso especialmente para el amaranto.

Estos antecedentes demuestran por demás, la importancia de recuperar en países como el nuestro, con las grandes deficiencias nutricionales mencionadas, el hábito de consumir alimentos de producción local, de alto valor nutritivo y de fácil acceso, como los granos andinos mencionados, de esta manera se podrá disminuir la dependencia a los alimentos importados, por lo tanto mejorar la soberanía alimentaria.

Para lograr este fin, los profesionales en este campo tenemos una gran responsabilidad, y es prioritario realizar trabajos de investigación tanto de campo, información y capacitación, como de evaluación nutricional de nuestros productos originarios, para ofrecer a la población alternativas alimenticias, de alta calidad proteica, más económicas, y de buena aceptación, en especial dentro la población infantil.

El presente trabajo, ofrece tres alternativas vegetales en base a amaranto y otros granos comunes, de buena calidad biológica, de bajo costo y de buena aceptabilidad en niños y niñas escolares, de esta manera contribuir a mejorar la seguridad alimentaria de la población en estudio.

### **HIPÓTESIS:**

Los tres productos formulados y elaborados en base a amaranto y otros cultivos andinos, son una excelente alternativa alimenticia de buena calidad biológica, de bajo costo y sensorialmente aceptables por la población infantil, en edad escolar.

## 1.1 OBJETIVOS

### 1.1.1 Objetivo General

Elaborar tres productos nutritivos, en base a amaranto (*Amaranthus caudatus*) y otros cultivos andinos, con buen valor biológico para una población infantil.

### 1.1.2 Objetivos Específicos

1. Formular mezclas vegetales de buen valor biológico en base a amaranto y otros granos andinos comunes destinados a niños y niñas en edad escolar.
2. Seleccionar y elaborar tres mezclas formuladas y una dieta testigo.
3. Realizar los análisis bromatológicos de las tres mezclas formuladas y de una dieta testigo.
4. Determinar el aporte proteico, energético y mineral de las tres mezclas, para niños y niñas escolares.
5. Determinar la calidad de la proteína de los tres productos, mediante ensayos de Evaluación Biológica, evaluando el Incremento en Peso (IP), la Real Eficiencia de la Proteína (PER) y la Digestibilidad aparente (Da).
6. Determinar los costos finales de las tres mezclas formuladas.
7. Realizar la Evaluación Sensorial de los tres productos terminados en niños de 5 a 10 años de escuelas rurales, fiscales y particulares de Cochabamba.

## 2. MARCO TEORICO

### 2.1 SEGURIDAD ALIMENTARIA

Según el Plan de Acción de la Cumbre Mundial de Alimentación, existe seguridad alimentaria cuando todas las personas tienen, en todo momento, acceso físico y económico a alimentos suficientes, seguros y nutritivos, también culturalmente adecuados para satisfacer sus necesidades alimenticias a fin de llevar una vida activa saludable. En otras palabras, la seguridad alimentaria depende de la disponibilidad, accesibilidad, adecuación y aceptabilidad de los alimentos (FAO, 1997).

La seguridad alimentaria es un derecho humano básico. Para asegurar este derecho, la seguridad alimentaria debe basarse en la autosuficiencia local. Se puede alcanzar una mayor seguridad alimentaria cuando la producción, el transporte y el consumo de los alimentos locales son una prioridad y cuando se reduce en la medida de lo posible la dependencia con respecto a la importación de alimentos, reconociendo que puede ser necesaria para complementar el suministro local (Tratado de Río de Janeiro sobre la seguridad alimentaria, 1992)

En lo que respecta a los hogares, gozan de seguridad alimentaria si tienen acceso a los alimentos necesarios para una vida sana de todos sus miembros, y si no está expuesto a riesgos excesivos de pérdida de tal acceso (AIIPE-PROMENU, 1996; FAO, 1997).

#### ➤ Soberanía Alimentaria

Según el Foro por la Soberanía Alimentaria (Roma 2002), la soberanía alimentaria es un derecho de los países y los pueblos a definir sus propias políticas agrícolas, pesqueras y alimentarias de forma que sean ecológica, social, económica y culturalmente apropiadas para

ellos. La soberanía alimentaria fomenta el derecho a la alimentación para la entera población, basada en una producción de pequeño y mediano tamaño, respetando: las culturas y la diversidad de campesinos, pescadores y Pueblos Indígenas y sus modos y medios de producción, distribución y comercialización y su manejo de las áreas rurales, en la que las mujeres juegan un papel fundamental.

### **2.1.1 Alimentación**

La alimentación es la acción de ingerir alimentos, el mismo que está condicionado por la producción, almacenamiento, distribución disponibilidad y los hábitos de consumo (Valiente 1981; López, et al, 1992).

La alimentación ejerce gran influencia sobre el individuo principalmente sobre su salud, capacidad de trabajar, estudiar, divertirse, su apariencia y longevidad; la mala y escasa alimentación mantenida durante mucho tiempo determina en el ser humano, degeneraciones que lo afectan cuando aun está en gestación y lo acompaña toda su vida. La subalimentación causa gran número de abortos espontáneos, niños prematuros con bajo peso al nacer, débiles, con crecimiento y desarrollo retardados, disminución de la resistencia a las infecciones, índices elevados de mortalidad infantil, mal aprovechamiento escolar, mala formación física, baja productividad de trabajo, envejecimiento precoz muerte prematura (Mendoza, 2000).

Así mismo, menciona que teniendo la alimentación influencia tan decisiva en el desarrollo físico y mental de los individuos, es fatal su deficiencia sobre la sociedad de la cual ellos forman parte. No se puede esperar producción crecimiento y desarrollo de una nación mal alimentada; alimentar bien los componentes de una sociedad, significa una inversión cuyo retorno es altamente compensador para el país.

### **2.1.2 Alimentos**

Los alimentos, son sustancias naturales o transformadas de origen vegetal, animal y mineral, dotadas de ciertas cualidades sensoriales (consistencia, sabor, aroma), con cierta relación



emocional, que excitan nuestro apetito y encierran una variedad de nutrientes según su composición química. Los seres humanos los ingieren para saciar el hambre, por costumbre y por placer (Adrian, 1982 En: Choquetilla, 1990, INAN, 1992, (McLaren y Meguid; Mendoza, 2000).

El valor nutritivo de los alimentos depende de la cantidad y calidad de las proteínas, del aporte de energía así como de otros factores (McLaren y Meguid).

### 2.1.2.1 Clasificación de los alimentos

Los alimentos se clasifican por su valor nutritivo y por la función que cumplen en el organismo, estos son: Alimentos energéticos, alimentos formadores o constructores y alimentos protectores. Esta clasificación también válida para Bolivia, constituye los tres grupos que debe consumir diariamente un individuo (Raimbault, 1982 y MSPSSP, 1988, En: Choquetilla, 1990).

Según el contenido de nutrientes, Tapia (1997) divide a los alimentos andinos en los siguientes grupos:

- Los que aportan importante cantidad de proteína, con alto valor biológico los pseudocereales como la quinua, kañiwa y el amaranto.
- Los que tienen alto contenido de proteína y grasa, como el tarwi.
- Los que aportan buena cantidad de carbohidratos, como los tubérculos y raíces.

### 2.1.3 Leyes fundamentales de la alimentación

Según Mendoza, (2000), el régimen normal no consiste solamente en la enumeración de un conjunto de cantidades recomendadas de nutrientes. Debe cubrir también ciertas exigencias, tales como: el equilibrio entre los nutrientes que lo componen y su adecuación a todos los casos, estas leyes son:

- **Ley de la cantidad.** La cantidad de alimentos, debe ser suficiente para cubrir las exigencias energéticas del organismo y mantener en equilibrio su balance.
- **Ley de la calidad.** El régimen alimentario debe ser completo en su composición para

ofrecer al organismo todas las sustancias que lo integran. Incluye implícitamente, todos los nutrientes que deben ser ingeridos diariamente en las cantidades recomendadas para cada uno de ellos.

- **Ley de la armonía.** Las cantidades de los diversos nutrientes que integran la alimentación, deben guardar una relación de proporción entre si.
- **Ley de la adecuación.** La finalidad de la alimentación está subordinada a su adecuación al organismo. Se debe establecer la finalidad de la dieta (población meta), este régimen debe adecuarse a ella con el propósito de alcanzar sus objetivos, hábitos individuales, y a la situación socioeconómica.

El mismo autor indica que, desde el punto de vista biológico, existe una sola Ley de alimentos, que puede ser anunciada de la siguiente manera: la alimentación normal debe ser: “Cuantitativamente suficiente, cualitativamente completa, armoniosa en sus componentes y adecuada a su finalidad y al organismo que se destina.”

## 2.2 NUTRICIÓN

Es un proceso natural de: Digestión, absorción, transporte y utilización de nutrientes, para garantizar el crecimiento, desarrollo, mantenimiento y la actividad física. La nutrición se inicia en la alimentación (López, et al., 1992).

Mendoza, (2000), indica que la nutrición comprende 3 fases:

- a) **La alimentación o aporte de alimentos**, que comprende desde el momento en que se escoge un alimento hasta su absorción intestinal.
- b) **El metabolismo**, que se inicia a partir de la absorción de los nutrientes hasta el momento en que el organismo los utiliza como fuente de energía, para materiales constituyentes de las células o para depositarlos como reserva (asimilación).
- c) **La excreción**, que comprende la eliminación de parte del material utilizado y del no utilizado. Esta eliminación se efectúa a través del tubo digestivo, de los riñones, etc.

De manera conceptual Laren y Meguid (sin año) mencionan que, es útil considerar la nutrición en el contexto de un sistema de interacción agente-huésped-ambiente. El organismo humano es el huésped; la parte del ambiente que consumimos es el alimento. El agente en la nutrición es la parte del alimento que nos nutre y el termino nutrimento se aplica a el.

En el caso específico de la nutrición, generalmente se establece el conocimiento de los problemas relacionados con deficiencia o exceso en la alimentación, los extremos de la mal nutrición, desnutrición o el consumo excesivo (la obesidad), son medidos a través de antropometría, signos clínicos, estudios bioquímicos y estudios biofísicos (Moreno, Terrazas, 1990).

Los mismos autores afirman que la nutrición también juega un papel fundamental en la atención primaria, puesto que un niño bien nutrido es menos susceptible a enfermedades infecciosas, particularmente diarreas e infecciones respiratorias agudas, así como a sus respectivas complicaciones. Es decir, tiene una mejor respuesta inmunológica.

### 2.2.1 Nutrientes Esenciales

Los nutrientes esenciales para el hombre son aquellas sustancias requeridas por nuestros cuerpos en cantidades específicas para el normal crecimiento, mantenimiento y reparación de los tejidos, así como la reproducción. Son aquellas sustancias químicas contenidas en los alimentos que en general ejercen una función de nutrición (Harward, 1986 y Mendoza 2000).

Según Laren y Meguid (sin año), los nutrientes pueden dividirse en macro y micronutrientes, según las cantidades consumidas:

- **Los macronutrientes**, representan el grueso de cualquier dieta y son: los carbohidratos, grasas y proteínas, son fuentes de energía, abarcan la mayor parte de la estructura corporal y ninguno es esencial para el organismo por si solo, sino por el efecto que produce en la digestión.
- **Los micronutrientes**, son las vitaminas y los minerales. Las vitaminas son compuestos orgánicos que no producen energía, se encuentran de manera natural en los alimentos y

son necesarias para la salud. De los 92 elementos químicos naturales, más de 50 se encuentran en tejidos y líquidos corporales humanos. Cuatro de ellos, oxígeno, carbono hidrogeno y nitrógeno, constituyen el 96% del peso corporal. Más de la mitad constituyen el agua que representa las tres cuartas partes del peso corporal. El restante 4 % está compuesto por elementos esenciales que son los minerales. Dentro estos, los más requeridos por el ser humano son: el calcio, fósforo, sodio, potasio, cloro, magnesio y azufre en cantidades de (100 mg/día o más).

### **2.2.2 Energía**

El organismo necesita energía para el mantenimiento normal de los diferentes procesos vitales, así como, para atender la demanda durante los períodos de crecimiento y actividad física (MPSSP-DNN, 1981).

Una vez que el organismo transforma y repone continuamente sus componentes, la energía obtenida de los alimentos es necesaria para una síntesis de nuevas sustancias orgánicas, en el proceso de mantenimiento. Las reacciones de síntesis que producen nuevas células y tejidos también requieren energía y cuanto más rápido sea el crecimiento, mayor será la necesidad energética (Mendoza, 2000). Si falta energía, se produce competencia entre el crecimiento y la actividad, uno de los dos o los dos serán deprimidos (López, 1992).

#### **2.2.2.1 Nutrientes que aportan energía**

Según Cooper (1990), los nutrientes que aportan energía al organismo son carbohidratos, grasas y proteínas. El alcohol, en cantidad moderada, también es considerada como fuente de energía. Los aportes energéticos son los siguientes: 1 gr. de proteína = 4 Kcal.; 1 gr. de hidratos de carbono = 4 Kcal.; 1 gr. de grasa = 9 Kcal.; 1 gr de alcohol = 7 Kcal.

#### **2.2.2.2 Fuentes alimentarias de energía**

Cerca de 50 a 60 % de las calorías deben ser procedentes de fuentes glicídicas, estas son los tubérculos, frutas y cereales. El consumo excesivo de alimentos refinados como arroz, harinas y otros productos procesados de los mismos, como el pan, fideos, etc., son nocivo al

organismo por la ausencia de minerales y vitaminas. Por esta razón, es aconsejable el uso de cereales y harinas integrales que contiene otros nutrientes (Mendoza, 2000).

Según el mismo autor, en Bolivia el consumo de hidratos de carbono de alimentos refinados alcanza índices muy elevados, ya que son abundantes y baratos y tienen gran poder saciante; las personas parecen bien nutridas, pero están gordas y no saludables.

Los cereales y los pseudocereales de origen andino, como el millmi, la kañawa, la quinua y otros, son buenas fuentes de hidratos de carbono y grasa. Por lo tanto estos granos tienen un alto contenido energético, que solo es superado por el tarwi desamargado (FAO; 1992 y Schoeneberger, 1996).

### **2.2.2.3 Recomendación diaria de energía**

El Ministerio de Previsión Social y Salud Pública (1981), considera que los requerimientos de energía dependen básicamente de la edad, sexo, estado fisiológico, y actividad física.

El requerimiento de energía diario, para un hombre que habita en climas vallunos de 20° C, es de 43 Kcal./Kg./día, para la mujer es de 39 Kcal./Kg./día, estos requerimientos varían de acuerdo a las edades, tal como menciona el MPSSP. Por ejemplo para escolares de 5 a 6 años que viven en el valle, sus requerimientos son 83,6 Kcal./Kg./día (INAN, 1992).

### **2.2.3 Proteína**

La palabra proteína proviene del griego protéo que significa “cambiante”, es decir, que necesita reponerse constantemente en las comidas que se consume diariamente (Kietz, 1992).

Son las principales sustancias constructoras de nuestro organismo, son importantes para la construcción y reparación de los tejidos. Son los elementos formativos esenciales de células, hormonas, enzimas, también contribuyen al metabolismo energético del organismo, aportando 4 calorías por gramo (función energética) (Mendoza, 2000).

Están constituidas de sustancias más simples: los aminoácidos, que son 22 y están divididos en aminoácidos **esenciales**, que son los que el organismo no puede sintetizar, debiendo ser recibidos a través de la alimentación; y los **no esenciales** que el organismo puede elaborar (McLaren y Meguid).

### 2.2.3.1 Fuentes alimentarias de proteína

Las fuentes de proteína difieren en gran medida, pero la mayor parte proviene de animales (McLaren y Meguid).

- **Fuentes proteicas de origen animal:** Carnes y vísceras, huevos, derivados lácteos, la leche posee pequeña concentración proteica, más la facilidad con que se incorpora a la alimentación diaria, la convierte en una de las mejores fuentes de nutrientes (Mendoza, 2000).
- **Fuentes proteicas de origen vegetal:** Leguminosas secas (Frijoles, habas arvejas, lenteja, garbanzo, soya, etc.), cereales integrales (quinua, maíz, trigo, etc.) (Mendoza, 2000). Dentro este grupo Kietz (1992), incluye a los nueces, maníes, almendras, quinua, tarwi, kañawa, amaranto y otros.

### 2.2.3.2 Recomendación diaria de proteína

La cantidad de proteínas recomendada para cada grupo de edad se expresa en gramos por Kg. de peso aceptable y ha sido llamada “dosis inocua de ingestión de proteínas”, correspondiendo a las necesidades medias de proteínas de los individuos de una población determinada. Dentro la población latinoamericana, la recomendación de proteínas para los adultos de ambos sexos es de 0,75 g por Kg. de peso. Esta cantidad aumenta a más de 1,5 g/Kg. de peso en los niños pequeños. En el embarazo y la lactancia se recomienda agregar cantidades adicionales de proteínas expresadas en gramos diarios (Olivares, 1995).

Las recomendaciones de proteínas para la población boliviana, según el MPSSP (1981), han sido establecidas tomando en cuenta la cantidad de nitrógeno proteico necesario para mantener un adecuado balance en adultos, y además para, asegurar un crecimiento y mantenimiento satisfactorio en niños y adolescentes.

### 2.2.3.3 Valor nutritivo de la proteína

Pellet, et al., (1985), mencionan que el valor nutritivo de una proteína, depende de su capacidad de satisfacer las necesidades de nitrógeno y de aminoácidos esenciales, es decir, que los requerimientos de nitrógeno y aminoácidos son parámetros que nos permiten medir la calidad de las proteínas. La FAO (1981) ha planteado que la proteína de un alimento es biológicamente completa, cuando contiene todos los aminoácidos en una cantidad igual o superior a la establecida para cada aminoácido, en una proteína de referencia o patrón.

La calidad biológica determina la utilidad de una proteína alimenticia para el crecimiento y mantenimiento de los tejidos (Castellón, 1984).

Mendoza (2000), considera que una proteína es de alto valor biológico, cuando posee en su composición, aminoácidos esenciales, en proporciones adecuadas y de acuerdo a esto se dividen en dos grupos: proteínas completas, que contienen todos los aminoácidos esenciales, en cantidades suficientes, en su mayoría son de origen animal; proteínas incompletas, que son las que no poseen uno o más aminoácidos esenciales, y son las de origen vegetal, que como única fuente proteica no pueden mantener la vida ni promover el crecimiento. Por lo tanto, las dietas mixtas y la variedad en la selección de alimentos es muy importante.

Mendoza (2000), menciona que la falta de proteínas en la dieta, en calidad y cantidad causa serios trastornos al organismo, ya que estos nutrientes son, principalmente constructores. Tanto el desarrollo físico, como el mental, pueden ser afectados por la carencia proteica. Por lo tanto, los alimentos deben ser seleccionados primeramente por la calidad de las proteínas que contienen, y después, por la concentración de los mismos.

Por otro lado, Olivares (1994) señala, que las necesidades de proteínas se basan en cantidades determinadas de aminoácidos esenciales y que las recomendaciones de los organismos internacionales corresponden a proteínas de alta calidad biológica (con una proporción de aminoácidos utilizable en un 100% y una digestibilidad de 100%). Al aplicar estas recomendaciones a la población, que consume una dieta mixta de calidad variable, especialmente en los sectores de menores ingresos, puede ser necesario corregirlas, aumentando su ingesta en un 25, 50 y hasta en un 100%, especialmente en los niños que deben

satisfacer sus altos requerimientos de aminoácidos esenciales con proteínas de menor calidad o biológicamente incompletas.

#### 2.2.3.4 Métodos para determinar la calidad de la proteína

Los principales métodos propuestos para la evaluación de la calidad de la proteína pueden ser divididos en: Los métodos in vitro: químico y enzimático y los métodos biológicos; que comprenden todos los métodos que hacen uso de animales, incluyendo el hombre (Spadoni, 1978).

Según Cornevale (1979), menciona Ovando (1998), la calidad de una proteína puede ser determinada por medio de un análisis químico y/o una evaluación biológica, esta última demanda mucho más tiempo. El método químico solo da una predicción del **contenido** nutricional de una proteína, mientras que la medida biológica da el **valor** de la proteína más exactamente.

##### A. Métodos in vitro

Dentro de estos métodos, están los análisis químicos que sirven para medir la cantidad de proteína, una forma consiste en calcular el contenido de nitrógeno, en general por el método Kjendahl, y multiplicándolo por un factor 6.25 que es la cifra que se aproxima al contenido promedio de nitrógeno de muchas proteínas. De este modo se obtiene la cantidad de la proteína buscada (McLaren y Meguid).

Otro método químico, es el Puntaje Químico o Cómputo Aminoacídico. Según Pellett y Young (1985), este método también llamado Score químico, consiste en evaluar la cantidad de cada uno de los aminoácidos contenidos en la proteína, o en la mezcla de proteínas, usando tablas o mediante análisis directo. Los valores se expresan individualmente en proporciones al contenido del aminoácido correspondiente en una proteína de referencia a un patrón de aminoácidos adecuado. El aminoácido que se encuentra en menor proporción es considerado como aminoácido limitante y la razón obtenida es el puntaje. El puntaje para la proteína de un



alimento se define como:

$$\text{Computo Aminoacídico} = \frac{\text{mg de AA/g proteína bajo prueba}}{\text{mg de AA/g proteína patrón}}$$

A este respecto (McLaren y Meguid) mencionan que, se han propuesto diversos esquemas en los que se compara la suficiencia en la composición de aminoácidos de la proteína de prueba con la de referencia. La FAO/OMS/ONU (1985) afirma que es posible estimar la calidad de una proteína o de mezclas de proteínas, evaluando comparativamente con una proteína ideal de referencia, que contenga aminoácidos que limitarían la calidad de la proteína en las dietas mixtas: Lisina, Azufrados (Metionina y Cistina), Treonina y Triptófano.

Actualmente el patrón recomendado para evaluar la calidad biológica de las proteínas para todas las edades, excepto los menores de un año, se basa en los requerimientos recomendados por la OMS/UNU en 1985 (Tapia, 1997).

### **B. Métodos Biológicos**

Los métodos biológicos proporcionan información sobre digestibilidad, eficiencia de la proteína, asimilabilidad, disponibilidad y también existe la posibilidad de detectar la presencia de sustancias tóxicas (Pellett y Young, 1980).

Los exámenes en humanos son más difíciles de llevarse a cabo que en animales de laboratorio, y con frecuencia se utilizan ratas que tienen requerimientos de aminoácidos parecidos a los del hombre (McLaren y Meguid).

Para el uso de animales de laboratorio (ratas), Pellett y Young (1980) mencionan, que es importante tomar en cuenta, el peso, edad, raza y sexo que deben ser estandarizadas. La rata macho es utilizada con preferencia y las cepas más utilizadas son las Wistar y la Sprague-Dawley. El peso inicial recomendable es alrededor de 65 gr. En todos los ensayos biológicos con animales se requiere una medición de alimento consumido.

### **B.1. Valor biológico (V.B.)**

El valor biológico es una medida de la calidad que indica el porcentaje de la proteína absorbida, que es retenida por el organismo (Kietz, 1992).

La unidad del valor biológico se marca en porcentaje. Un alimento proteico con equilibrio perfecto de los aminoácidos esenciales, marca teóricamente 100% en la escala de la calidad proteica del nutriente. Pero ningún alimento llega con su V.B. a 100%. El alimento con el máximo V.B. de proteína es el huevo de gallina, con 94% (Schlieper, 1981 en Kietz, 1992).

### **B.2. Relación de la Eficiencia de Proteína (REP o PER)**

Según Kietz, (1993) la determinación del PER es uno de los métodos más utilizados en Bolivia para medir la calidad de la proteína. La FAO (1981), menciona que esta sugerido por el U.S. National Research Council (1964), mundialmente usado, y avalado por la FAO/OMS (1966). Es el resultado de dividir el aumento de peso de un animal en crecimiento por su consumo de proteína, y sirve para medir la calidad de las proteínas.

Es el método más simple y económico, puesto que no requiere mediciones químicas y los resultados se correlacionan bastante bien con los métodos más elaborados. Sigue los siguientes criterios: se empieza el ensayo con ratas preferentemente machos con edad entre 20 a 22 días, durante un período de 28 días. Se utiliza una alimentación ad-libitum con un nivel de proteínas del 10 % y los demás elementos nutritivos en cantidades adecuadas. La aplicación de este método; simultáneamente a la prueba de digestibilidad constituye parámetros válidos para evaluar la calidad de la proteína, según McLaren y Meguid, se administra a las ratas la dieta de prueba ajustada al requerimiento de proteínas durante cuatro semanas. Como estándar de referencia se usa una dieta de caseína con un PER de 2.5 (McLaren y Meguid; FAO, 1981; Tapia, 1997).

### **B.3. Digestibilidad**

Se define como la proporción de nitrógeno del alimento, que es absorbido por el organismo (Pellett y Young, 1985).

Bateman (1970), mencionado en Ovando (1998), señala que la materia seca digerible es la proporción de materia del alimento que no aparece en las heces, por lo tanto, para poder determinar la digestibilidad de la proteína es necesario medir el contenido de nitrógeno de los alimentos y las heces.

Las diferencias de digestibilidad pueden deberse a diferencias intrínsecas en la naturaleza de las proteínas alimenticias (naturaleza de la pared celular), presencia de otros factores dietéticos que modifiquen la digestión como fibra y polifenoles alimentarios y a reacciones químicas que alteren la liberación de los aminoácidos en las proteínas por procesos enzimáticos (FAO/OMS/ONU, 1985).

### 2.3 ESTADO NUTRICIONAL

El estado nutricional del individuo es el resultado del consumo de alimentos, descrito como: la **frecuencia** de la alimentación, la **cantidad** de alimentos por comida, la **densidad** de nutrientes de los alimentos consumidos, más el **uso** biológico del alimento (que es en parte, una función del estado de salud del individuo). Estos son los cuatro elementos, a veces descritos como **FADU** que actúan juntos determinando el estado nutricional. En el niño pequeño, el estado nutricional es la mejor evidencia de un buen desarrollo, cada uno de los elementos **FADU** puede ser un factor limitante (UNICEF, 1994).

Según Mendoza (2000), un buen estado nutricional, esta condicionado por la seguridad alimentaria, pero también esta influenciado por otros factores como, hábitos alimentarios, patrones culturales, educación formal, conocimientos alimentarios y prácticas de lactancia.

Para Laren y Meguid (sin año), el estado nutricional o nutritura, es el que se produce en el organismo por proceso de la nutrición, que utiliza los nutrimentos del alimento y resulta del equilibrio entre el suministro de nutrimentos por un lado y el gasto del organismo por el otro.

En Bolivia, el estado nutricional de los niños/as está influenciado por la disponibilidad de

alimentos, por su estado de salud, y por el tipo de cuidados que reciben. El niño mal nutrido es más susceptible a las infecciones, y éstas tienen más posibilidades de volverse serias, o fatales, cuando la malnutrición es crítica (UNICEF, 1994).

Rance, *et al.* (1989) señalan que, una de las causas inmediatas que afecta el estado nutricional de la población boliviana y particularmente del niño/a, es el consumo de alimentos de baja calidad y la distribución inadecuada de los mismos, que se traduce en una inseguridad alimentaria.

### 2.3.1 Alteraciones nutricionales

En forma indirecta, las alteraciones nutricionales pueden estimarse utilizando indicadores indirectos, tales como la mortalidad en menores de 5 años, por causas asociadas a la desnutrición energético-protéica como las enfermedades infecciosas y parasitarias o mediante la morbilidad por las mismas causas (Moreno, Terrazas, 1990).

Así mismo mencionan que una técnica importante, son las encuestas sobre consumo de alimentos o dietéticas, que permiten conocer los patrones de alimentación tanto cuantitativa como cualitativamente, para establecer relaciones con los datos obtenidos de manera directa. El uso de estos datos es la manera más precisa y completa para identificar la frecuencia de los problemas nutricionales en grupos específicos.

Existen, además según los mismos autores, otros datos que permiten una mayor aproximación al conocimiento y análisis de la situación nutricional de poblaciones determinadas, que tienen relación con educación, salario, acceso a servicios de salud y otras variables socioeconómicas.

**Desnutrición o malnutrición**, es una manifestación biológica de una enfermedad social. Es un proceso patológico, en el cual la ingesta, digestión, absorción, transporte y utilización de nutrientes están afectados. Por lo tanto, es el resultado de: ingesta inadecuada de nutrientes (determinado por los elementos del FADU) y enfermedades principalmente infecciosas. La desnutrición tiene un impacto directo sobre el crecimiento, debido a que la disponibilidad de

energía es deficiente, o cuando la concentración de un nutriente esencial es demasiado baja (López, et al, 1992).

A este respecto, Mendoza (2000) menciona que, una persona mal nutrida con alimentación poco variada es débil, irritable, desanimada, sin ganas de trabajar, andar, pensar, en fin, de realizar cualquier actividad que dependa de esfuerzo muscular o mental. Por tanto, cuidar de la alimentación es cuidar de una necesidad básica del hombre, de extrema importancia en su vida. Saber alimentarse de acuerdo a sus necesidades significa “comer para vivir y no “vivir para comer.

En Bolivia, el problema nutricional más grave es la desnutrición proteico-calórica (DPC), que es indudablemente la deficiencia nutricional más común en todos los países subdesarrollados del mundo. Se manifiesta con las siguientes características: actividad física disminuida, alteración del crecimiento, pérdida de peso, baja estatura para la edad, bajo peso para la edad y bajo peso al nacer (López, et al, 1992 y Schoeneberger, 1996).

La causa de la DPC, no es la carencia de ningún nutriente concreto, sino la compleja interacción entre una dieta deficiente y las frecuentes enfermedades. Es un tipo de desnutrición que ataca los cimientos del desarrollo, tanto de las personas como de los países, tal como señala la Organización Mundial de la Salud (UNICEF, 1995).

Así mismo, indica Kietz (1992), que el principal problema nutricional de Bolivia es la subalimentación proteico-energética; un problema de salud pública, junto con otras enfermedades carenciales como el bocio, las anemias nutricionales y la hipovitaminosis A.

Los mayores niveles de desnutrición en general, se presentan en los hijos de madres sin instrucción (ENDSA/INE, 1998).

### **2.3.1.1 Tasas actuales de desnutrición en Bolivia**

En las últimas encuestas realizadas en Bolivia por ENDSA y el INE, en 1998, se determinó un

porcentaje de desnutrición crónica en relación talla/edad, del 27.3 % para niños menores de 5 años y de 26.3 % para las niñas. La desnutrición aguda en relación peso/talla de 1.5 y 1.1 % para ambos sexos respectivamente. En cuanto a la desnutrición global peso/edad es de 7.6 % para ambos sexos. La desnutrición aguda, solo afecta la 2 % de los niños en el país y su nivel es la mitad de lo observado en 1994 (4%) y similar al observado en 1989 (2%). La desnutrición aguda es un indicador de desnutrición reciente, por efecto del deterioro de la alimentación y/o de la presencia de enfermedades en el pasado reciente.

Según los últimos datos de la UNICEF para el 2001, los niños recién nacidos con bajo peso al nacer en Bolivia entre los años de 1995 a 1999 es del 5 %. La desnutrición crónica moderada-grave para menores de 5 años, en relación con la talla/edad es del 26 % entre 1995 y el 2000. En cuanto a la emanaciación moderada-grave entre los mismos años es del 2 % y la insuficiencia ponderal moderada-grave afecta al 10 % de niños menores de 5 años.

### **2.3.2 Grupos vulnerables**

En todos los países del mundo, hay personas, hogares y grupos vulnerables afectados por una pobreza extrema que no pueden satisfacer sus propias necesidades. El acceso a los alimentos está aún más limitado en las comunidades, tanto rurales como urbanas, cuyo suministro de productos alimenticios es inadecuado en cantidad, calidad y variedad, para satisfacer las necesidades de energía y nutrientes de la población durante todo el año o una parte de él (FAO, 1996).

El impacto de las deficiencias nutricionales, se manifiesta principalmente en la población materno-infantil y las alteraciones causadas por una alimentación excesiva, en cuanto al aporte de energía y otros nutrientes, se reflejan particularmente en la población adulta en edad productiva (Moreno, Terrazas, 1990).

El grupo poblacional boliviano más afectado por la subalimentación, es el grupo infantil, que sufre en amplios estratos la subalimentación proteico - energética, debido a que las

necesidades proteicas de la niñez son más altas que en la edad mayor (Kietz, 1992).

Así mismo, indica que las deficiencias nutricionales, principalmente en calorías y proteínas, entre el estado fetal hasta los seis años de un niño, tiene secuelas particularmente graves en el desarrollo físico y mental, y pueden causar lesiones cerebrales irreversibles que influyen determinantemente en el proceso de aprendizaje.

## 2.4 CONSUMO ALIMENTARIO

Consumo alimentario se refiere, al mejor aprovechamiento de la utilización biológica de los alimentos por el organismo. El consumo inadecuado de alimentos se manifiesta en la desnutrición, como resultados de la deficiente ingesta de alimentos; aspecto íntimamente relacionado al indicador socio-económico encadenados unos con otros (OMS/OPS, 1991).

Entre los factores que determinan el consumo alimentario se encuentran los siguientes:

- **Niveles de ingreso y capacidad de compra de alimentos.** En general, a medida que el ingreso crece, la cantidad y calidad de la dieta tiende a mejorar.
- **Conocimientos sobre nutrición y patrones de alimentación.** Los conceptos erróneos de los valores nutritivos y de los requerimientos alimentarios, son comunes en todos los países del mundo. A menudo no se considera las necesidades alimentarias, especialmente de los niños, una comida al día, como ingestión de alimentos, es seguramente inadecuada.
- **Hábitos alimentarios y distribución de alimentos dentro de la familia.** Hurtado (1994), menciona que diversos estudios antropológicos y nutricionales han mostrado que los hábitos alimentarios que toman parte de la cultura de una población afectan al consumo de alimentos. Además, muchas veces existen conceptos erróneos sobre los valores nutritivos y sociales de los alimentos disponibles. Toda la comunidad humana posee sus propios hábitos alimentarios. La manera de escoger y comprar los alimentos, de preparar, de servir y la forma de repartir en el interior de la familia, como de la comunidad, influyen de manera decisiva sobre la alimentación de cada uno de los

miembros del grupo (Frankeville, 1988).

- **Tamaño de la familia.** Los recursos alimentarios de una familia grande pueden ser insuficientes para permitir una dieta adecuada.
- **Prácticas de destete.** Las prácticas de destete precoz son comúnmente las causas más importantes de desnutrición en el menor de 2 años en muchos países de América Latina.
- **Industria alimentaria.** El desarrollo creciente, está influyendo en forma importante en las diferentes etapas de la cadena alimentaria (Lovón, 1996).

## 2.4.1 Consumo alimentario en la zona andina

### 2.4.1.1 Aspectos generales de la región andina

La región andina comprende un territorio compuesto por cinco países, Venezuela, Colombia, Ecuador, Perú y Bolivia con una extensión de 1.818.401 Km<sup>2</sup>, y una población actual de 106.898.000 habitantes. Los habitantes de la región andina, consumen en promedio por día, 2.414 calorías, cifra muy baja si la comparamos con el promedio en Europa y Estados Unidos, el cual es de 3.207 y 3.699 calorías respectivamente. Con el fin de que su población alcance un nivel y calidad de vida adecuado, se deben hacer ingentes esfuerzos en todas las áreas, sobre todo en la producción y diversificación de alimentos, no solo para garantizar la seguridad alimentaria sino para elevar substancialmente el consumo de los mismos. La región se caracteriza también por presentar uno de los ingresos per capita mas bajos de Latinoamérica. En este sentido, la agricultura puede jugar un papel importante impulsando la exportación de productos característicos de la región, los cuales presentan una demanda creciente en Europa y Estados Unidos (Libreros y Lastra, 1999).

A través de los siglos los agricultores de la región andina han conservado, adaptado y desarrollado más de 70 cultivos alimenticios. En el presente más de un tercio de los alimentos consumidos a nivel global son endémicos de la región andina (papa, razas de maíz, camote, frijol, pimienta y tomate). Sin embargo, otros cultivos, subexplotados y poco conocidos fuera del ambiente andino están desapareciendo. Estos cultivos andinos subexplotados han



demostrado poseer un importante rol como alimento, materia prima industrial, medicina, y algunos de ellos ya están siendo cultivados en Brasil, Nueva Zelanda y Viet Nam así como en Europa y EE.UU., por sus características que hacen favorable su producción. Existe un número considerable de cultivos andinos subexplotados que comprenden especies de pseudo-cereales, leguminosas, raíces, tubérculos, hortalizas y frutas que hoy en día los investigadores creen que valen la pena rescatar y promocionar, porque no son aprovechados en todo su potencial (FAO, 1998; Libreros y Lastra, 1999).

#### **2.4.1.2 Consumo alimentario en Bolivia**

Debido a la situación socio-económica, a políticas nutricionales y agroalimentarias, hay una estructura de consumo que, en la mayoría de la población del país, ocasionan estado de subalimentación (Kietz, 1992).

El mismo autor menciona, que la canasta alimenticia del año 1984 determinaba que, en términos de nutrientes el 28% de la población boliviana consumía menos de 999 calorías por día. Quiere decir que el 28% de la población boliviana consumía solo la tercera parte de las calorías del requerimiento necesario. Casi el mismo déficit se presenta en cuanto al consumo de proteínas; el 30% de la población boliviana consumía menos de 29 gramos de proteína por día, lo que significa una satisfacción proteica popular de solo un 36%.

Al respecto Vargas (1987) opina, que a pesar de que no se cuenta con una información relativa al consumo global de alimentos y nutrientes de la población boliviana, se asume que al igual que en otros países en vías de desarrollo, los cereales (de cultivos tradicionales y no tradicionales) constituyen la base de la dieta boliviana, siendo estos, junto con algunos tubérculos la fuente principal en la ingesta calórica y proteica, particularmente de los grupos de menores ingresos. La importancia del consumo difundido está relacionada además, con los hábitos alimentarios de la población.

El alimento que hoy en día tiene importancia vital es el trigo, cereal de mayor consumo en Bolivia, con 137 gr./pers./día, el arroz 36 gr./pers./día y maíz 34 gr./pers./día (Vargas, 1987; Kietz, 1992).

Así mismo Rance, et al.(1989) mencionan que, una gran parte de la dieta de la población boliviana, se basa en el consumo de productos de origen vegetal, con predominancia en carbohidratos como ser pan, arroz, fideo y tubérculos los cuales son pobres en proteína, por lo que deben ser consumidos en grandes cantidades para cubrir los requerimientos proteico-energéticos necesarios.

Prudencio (1986) afirma que, en la mayoría de la población boliviana, existe un estado de mala nutrición, debido a que los efectos socio-económicos cambiaron las costumbres alimenticias, transformando la estructura del consumo. Estos cambios de costumbres facilitan la introducción de los productos extranjeros al mercado nacional y establecen dependencia alimentaria de Bolivia (Kietz, 1992).

#### **2.4.1.2.1 Antiguas costumbres de consumo alimentario**

Kietz (1992) indica que, para conocer que alimentos consume la mayoría de las familias bolivianas, se analizo la canasta alimentaria familiar y en general observó, que antes los bolivianos comían alimentos de mejor calidad, que actualmente. Algunos alimentos tenían características nutricionales más interesantes que los alimentos que hoy son ampliamente difundidos. Por ejemplo, de 60 variedades en 1960, la canasta familiar popular disminuyo a 19 alimentos y en la época de crisis el valor energético de la alimentación bajo de 2.108 kilocalorías a 1.974 kilocalorías.

También menciona, que el campesino andino tenia grandes recursos alimentarios y conocía más de 300 especies vegetales para su alimentación; abasteciéndose, por lo tanto, de energía, proteínas, minerales y vitaminas, suficientes para un estado saludable (Kietz, 1992).

Desde el siglo XIV, los cultivos andinos, de alto valor nutritivo y adaptabilidad agro ecológica, como el tarwi y el amaranto, comenzaron a ser desplazados por cereales europeos, más que todo por el trigo. Esto se acrecentó más en los años 50 con la introducción de trigo donado del extranjero.

A este respecto Antezana y Martínez (1992), señalan que con el comercio han ingresado a la vida rural productos alimenticios industrializados (refinados) de baja calidad proteica, como ser los fideos, el arroz y otros, que poco pueden contribuir al sustento de los agricultores y sus familias.

Por otro lado, Rodríguez (1999) afirma que, como en la preparación de la quinua y otros alimentos (tortillas de maíz) y estimulantes (coca) se utilizaban sales de calcio, se incrementaba con esta acción el contenido de este mineral en la dieta alimenticia prehispánica. Así mismo, la costumbre de utilizar cereales íntegros, no refinados, solamente sometidos a lavado, permitía obtener una buena cantidad de las vitaminas contenidas en los productos, sin hacerles perder su potencia durante el proceso de refinamiento.

#### **2.4.1.3 Alternativas nutricionales**

En la búsqueda constante de fuentes nutricionales, en este último tiempo, la FAO (1992), viene proponiendo el uso de especies de origen andino con buena calidad proteica y energética para la alimentación humana, cuya función principal es la de satisfacer las necesidades de las comunidades rurales más olvidadas. Para este fin Bolivia cuenta con un gran número de cultivos andinos, como la quinua, millmi, cañahua, tarwi, tubérculos y otros que son de uso tradicional y que forman parte de la dieta diaria del poblador rural.

Vargas (1987), y Schoeneberger (1992) mencionan, que los aspectos nutricionales y las condiciones socioeconómicas de nuestra nación, evidencian la necesidad cada vez más imperiosa de identificar recursos alimenticios potenciales, que constituyan alternativas para mejorar los niveles nutricionales de nuestros niños y de la población en general. La revalorización de los cultivos de producción local, de alto valor nutritivo que formaban parte de nuestros hábitos alimentarios, contribuirían indudablemente a superar la subalimentación y mejorar la calidad de la dieta, mediante mezclas basadas en estas fuentes alimenticias vegetales, que bien combinadas podrían ofrecer una contribución de bajo costo, ecológicamente útil y fisiológicamente adecuada, para combatir la desnutrición tan difundida

en nuestra región.

Según la FAO (1982) es necesario que los programas de educación y alimentación suplementaria se basen en evaluaciones de las condiciones locales y deben sacar el máximo partido posible a los alimentos del lugar. Ya que la introducción de nuevos alimentos o variedades en una región pueden alterar el régimen alimentario y la gente muchas veces no quiere pasar a una variedad diferente o no está preparada para el cambio.

## 2.5 CULTIVOS ANDINOS

El desconocimiento del uso potencial alimenticio de los cultivos andinos, ocasionan que estos no sean consumidos en gran cantidad por los pobladores rurales y urbanos. La escasa demanda origina una disminución de la producción, que es la causante de que estos recursos genéticos finalmente tiendan a desaparecer, no sólo de los mercados sino también de los campos de cultivo. Esta tendencia lleva consigo la pérdida de recursos genéticos importantes, que por cientos de años han venido siendo utilizados por los pueblos nativos para su sustento diario. El abandono que ha tenido la región andina, es una de las principales causas del deterioro ambiental y de la erosión genética progresiva, a la que están sometidos en su mayoría los cultivos andinos (Libreros y Lastra, 1999).

Sin embargo el desarrollo de los recursos genéticos, su conservación y caracterización han sido priorizados dentro del plan mundial para la conservación de los recursos fitogenéticos aprobados en Leipzig en 1996 y una relación directa entre la conservación y desarrollo de estos recursos con la seguridad alimentaria, de países con condiciones crecientes de pobreza y de extrema pobreza, fue específicamente proclamada en la Cumbre Mundial de la Alimentación organizada por la FAO en Roma en 1996 (FAO, 1998).

Libreros y Lastra (1999) afirman que, existe un gran potencial para el mejoramiento de las condiciones de vida de las poblaciones de los países andinos, si se aprovechan en forma racional los recursos fitogenéticos. Estos cultivos tradicionales tienen el potencial de incrementar la oferta de productos alimenticios, diversificando la dieta actual e incrementando

el valor nutritivo de la misma

En 1983, la Conferencia Mundial de la FAO enfatizó la necesidad de promover y desarrollar la producción y el consumo de los denominados cultivos menores y alimentos vegetales nativos. Ya que la importancia de los cultivos andinos radica principalmente en su valor nutritivo, la adaptación a las condiciones climáticas y de producción de los andes, y su amplia diversidad genética (Fries, 1995).

En octubre de 1989, el Consejo de Investigaciones Científicas de Estados Unidos, publicó el libro "Los cultivos perdidos de los Incas", que tiene afirmaciones como estas: "El tesoro perdido de los Incas no es el oro, sino diferentes cultivos que pueden enriquecer la dieta humana en muchos países" (Zalles, 1999). Pérez (1995), menciona que contribuyen a la alimentación de una población estimada en más de 20 millones de habitantes y Schoeneberger (1992), afirma que los cultivos andinos pueden contribuir significativamente para mejorar la situación nutricional de Bolivia.

### **2.5.1 Pseudocereales andinos como alternativa nutricional para la población boliviana**

Los pseudocereales andinos son la quinua (Chenopodium quinua), la cañahua (Chenopodium pallidicaule) y el amaranto (Amaranthus caudatus). Aunque no son propiamente cereales, se las puede llamar como tal por su composición química (alto contenido de almidón) y por su uso (se puede obtener harinas). Estos granos contienen buen contenido energético altos niveles de proteínas y del aminoácido esencial lisina el cual usualmente falta en las proteínas vegetales. La proteína de la quinua y del amaranto es casi comparable a la caseína de la leche, tanto en su valor nutricional, como en su capacidad de complementar la calidad nutricional de los alimentos, que normalmente son preparados a partir de harinas de maíz, arroz o trigo. Esto hace al amaranto especialmente valioso para las dietas de niños y mujeres embarazadas o en lactación (Schoeneberger, 1992; Carrasco y Hoyos, 1993, Pérez, 1995; FAO, 1998).

Según algunos autores, estos granos no son muy conocidos fuera de la región andina, sin embargo Zalles (1999) menciona que, "...el antropólogo boliviano Mario Montaña habla de más de 120 alimentos incas a punto de desaparecer en Bolivia; pero algunos de ellos, como la

Quinua (*Chenopodium quinua*), la Cañawa (*Chenopodium pallidicaule*), el Tarwi (*Lupinus mutabilis*), el Amaranto (*Amaranthus caudatus*) y el Isaño (*Tropaeolum tuberosum*), ya tienen su lugar en la dieta de los astronautas de la NASA en sus vuelos”.

La quinua, cañahua y el amaranto se distinguen por su buen contenido de proteínas y minerales, pero su verdadero valor radica en la calidad de la proteína, contienen aproximadamente el doble de lisina y metionina que los cereales comunes (Fries, 1995 y Tapia, 1997). Al respecto, Antezana y Martínez (1992), sugieren que estos alimentos andinos que han perdido su popularidad, deberían recuperar su importancia en las zonas rurales de Bolivia, para poder superar las deficiencias nutricionales, puesto que las fuentes de proteínas de origen animal: carnes, huevos, leche, etc., en el campo están destinados en su mayoría a la venta, ocasionando mayor déficit nutricional.

Por todas estas características, Fries (1995) menciona que, estos pseudocereales junto a otros cultivos andinos, permiten formular sugerencias para su inclusión en determinados tipos de dieta. Aportan en calorías, proteínas, fibra, fierro, retinol (en las hojas) y como alimentación complementaria en formas de harinas, ya que la digestibilidad de esta forma es mucho mejor, especialmente en niños menores de 2 años.

**Cuadro 1.** Valor nutricional de los pseudocereales andinos comparados con algunos cereales

Nombre del alimento	Humedad (%)	Proteína (g)	Energía (Kcal.)	Fibra (mg)	Calcio (mg)	Hierro (mg)	Fósforo (mg)
Amaranto	12.3	13.0	366.0 <sup>(4)</sup>	6.7	179	5.3	474
Quinua	9.7	11.8	377.0	2.4	51	9.7	414
Cañawa	11.5	13.4	347.0	11.4	90	60.8	412
Trigo	10.9	9.9	334.0	3.3	54	4.7	243
Cebada	9.5	11.8	357.0	6.6	54	5.8	323
Arroz	11.2	7.8	364.0	0.7	17	6.2	105

Extraído de la Tabla de Composición de Alimentos, elaborado Dr. Cáceres E. y Lic. Rodríguez S. En el Software Nutrición y Dietética “AYUDIET”.

En el Cuadro 1 se muestran la tabla comparativa de composición de nutrientes de los pseudocereales andinos con algunos cereales comunes.

### 2.5.1.1 Características generales de los tres pseudocereales andinos

#### A. La quinua (*Chenopodium quinoa*)

##### A.1. Descripción

La quinua es uno de los cultivos más antiguos de los pueblos americanos. Sin embargo el cultivo no ha progresado debido a la introducción de otros cereales como el trigo, la cebada y el arroz. Se han observado una enorme cantidad de variedades en los valles interandinos, lo que hace pensar que la quinua estuvo sujeta desde hace muchos años a un intenso proceso de mejoramiento. La quinua como muchos otros cultivos andinos ha sido poco estudiada (Libreros y Lastra, 1999).

El agrónomo de la Universidad Estatal de Colorado, Estados Unidos, Johnson Duane (1987, en Cristo, 1995) afirmaba en la revista Newsweek que "si hubiera que escoger un alimento entre varios para sobrevivir, la opción de la quinua sería la mejor" (Rodríguez, 1999).

##### A.2. Producción

La producción de quinua depende del sistema de siembra y la variedad que se utilice, puede variar entre 800 Kg. a 3 ton/ha. (Libreros y Lastra, 1999).

##### A.3. Usos

Según Libreros y Lastra (1999), los granos de quinua son tradicionalmente tostados o convertidos en harina y pastas que luego se utilizan para adicionar a las sopas y para alimento en infantes con problemas de desnutrición. También se fermenta para hacer cerveza.

En Bolivia y Perú utilizan los granos, previamente lavados (para eliminar las sustancias antinutritivas como la saponina) para la elaboración de sopas, "pesques" o graneados, también se obtienen harinas para tortas, pan a nivel comercial y se hacen hojuelas para desayunos. Las hojas tiernas se comen guisadas como las acelgas y espinacas; su tallo y hojas verdes se aprovechan como ensalada; se hacen además sopas o mazamorras, también se preparaba chicha con el mishque o líquido dulce del penco. Igualmente se pueden utilizar sus raíces. Antiguamente sus propiedades medicinales eran muy apreciadas por los pobladores andinos en

el tratamiento de diversas dolencias y enfermedades y como sustituto de la cal en la masticación de la coca (Cristo, 1995 en: Rodríguez, 1999).

#### **A.4. Potencial nutritivo**

La quinua tiene un gran valor nutritivo, contiene entre 12 a 19% de proteína cruda, con alto contenido de lisina (6,7%) y metionina (2,9%), carbohidratos entre 58-68% y azúcar 5% (Vietmeyer 1986 en Improta y Kellems, 2000; Libreros y Lastra, 1999).

Según estudios bromatológicos realizados en Colombia (Zubiría, 1986; ICBF, Tabla de composición de alimentos colombianos, 1988; Cristo, 1995), Ecuador (Estrella, 1990) y Perú (Valdivia, 1988), la quinua como elemento proteico es de superior valor a la proteína de la leche, la caseína; la quinua contiene mayor cantidad de hierro (8,4-14,8 mgrs), calcio (55-129 mg), proteínas (11,5-20,0 g), ácido ascórbico (7 mg) y aminoácidos esenciales como la lisina (0,91 mg), isoleucina (0,89 mg), treonina (0,66 mg), metionina (0,66 mg) y otros por 100 gramos de sustancia libre de humedad, que los cereales del Viejo Mundo (avena, arroz, cebada, centeno, trigo) y americanos (maíz). (Cristo, 1995 en Rodríguez, 1999).

Zalles (2000) menciona, que en EE.UU. la libra de quinua cuesta 8 \$ y por su potencial la quisieron patentar.

### **B. La Kañawa (*Chenopodium pallidicaule*)**

#### **B.1. Descripción**

La kañawa es una de las especies agrícolas menos estudiada, y en muchas oportunidades se le ha confundido con la quinua. El cultivo de la kañawa no ha tenido mayor difusión fuera de las fronteras del altiplano de Perú y Bolivia y de las serranías de Cochabamba. En estas áreas ha tenido éxito por sus características agronómicas de mayor resistencia a bajas temperaturas (Libreros y Lastra, 1999).

#### **B.2. Producción**

Puede tener un rendimiento de 2400kg /ha (Libreros y Lastra, 1999).



### B.3. Usos

Del grano de la kañiwa, retostado y molido, se obtiene harina, este producto se consume solo o mezclado con azúcar, y leche. Con la harina se elaboran también panes y mazamorra que son el alimento de las poblaciones campesinas de las tierras más altas en el altiplano de Perú y Bolivia. El forraje también es utilizado como alimento para el ganado (Libreros y Lastra, 1999).

### B.4. Potencial nutritivo

Supera a la quinua en contenido de proteína (13.4 a 15.23%), y además es excelente fuente de carbohidratos (58.58%) por su alta digestibilidad. La proteína de kañiwa es rica en los aminoácidos esenciales, presentan un porcentaje elevado en aminoácidos azufrados y lisina. Puede ser utilizada en la industria de las harinas (Olivera, 1997; Libreros y Lastra, 1999).

## C. El Amaranto andino (*Amaranthus caudatus*)

### C.1. Características botánicas y descriptivas

Científicamente pertenece a la División: Fanerógama Tipo: Embryophyta siphonogama Subtipo: Angiosperma Clase: Dicotiledoneae, Subclase: Archyclamidae, Orden: Centrospermales, Familia: Amaranthaceae, Género: Amaranthus, Sección: Amaranthus, Especie: caudatus (Zenteno, 1996, FAO, et.al., 1997 y Vele, 2000).

Según los mismos autores, las amarantáceas son plantas herbáceas anuales, de cincuenta cm a un metro de alto o más. con hojas opuestas o alternadas. La inflorescencia del amaranto corresponde a panojas amarantiformes o glomeruladas muy vistosas, terminales o axilares, que pueden variar de totalmente erectas hasta decumbentes, con colores que van del amarillo, anaranjado, café, rojo, rosado, hasta el púrpura; el tamaño varía de 0.5-0.9 m pudiendo presentar diversas formas incluso figuras caprichosas y muy elegantes, por lo tanto son decorativas.

Los amarantos son plantas de hoja ancha, siendo de los pocos "no-pastos" que producen cantidades significativas de grano de "cereal" comestible. Por este motivo, el amaranto también se conoce como "pseudocereal", para distinguirlo de los pastos que producen grano

(Odtojan, 1983 en: Arevalo, 1990).

La semilla es pequeña, lisa, brillante de 1-1,5 mm de diámetro, ligeramente aplanada, de color blanco, aunque existen de colores amarillentos, dorados, rojos, rosados, púrpuras y negros; el número de semillas varía de 1000 a 3000 por gramo (Nieto, 1990 en FAO et.al., 1997).

## **C.2. Características agronómicas**

El cultivo de amaranto ofrece una gran ventaja, ya que tiene por lo menos unos 8,000 años de edad, y el que haya sobrevivido como planta útil, es prueba y razón de su gran capacidad para adaptarse a ambientes nuevos y variados (Lees, 1983; Odtojan, 1983 en: Arevalo, 1990).

El *Amaranthus caudatus* crece en todos los valles interandinos del área andina al igual que el maíz, siendo el piso ecológico de éste cereal el indicador para su cultivo, encontrándose también siembras en costa al nivel del mar e incluso en zonas tropicales, en general se desarrolla en casi cualquier sitio donde incida luz solar y suficiente humedad; resiste sequías, calor y plagas pero no las heladas; requiere mucho menos agua que el maíz y algunas especies pueden cultivarse bajo condiciones salinas (Odtojan, 1983 en: Arevalo, 1990; Morales, 1989; FAO, et.al.1997, Vele, 2000).

El período vegetativo varía de 120 a 170 días, dependiendo de los factores agroambientales y cultivares utilizados; las épocas de siembra, varían de acuerdo a las condiciones climáticas, generalmente de octubre a diciembre en la zona andina. Los resultados de la Prueba Regional de Cultivares de Amaranto, muestran que este cultivo tiene un enorme potencial de producción en las áreas agrícolas de América, obteniéndose en forma experimental hasta 7900 kg/ha; teniendo amplia adaptación tanto a condiciones de altitud que van desde el nivel del mar (Puerto Príncipe-Haití) hasta los 3710 msnm (Oruro-Bolivia). Se obtuvieron producciones con precipitaciones pluviales de sobre 176 mm (Purmamarca-Argentina) a 1378 mm (Santa Catalina-Ecuador).



**Fig.1.** Cultivo de amaranto (*Amaranthus caudatus*) en un terreno experimental del Perú (FAO et al, 1997).

#### **C.4. Denominaciones y nombres vulgares del amaranto en las diferentes regiones**

“*Amaranto*” proveniente del griego y significa "planta que no se marchita", este es el nombre genérico con el es conocido (Hibich, 1987; Vele, 2000).

Amaranto (español); Amaranth (inglés), en Perú Kiwicha (pequeño gigante), Achita, Coyo, Achis y Qamaya; en Bolivia Coimi, Millmi (algodonoso), Inca pachaqui o grano inca kiwicha (pulmón de pájaro), k'achita (bonito), millmi en Argentina, en Ecuador Sangorache, Ataco, Quinoa de Castilla, Alegría y Huanthi (México), en el Caribe "Caracas", también se conoce como "Pira", significa guisante en general, en India Rejgira, Ramdana, Eerai.(UTAB, 1991; Tapia, 1997; FAO, et.al., 1997, Libreros y Lastra, 1999; Vele, 2000)

#### **C.3. Importancia en la época del incario y su erradicación**

En los tiempos prehispánicos la semilla o grano de amaranto fue uno de los alimentos básicos en América, que tuvo una considerable importancia económica y ocupó un sitio preponderante en las fiestas ceremoniales y religiosas (Zenteno, 1996).

El testimonio más antiguo del amaranto, asociado a la actividad humana, lo refieren a unas semillas halladas en el estado de Veracruz (México), en la cueva de Coxcatlán que datan de 4.000 años a.C., perteneciente a comunidades indígenas denominadas Ocampos. Esta maravillosa hierba, también fue cultivada masivamente por los Mayas (valorando su poder alimenticio), los Aztecas (vinculada muy estrechamente a sus ritos religiosos por el vigor que les proporcionaba), y los Incas (muy apreciada por su poder curativo) (Vele, 2000).

Según la misma autora, hay dos razones para su erradicación; una pertenece a la historia: al ser considerada como una deidad por los Aztecas y Mayas, Hernán Cortés al iniciar su conquista, ordenó su destrucción castigando con la muerte a cualquiera que la cultivara; se salvaron unas pocas semillas que se hallaron escondidas. La segunda razón es de tipo técnico: la dificultad que generaba el manejo de la cosecha y la limpieza del grano, por lo diminuto de su tamaño, Kietz (1992), tiene la hipótesis que los españoles pusieron todos sus esfuerzos en la eliminación del amaranto, en los imperios aztecas e incaicos, debido a que este grano era la fuente básica para la alimentación del ejercito imperial, por lo tanto eliminar los alimentos del ejercito incaico significaba eliminar al ejercito mismo.

La diseminación de este alimento altamente nutritivo en la agricultura mundial, tuvo que esperar su "redescubrimiento" por la ciencia del siglo XX (Nutrisol, 1995).

### **C.5 Potencial nutritivo**

La importancia potencial del amaranto estriba en su combinación de características agronómicas, calidad de su composición desde el ángulo nutricional, y su factibilidad de aplicación como alimento y como forraje (Becker y Saunders, 1984).

#### **➤ Composición Química**

En el Cuadro 2 se observa la composición química del grano de amaranto. Las cantidades de los distintos parámetros varían según los autores, por lo tanto se muestran el mínimo a máximo valor.

**Cuadro 2.** Composición química del amaranto (por 100g de porción comestible)

Parámetros	Valores
Colesterol	0
Valor energético	358 Kcal
Proteína	12.9-18 g.
Grasa	7.2 g
Hidratos de Carbono	65.1 g
Fibra	6.7 g
Calcio	247 mg
Fósforo	500 mg
Hierro	3.4 mg
Tiamina	0.14 mg
Riboflavina	0.32 mg
Niacina	1 mg
Ac. Ascórbico	3 mg

Fuente: Zenteno (1996), Vele (2000)

Según Leung y Flores, en: Vele, (2000), Zenteno (1996); Libreros y Lastra (1999), NATURA (2000), el valor nutritivo del amaranto es alto debido principalmente a la cantidad y calidad de la proteína que posee. Los granos de amaranto contienen aproximadamente un 16 a 18% de proteína, un poco más alto que el de los cereales tradicionales. Así mismo tiene un alto valor calórico, carbohidratos, fibras y sales minerales, es sobresaliente y excepcional en cuanto a su calidad, con un buen contenido de lisina 16,6%, aminoácido esencial que se encuentra en la leche en proporción de 16,5, tiene casi el doble de este aminoácido que el trigo, tres veces más que el maíz, (los cereales como el maíz, trigo, avena, etc, son considerados incompletos en términos de su composición de aminoácidos, ya que precisamente les falta mayor cantidad de lisina para dar una alimentación óptima).

La lisina es de vital importancia para los procesos de desarrollo de las células del cerebro, de aprendizaje, memorización y raciocinio, así como para el crecimiento físico (Steinbach, 1999).

Los granos de amaranto son comparables en su valor biológico a la leche (Amaranto 75,5% - Leche 72,2). Según Kietz, en Trigo (1993) tiene el valor biológico más alto del reino vegetal. Por su contenido en lecitina, es un estabilizador para la memoria y la concentración mental.

Contiene además, sodio, potasio, magnesio, cinc, cobre, manganeso, níquel, fósforo y calcio y

hierro en óptima cantidad, conservando el equilibrio en el organismo (para un buen desarrollo físico y mental) y específicamente del sistema nervioso central (Kietz, 1992; Trigo, 1993; Zenteno, 1996). También tiene alto tenor de vitamina A. Su consumo evita la anemia en mujeres embarazadas y la xeroftalmia (La Pampa, 2000). Los valores de lípidos, fibra y minerales también superan el contenido de los cereales (Zenteno, 1996).

Por otro lado, Vele (2000) indica que las hojas poseen un alto contenido en calcio, fósforo y vitamina A y C, lo cual genera un buen complemento con los granos, las hojas son recomendables comerlas tiernas y cocidas para evitar algunos agentes antinutricionales como los oxalatos y nitritos. Además las hojas pueden ser una panacea como especie forrajera para el ganado u otros animales, la riqueza de nutrientes de las hojas, supera en mucho la cantidad de hierro contenido en las espinacas, acelgas y verdolagas.

#### **C.6 Formas de consumo**

El amaranto tiene múltiples usos tanto en la alimentación humana y animal como en la industria, medicina y en la ornamentación. Para la alimentación humana se usa el grano entero ya sea tostado, reventado o hervido o molido en forma de harinas, las hojas tiernas en reemplazo de las hortalizas de hoja, con los granos enteros o molidos se puede preparar desayunos, sopas, postres, papillas, tortas, budines, bebidas refrescantes y otros; los granos reventados se consumen mezclados con miel de abejas, miel de caña o chocolate, dándole diferentes formas en moldes de madera o metálicos a las que se conoce como turrónes de kiwicha en Perú, "alegría" en México y "tadoos" en India (Singhal y Kulkarni, 1988).

En Bolivia, como alimento tiene la preferencia de ser consumible como grano y como verdura. El consumo en grano pipoqueado, desde la época incaica hasta la actual, es la forma más conocida, el sabor del grano de amaranto es muy agradable y delicado, un poco parecido al de la nuez. (Kietz, 1992; Vele, 2000).

Tiene un gran potencial en la industria de las harinas, con ella se elabora pan, hojuelas, tortillas (Libreros y Lastra, 1999). Esta harina es muy versátil, pueden incorporarse en proporciones variadas a diversas preparaciones. Se obtiene de los granos que deben estar bien limpios, libres

de restos de flores y de tierra, pasándolos por un tamiz fino o lavándolos, se los deja secar en una bandeja a temperatura ambiente y luego se lo guarda en frascos herméticos hasta que se los use. Los granos pueden molerse en un ayudante de cocina, una licuadora con accesorios o un molinillo de café. Es recomendable que la harina que no se use se guarde en nevera (Vele, 2000).

En la industria también se utiliza el amaranto, para obtener colorantes vegetales principalmente amarantina que se utiliza para la coloración de alimentos dando colores sumamente vistosos y agradables a la vista y de sabor característico. En el Perú, Cajamarca, se utiliza directamente los residuos de la cosecha de las inflorescencias rojas para colorear de rojo los refrescos denominándola color "kewa". Así mismo por el alto contenido de celulosa de los tallos se utiliza para la fabricación de cartones. El jugo del amaranto también era utilizado en las ceremonias religiosas de aztecas, hopis y zunis. También los indios Zisis usaban el jugo del amaranto como tintura facial (Lehman, 1990 en FAO, et.al, 1997) .

Por otro lado, las plantas forrajeras de los amarantos son muy apetecibles por el ganado vacuno, ovino, porcino y equino (La Pampa, 2000). El residuo del trillado, es utilizado para la alimentación de ganado al igual que el forraje, el cual tiene un buen contenido de proteína. Es de gran importancia como planta forrajera especialmente en Argentina (Libreros y Lastra, 1999).

### **C.7 Estudios y comercialización del amaranto en otros países**

En el Departamento de Biotecnología de la Unidad Iztapalapa (México), un grupo de profesores tiene por objetivo la industrialización de la semilla de amaranto, quienes en su más reciente estudio obtuvieron una bebida de tipo lácteo, que por sus características y por su bajo costo, se puede ofrecer a las comunidades de escasos recursos económicos y atacar el problema de la desnutrición. Esta bebida, cuenta con el valor nutritivo de las proteínas de la leche, está libre de colesterol y de grasas, además, si se llegara a producir a niveles importantes en el país, su costo sería 50 por ciento más barato que el precio de la leche. Este producto está destinado a las poblaciones marginales que no cuentan con sistemas de refrigeración o con los recursos necesarios para comprar lácteos; su estudio se encuentra a nivel de laboratorio, y

próximamente con el apoyo de investigadores de otras áreas del conocimiento de la misma institución, se podrán realizar los procesos en planta piloto, para después llevarlo a nivel industrial y de ahí al mercado (Soriano, 1996).

Así mismo, señala el mismo autor, dicho grupo de investigación, también trabaja en la elaboración de otros productos que contengan proteínas de semilla de amaranto, tales como mayonesa Light y otros aderezos, en los que se pueden sustituir las grasas por las proteínas de la semilla, con lo que se evita el colesterol y disminuyen calorías. Así como en la creación de pasteles y postres.

Por otro lado, Nutrisol (1995) informa que en la actualidad, la compañía San Miguel de Proyectos Agropecuarios de México, interesada también en la industrialización del amaranto, pretende unir esfuerzos con los profesores, para lograr la comercialización de productos elaborados 100% de amaranto, como serían los mazapanes y pastillas, los cuales sirven como complemento alimenticio. Esta compañía, manifiesta ser vanguardia en la tecnología de molienda y separación del grano de amaranto. Con esta tecnología, producen dos concentrados 100% derivados de amaranto, comercializados internacionalmente bajo los nombres de COPRAM(r) (Concentrado Proteico de Amaranto) y COPRAMYL(r) (Concentrado Amiloproteico de Amaranto). Estos dos productos, representan la llave para introducir industrialmente mezclas y subproductos de alta calidad, derivados del amaranto, y pueden ser usados como, texturizadores, fortificadores, entendedores y potenciadores de sabor e ingredientes básicos. Ambos han sido extensamente probados, como factores de enriquecimiento en alimentos básicos y mezclados con harinas para aplicaciones de panificación.

Los mismos autores señalan que, el amaranto es una excelente opción para personas que padecen de alergia al gluten, ya que el amaranto pertenece a una familia de alimentos no relacionada al trigo ni a otros cereales.

Según el Diario de Yucatán de México (1998), el Dr. David K. Early, investigador de la Universidad de Oregón, en una conferencia dada en la Facultad de Medicina de la Audy,



afirmo, que por sus propiedades nutritivas y medicinales y también por su demanda mundial, el cultivo del amaranto podría ser una opción importante para la economía de Yucatán. Además, menciona que por su rico sabor y versatilidad para preparar distintos productos debería usarse en la dieta, especialmente en la de los niños, a los cuales les agrada el sabor.

De Luquez, et al. (1996) mencionan, que existen recetas tradicionales para el uso de los amarantos en América Latina y en el Himalaya, la harina obtenida de semillas es utilizada en panificación y el grano en la elaboración de confituras.

La Oficina Regional de la FAO en coordinación con el INIA de Perú y entidades dedicadas a la investigación en América Latina y el Caribe, han conducido una Prueba Regional Americana de Cultivares de Amaranto, utilizando diferentes cultivares procedentes de todos los países cooperantes y participantes de la prueba, habiendo encontrado resultados sumamente interesantes en la producción de este cultivo de alto valor nutritivo para la alimentación humana.

En el Perú el amaranto ha tenido apoyo gubernamental para su investigación, producción y promoción. Recientemente se ha retomado lo concerniente a la investigación, mientras que la extensión de las siembras comerciales no alcanza las 2.000 Ha con rendimientos que varían de 800-3.500 Kg./Ha. Se observó que la localidad tiene una importante influencia en el potencial de rendimiento que puede alcanzar este cultivo (FAO, et.al., 1997). Actualmente, este país está exportando con gran éxito, un producto llamado Kiwigén de amaranto combinado con quinua, de fácil digestión y listo para añadirlo a la leche, frutas, jugos, helados, yogur y para hacer pasteles ([www.kiwigen.com](http://www.kiwigen.com)).

Respecto a este tema, Steinbach, en Los Tiempos (1999) menciona que, científicos extranjeros no han pasado por alto las propiedades de esta planta, diferentes instituciones y universidades de Estados Unidos, Asia, Alemania, realizaron estudios que demuestran que el amaranto es un alimento completo y que debe ser consumido en la dieta diaria.

### C.8.1. Amaranto en la NASA

Vietmeyer (1987) comenta, que cuando el ingeniero mexicano Rodolfo Neri Vela surco los cielos con el trasbordador espacial Atlantis, en noviembre de 1985, llevaba consigo semillas de amaranto, para estudiar de que manera germinan las semillas en el ámbito ingravido del espacio. Para su vuelo de siete días, Neri había logrado que la NASA preparara productos del amaranto (un cereal para el desayuno y un pastel) que luego compartió con los demás astronautas, y Neri menciona que a todos les gusto. Según el mismo autor, este cultivo, uno de los más fascinantes, durante mucho tiempo ha sido objeto de un mínimo de investigaciones, y no ha progresado su comercialización, a pesar de ser sumamente nutritivo y sabroso. Ahora, indica el mismo, los científicos especializados se están dedicando a la investigación de este y otros cultivos antiguos, tal como si abrieran una cápsula genética del tiempo.

Complementando a esto, en periódico Los Tiempos (1999) y Zalles (2000) mencionan que, el amaranto es un alimento del futuro, pues figura en los programas internacionales para la alimentación en el espacio, aprobado por especialistas en dietética de la NASA de los Estados Unidos de América, es uno de los principales ingredientes en la alimentación de los basquetbolistas de la NBA de este país. Los Tiempos (1999), señala que los astronautas requieren una dieta altamente nutritiva, que se obtenga de las menores cantidades, los mayores rendimientos en nutrientes. Requieren además, que una buena parte de los alimentos sean producidos en el espacio. Para esto, el experimento del doctor Neri, llevando semillas al espacio, dio buen resultado habiendo germinado y florecido el amaranto con éxito, y con los frutos prepararon productos que consumieron durante el tiempo que duro la misión espacial.

## C.8 Instituciones que apoyan la investigación, reintroducción y producción del Amaranto en Bolivia

Según Tapia (1992 y 1997), Perú y Bolivia en la década de los ochenta, realizaron esfuerzos para crear una mayor conciencia a favor de las especies marginadas, sobre todo para la quinua (*Chenopodium quinoa*) y amaranto (*Amaranthus caudatus*). El cultivo de amaranto en el Perú, paso de casi nada en 1984, a 100 hectáreas en 1986, gracias al incentivo del Ing. Luis Sumar, agrónomo peruano, y al apoyo de UNICEF (Vietmeyer, 1987).

El periódico Presencia en 1990, señaló que existen varias instituciones que decidieron hacer esfuerzos para reimplantar este cultivo por su alto valor nutritivo; entre ellas la Universidad Juan Misael Saracho de Tarija, la FAO, el PERTT, Acción Cultural Loyola e Iniciativa de la Tecnología Alimentaria Boliviana (ITAB). Se han sembrado varias parcelas demostrativas en Tarija. Renate Kietz, nutricionista de ITAB, es la principal propulsora del apoyo a las labores experimentales. En su preocupación por las deficiencias alimentarias en las escuelas fiscales y al observar que los niños gastaban su escaso dinero, en golosinas sin ningún valor nutritivo y que además afectan a la dentadura y defensas del organismo, fue a Tarija para conocer el amaranto (o coime, como se lo llama ahí) y luego viaja a Perú, para visitar la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Antonio, donde hay un movimiento desde hace diez años para recuperar el cultivo. Renate Kietz informo a este periódico, que en Alemania, en la Feria Mundial de Colonia en 1989, se expuso el coime, despertando gran interés y curiosidad.

Según varias memorias e informes de diversas instituciones, hasta el año de 1992, regularmente se celebraron congresos, seminarios, talleres y encuentros nacionales e internacionales sobre cultivos andinos, con especial énfasis en estos granos andinos (con un mayor enfoque comercial para la quinua, dentro de Bolivia) y en algunas leguminosas como el tarwi. Así mismo, diversas instituciones nacionales e internacionales, como la UNICEF, mostraron un gran interés y subvencionaron a proyectos que incentivarán la producción, de estas alternativas potencialmente nutritivas.

### **C.8.1 Situación actual del amaranto en Bolivia**

El proyecto de Desarrollo Campesino Integral (DCI), se inicio hace 14 años en Cochabamba con el fin de rescatar, promocionar y difundir la producción, transformación y consumo del amaranto, como estrategia de seguridad alimentaria y de mejoramiento económico, principalmente de las familias campesinas. La base de trabajo actualmente está en Cochabamba, en las provincias de Arque y Tapacari, pero también impulsa proyectos en algunas provincias de Sucre, Potosí, Santa Cruz y La Paz. El gerente de este proyecto, Ing. Marco Medina, señala que los campesinos interesados en cultivar este grano, recibirán el asesoramiento técnico del DCI y las semillas para iniciar sus cultivos. La venta está garantizada por el DCI y también la opción de exportar.

El DCI tiene en la zona de Alto Aranjuez-Cochabamba varias parcelas demostrativas con plantaciones de amaranto, para obtener las semillas. También cuenta con un banco de germoplasma, con más de 48 genotipos de semillas de amaranto. Actualmente, está experimentando con una especie que produce 300 gramos por planta de grano, lo que equivale a 30 toneladas de semilla por hectárea, es decir, ocho veces más de la producción normal.

Por otro lado, Steinbach en Los Tiempos (1999), señala que muchas Organizaciones No Gubernamentales (ONG's) en Bolivia, impulsaban proyectos de rescate de la producción de amaranto, con el objeto de mejorar el autoconsumo en las familias bolivianas, especialmente de las que viven en el campo, e incrementar los niveles de exportación.

Sin embargo, a pesar de todas las investigaciones realizadas, la mayoría de la población boliviana no aprovecha este gran alimento, por falta de conocimiento o información (Vietmeyer, 1987 y Kietz ,1992). Tal vez esta sea la razón, por la que Bolivia no rescató, ni promocionó el amaranto, de la manera en que lo hicieron otros países productores de este pseudocereal.

Para el año 2003, según fuentes directas, la Fundación PROINPA, iniciara proyectos de rescate, producción y procesamiento de varios cultivos andinos, quinua, cañawa, amaranto, en deferentes zonas del valle alto de Cochabamba. Actualmente ya están en ejecución proyectos de estas características con variedades de tubérculos.

### **2.5.2 Características generales sobre mezclas vegetales**

El hábito de consumir harinas tostadas o cocidas de diversos granos entre los pobladores andinos, ha dado origen a numerosas investigaciones para elaborar mezclas balanceadas, especialmente en lo que se refiere a la calidad proteica, como una forma de contribuir a mejorar el nivel nutricional. Como resultado de este hecho, se han publicado diversos trabajos, en los que se reportan formulaciones de mezclas con mayor valor nutritivo, que el de sus componentes individuales o harinas simples (Villacorta, 1989 en Ovando, 1999).

Es necesario recordar que la alimentación habitual de las poblaciones humanas, está basada por mezclas de alimentos, que constituyen la dieta mixta. La calidad de la dieta, dependerá de las combinaciones de alimentos que se realicen (Tapia, 1997).

En las mezclas alimentarias, es necesario considerar el valor proteico de la mezcla junto con su valor energético, pues la utilización de la proteína depende de la satisfacción de las necesidades energéticas (FAO, 1992). Tomando en cuenta, que la proteína de los cereales, pseudocereales y leguminosas son cuantitativamente diferentes en aminoácidos, se puede lograr que la calidad proteica mejore y cubra los requerimientos del organismo, elaborando mezclas y lograr así, el llamado efecto de **complementación aminoacídica**. Es decir, que mediante las mezclas, se puede complementar los aminoácidos esenciales que faltan en un cultivo, por los aminoácidos esenciales que otro cultivo tenga en exceso (Antezana y Castellón, 1990; Olivares 1994; Schoeneberger, 1996).

Esto muestra claramente, que con una buena combinación de fuentes proteicas de origen vegetal, se puede reemplazar las proteínas de origen animal, sin ninguna pérdida en lo que a calidad se refiere. La gran mayoría de las mezclas, cubren los requerimientos proteicos siempre y cuando contengan la suficiente cantidad de calorías.(Schoeneberger, 1996). Estas mezclas, por lo tanto, pueden ser aplicadas a la industria de alimentos para niños en edad preescolar (Antezana y Castellón, 1990).

En este aspecto, Vietmeyer (1982) y Zenteno (1996) señalan que el amaranto, es un alimento muy valioso y en adecuadas mezclas con leguminosas y cereales convencionales pueden construir raciones completas y bien balanceadas.

Por otro lado, según (McLaren y Meguid) ningún producto alimenticio único, puede constituir una dieta completa. Esto no solo es inadecuado desde el punto de vista nutricional, sino que su sabor se hace monótono y no le permite ser comestible por un período largo de tiempo. La dependencia excesiva de cualquier fuente única de proteínas, produce un consumo inadecuado de ciertos aminoácidos esenciales.

Así mismo, Aykroyd y Doughty (1982) en Ramírez (1996) señalan, que una mezcla de proteínas vegetales seleccionadas es casi tan buena como la proteína animal. Hace años que la utilización de proteínas de origen vegetal para consumo humano, a tomado interés, debido a que los países en vías de desarrollo no podían, ni pueden, por una serie de circunstancias alimentarse o suplementar sus dietas, con proteína de origen animal (Hilario; 1987). Por eso, hace ya algún tiempo se viene proponiendo el uso de mezclas de buena calidad nutricional, que con una tecnología de bajo costo puedan emplearse para satisfacer las necesidades de grandes grupos de poblaciones (Catricheo et.al., 1989, en Ramírez, 1996)

#### **2.5.2.1 Métodos de formulación de mezclas**

Según Hilario (1987), existen tres métodos que permiten combinar la proteína de diferentes alimentos, para formular mezclas de alta calidad y cantidad proteica:

Una consiste en mezclar los componentes según su contenido de aminoácidos esenciales, usando el cálculo por cómputo químico en base a un patrón de referencia.

El otro método consiste en adicionar a una proteína, otra proteína en la cantidad necesaria para llenar la deficiencia de aminoácidos de la primera.

El tercer método es buscar a través de pruebas biológicas, el punto de complementación óptima entre los aminoácidos de proteínas de varias fuentes.

### **2.6 EVALUACIÓN SENSORIAL**

La evaluación sensorial, trabaja en base a paneles de degustadores, denominados jueces, que hacen uso de sus sentidos como herramienta de trabajo. Una de las principales contribuciones de esta evaluación, es la correlación de los atributos de los productos con el nivel de calidad de estos y su influencia en la aceptación y preferencia del consumidor (Witting, 1992; RIEPSA, 1997).

La impresión sensorial de los consumidores comienza con la visión, olor, sensación del tacto y el gusto, los que son utilizados para medir las características sensoriales y la aceptabilidad de

los productos alimenticios. La adquisición, preparación, consumo, costo del producto, empaquetado, la apariencia de crudo o cocido y la facilidad de preparación, influye al consumidor en la impresión de un alimento (Rodríguez, 1996; Watts, et al., 1989 en Maldonado, 1999).

La Evaluación Sensorial requiere de una vasta variedad de tests, con fines didácticos, Witting (1992), los agrupa en dos categorías:

### **2.6.1 Tests de de respuesta objetiva**

En estos métodos se utiliza panel de jueces previamente entrenados y seleccionados, donde el juez no considera su preferencia personal, evalúa el producto según su conocimiento previo, utilizando su facultad de discriminar al analizarlo, dentro esta categoría están: Test de valoración, test de diferencia y tests analíticos.

### **2.6.2 Tests de respuesta subjetiva**

Son tests diseñados, para determinar la posible aceptación o preferencia del consumidor. Algunos de estos métodos no requieren de un panel entrenado. El juez utiliza la sensación emocional que experimenta en la evaluación espontánea del producto, y da su preferencia en ausencia completa de influencia externa y de entrenamiento. Estos tests permiten verificar los factores psicológicos que influyen sobre la preferencia y aceptación de un producto. Este método incluye los test de Preferencia y de Aceptación.

Dentro del Test de Preferencia están los de Simple Preferencia o Pareado Preferencia, de Ordenamiento y de Escala Hedónica.

### 3. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1 MATERIALES

Todos los materiales utilizados para la elaboración de las mezclas, los ensayos biológicos y para las degustaciones, se muestran en Anexo 1. Los insumos y su composición química en Anexo 2.

#### 3.2 METODOLOGÍA

##### 3.2.1 Ubicación de la zona de estudio

Los insumos fueron escogidos y obtenidos de las ferias campesinas de la provincia de Quillacollo (Fig. 2), ubicada a 13 Km. de la ciudad de Cochabamba y de mercados y cooperativas de productores campesinos de Cochabamba.

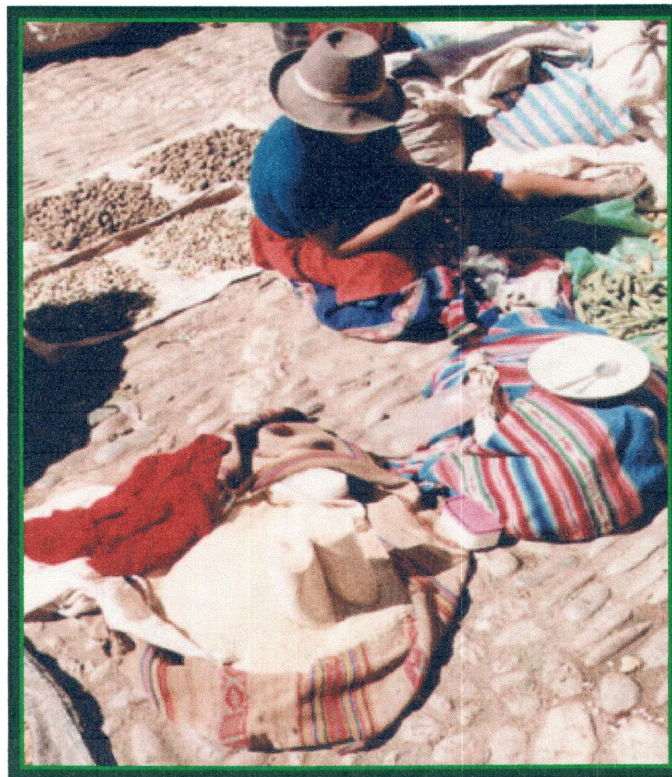


Fig 2. Venta del amaranto (*Amaranthus caudatus*) en grano. Feria campesina de Quillacollo



Los análisis bromatológicos y la evaluación biológica se realizaron en los laboratorios respectivos del Programa de Alimentos y Productos Naturales (PAPN) de la Facultad de Ciencias y Tecnología de la Universidad Mayor de San Simón (UMSS), de Cochabamba, Bolivia.

Las evaluaciones sensoriales se llevaron a cabo en la Escuela Fiscal Mixto Juan Guerra Villanueva y en el Colegio Particular Mixto San Andrews de la provincia de Quillacollo.

### **3.2.2 Selección y obtención de insumos**

Los insumos fueron seleccionados en base a, su valor nutritivo, costo y a la accesibilidad de estos en los mercados campesinos y en cooperativas de productores campesinos. También se tomó en cuenta, que estos productos fueran conocidos por los consumidores y en su mayoría producidos localmente y que entre estos haya un equilibrio entre cereales, pseudocereales y leguminosas. La selección final de ingredientes, con su respectiva composición química se detalla en Anexo 2.

El amaranto en sus diversos procesos fue adquirido del Proyecto de Desarrollo Campesino Integral (DCI) "AMADEO".

La soya instantánea, el cacao y las mieles fueron adquiridas en "PROTAL", tienda que vende alimentos producidos en cooperativas campesinas. También, se pudo observar que estos insumos están a la venta en puestos de los diferentes mercados locales.

Todo el resto de insumos, fueron obtenidos de las distintas ferias campesinas y mercados locales de Cochabamba.

### **3.2.3 Procesamiento de los insumos**

En general, casi todos los insumos fueron adquiridos ya procesados o semiprocados, tal

como son vendidos a la población en los diferentes puntos de venta.

Los productos de amaranto (harina, pito y pipoqueado), fueron procesados, por el DCI "AMADEO".

El trigo y quinua insuflada también fueron adquiridos tal cual se exponen a la venta en el mercado San Antonio de Cochabamba.

#### **3.2.4 Formulación de las mezclas**

Se procedió a la formulación teórica de varias mezclas nutritivas, tratando de alcanzar aproximadamente un aporte de 12 % de proteína y a 380-400 Kcal. de energía, por cada 100 g. de mezcla. Para este fin, se tomo en cuenta el aporte proteico-energético de cada insumo (Anexo 2) y los requerimientos de niños y niñas escolares; basándose además, en el equilibrio de aminoácidos (Anexo 3). Las mezclas debían tener como complemento constante el amaranto y los otros granos andinos.

La proporción de cada uno de los insumos, se determinó en base a experiencias culinarias y procurando que estas mezclas sean agradables para los niños/as escolares.

Los datos para los cálculos fueron obtenidos de tablas de composición de alimentos y de bibliografía referente al tema.

#### **3.2.5 Cómputo Aminoacídico o Puntaje Químico**

Según la metodología sugerida por Pellett y Young (1985), consiste en evaluar usando tablas o mediante análisis directo, la cantidad de cada uno de uno de los aminoácidos contenidos en la proteína, o en la mezcla de proteínas. Los valores se expresan individualmente, en proporciones al contenido del aminoácido correspondiente en una proteína de referencia, a un patrón de aminoácidos adecuada. Actualmente el patrón de aminoácidos recomendado para todas las edades, excepto menores de un año, se basa en los requerimientos de aminoácidos del preescolar de la FAO/OMS/UNU, 1985.

En el cálculo del cómputo aminoacídico de la mayoría de los alimentos y dietas, basta

considerar las cantidades de lisina, aminoácidos azufrados totales (metionina + cistina), triptófano y treonina, por ser los aminoácidos que con mayor frecuencia son limitantes en las proteínas de los alimentos que el hombre consume habitualmente.

El aminoácido que se encuentra en menor proporción es considerado como aminoácido limitante y la razón obtenida es el puntaje. El puntaje o cómputo aminoacídico, se expresa en porcentaje se calcula como sigue:

$$\text{CA} = \frac{\text{mg de AA en g de N de la proteína del alimento bajo prueba}}{\text{mg de AA en 1 g N de la proteína patrón}} \times 100$$

El CA para cada mezcla, se determinó en base a los CA y al aminoácido limitante que se encontró en aminogramas bibliográficos, para cada uno de los insumos utilizados (Anexo 3), mediante la fórmula mencionada arriba y de acuerdo a la proporción de N de cada insumo. Para los cálculos se siguió el “procedimiento para determinar el puntaje de una mezcla mixta”, recomendado por Pellet y Young (1985).

### 3.2.6 Elaboración de las mezclas

De las mezclas formuladas, se escogieron las tres mejores para su elaboración final, tomando en cuenta que cumplan con todas las condiciones anteriormente mencionadas. Las mezclas escogidas, como producto final fueron: **Galletas de Amaranto**, una mezcla crujiente tipo granola llamada **Mixicereal**, y una **Papilla Andina**, se observó, que estos son los productos que más gustan a los niños. También se preparó la dieta testigo. La elaboración de las mezclas se muestra a continuación:

#### A. Galleta de Amaranto

El primer paso para la elaboración de la galleta, fue pesar todos los ingredientes seleccionados según las formulaciones y luego se mezclaron, adicionándole agua en la cantidad necesaria hasta obtener una masa semisólida, luego de amasar, se le dio diferentes formas llamativas para los niños y se las horneó a 180°C., durante 20 min.

## B. Mixicereal

Una vez pesados los insumos (procesados) se mezclaron con la miel de caña, hasta que todos los insumos queden totalmente impregnados, luego se extendió esta mezcla sobre un plástico limpio y se colocó en el secador solar del PAPN, durante 6 horas, en las horas en que el sol es más incidente (11 am a 16 pm, aprox.), se removió la mezcla cada hora para que el secado sea uniforme. Una vez sacado del secador, se la envasa en bolsitas de polietileno y se las sello, para que no entre humedad, ya que esto hace perder la consistencia crujiente del producto (Fig.3. y 4).



Fig. 3. Envasado del Mixicereal elaborado.



Fig. 4. Sellado del Mixicereal.

### C. Papilla Andina

Se procedió de la misma forma que las anteriores mezclas. A los insumos seleccionados (en forma de pitos o harinas precocidas), se le agregó agua fría y se removió hasta que la mezcla quede muy uniforme y sin grumos, como saborizante se utilizó canela y clavo de olor molidos y un poco de vainilla. Luego se dejó hervir hasta lograr la característica de papilla, durante 10 a 15 min.

#### 3.2.7 Análisis bromatológico

Luego de la elaboración de las tres mezclas elegidas, se procedió a la obtención de las harinas para tomar muestras homogéneas y realizar los análisis bromatológicos de humedad, proteína, energía y minerales como calcio, fósforo y fierro, en los laboratorios respectivos, de acuerdo a la metodología empleada por el Programa de Alimentos y Productos Naturales (PAPN). Cada uno de los parámetros fueron determinados, realizando los análisis por duplicado como mínimo, de la siguiente manera:

- **Humedad:** Método gravimétrico, secado en estufa a 150°C, hasta peso constante.(A.O.A.C., 1984).
- **Proteína:** Método Kjendahl, digestión ácida de la muestra y destilación del nitrógeno en medio básico utilizando el factor 6.25 para la conversión de proteínas. (A.O.A.C., 1984) (Fig. 5).
- **Energía:** Determinación por Método calorimétrico, en el laboratorio de química de la Facultad de Ciencias y Tecnología.
- **Calcio :** Método de fotometría de llama con filtro de calcio, previa calcinación y tratamiento ácido de la muestra (Método Vogel's "Texbook of Quantitative Inorganic Analysis", 1978).
- **Fósforo:** Método calorimétrico, con fosfomolibdato de amonio a una longitud de onda máxima de 700 nm., previa carbonización y calcinación con óxido de magnesio, tratamiento ácido y separación de interferentes de la muestra (Método Gaston Charlot", Análisis Cuantitativo de Minerales", 1966).



Fig. 5. Análisis proteico: Laboratorio del PAPN.

### 3.2.8 Cálculo del aporte proteico, energético y mineral de las mezclas

El cálculo del aporte proteico, energético y mineral de las mezclas, se realizó en base al análisis bromatológico de las mismas, tomando en cuenta las recomendaciones diarias para niños y niñas de 5 a 10 años de edad, según el Ministerio de Previsión Social y Salud Pública (MPSSP, 1981) y el Instituto Nacional de Alimentación y Nutrición (INAN, 1992). Con estos datos, se calculó la ración de las mezclas que el escolar podría consumir durante el día.

### 3.2.9 Evaluación Biológica

Los ensayos de evaluación biológica se realizaron en el laboratorio del Bioterio del Programa de Alimentos y Productos Naturales (PAPN) de la UMSS, basándose en los métodos recomendados por Pellett y Young (1980) y la FAO (1981), de la siguiente manera:

### 3.2.9.1 Preparación de las dietas

Las mezclas de las dietas para la evaluación biológica, se ajustaron de acuerdo al porcentaje de proteína y energía requeridos por las ratas en crecimiento, que en proporción se equipara al niño en crecimiento. El ajuste fue del 12 % de proteína y de 380 a 400 Kcal de energía en 100 g de la dieta, con adición de vitaminas, sales minerales y aceite de soja para cubrir los otros requerimientos mínimos de los animales. Paralelamente, se formuló un tratamiento testigo, en base a leche en polvo como fuente proteica, ajustada también al 12 % de proteína y complementada con fécula de maíz (maicena) y aceite, para llegar a los 400 Kcal. de aporte energético, más vitaminas y minerales, al igual que las otras dietas

### 3.2.9.2 Preparación de los animales

- Se utilizaron ratas albinas (*Ratus norvergicus albinus*) machos de la cepa Wistar, después del destete con un peso promedio de 60 gr. ( $\pm 0.5$ ). El ensayo tuvo una duración de 30 días en condiciones ambientales óptimas de temperatura ( $22 \pm 2$  °C), 12 a 14 horas luz, humedad relativa ambiente de 50 a 60 % y ventilación constante.
- Se asignaron 5 animales por cada dieta o tratamiento.
- Los animales utilizados en el ensayo fueron previamente sometidos a un ayuno durante 4 a 5 horas para la eliminación de residuos de la alimentación anterior.
- Las ratas fueron escogidas al azar y colocadas en las jaulas metabólicas individuales, con mallas milimétricas que permitan el paso de la orina hacia la bandeja y retengan los elementos voluminosos como las heces y alimento rechazado; provistas de comederos, bebederos y bandejas colectores de heces adecuados (Fig.6).



Fig. 6. Jaulas metabólicas individuales, provistas de comederos, bebederos y bandejas colectores de heces.

### 3.2.9.3 Suministro de las dietas

- Las dietas fueron pesadas y suministradas a los animales experimentales en forma ad-libitum cada día a la misma hora.
- El suministro del agua fue ad-libitum.
- El alimento rechazado por cada animal, se colectó y pesó diariamente para determinar el alimento consumido.



Fig.7. Colecta y selección de heces, de cada jaula metabólica.



- Se colectó y pesó las heces de cada animal, diariamente en los últimos 15 días, las cuales fueron depositadas en frascos individuales debidamente identificados, para el posterior análisis químico de nitrógeno, para luego determinar la digestibilidad (Fig. 7).

#### 3.2.9.4 Cálculo de los parámetros biológicos

Al final de la evaluación biológica, se calcularon los parámetros (recomendados por Pellett y Young 1980) determinados para la evaluación biológica en ratas mediante las siguientes fórmulas:

##### a) Incremento en Peso (I.P.):

La ganancia en peso se calculo tomando en cuenta los pesos finales e iniciales de, acuerdo a la siguiente relación:

$$\text{I.P.} = \text{Peso final} - \text{Peso inicial}$$

Para hacer un seguimiento preciso de la ganancia en peso de cada animal, se realizo un registro diario del pesaje (Fig. 8).



Fig.8. Determinación de la ganancia en peso (I.P.), de los animales de laboratorio.

**b) Real Eficiencia de la Proteína (PER):**

Se determinó mediante el resultado de dividir, el incremento en peso del animal en prueba, entre su consumo de proteína, la fórmula utilizada fue la siguiente:

$$\text{PER} = \frac{\text{Incremento en Peso (gr.)}}{\text{gr. de proteína consumida}}$$

**c) Digestibilidad aparente (D.a.)**

Es la proporción de nitrógeno del alimento que es absorbida por el organismo del animal. Se calcula en base a la siguiente fórmula:

$$\text{D.a.} = \frac{\text{Nitrógeno ingerido} - \text{Nitrógeno fecal}}{\text{Nitrógeno ingerido}}$$

**3.2.10 Determinación de la ingesta diaria de proteínas, recomendada para las mezclas**

Las últimas recomendaciones de los organismos internacionales, plantean que el cómputo de aminoácidos y la digestibilidad de la proteína, son factores relacionados con la calidad de la dieta, que deben ser tomados en cuenta al asignar una determinada cantidad de proteínas a la población. Un cómputo de aminoácidos y una digestibilidad menor de 100%, significa que se debe dar un mayor aporte de proteínas para compensar la menor utilización de las mismas (Olivares, 1995).

Las necesidades de proteínas recomendadas, de los individuos deberán corregirse de acuerdo al cómputo aminoacídico y la digestibilidad de la dieta que consuman. Ambos factores dependen de la calidad de la dieta de los distintos grupos de población en los diferentes países (Olivares, 1995; Tapia 1997).

El método para realizar este cálculo, consistió en ajustar la Ingesta Recomendada de Proteínas de Referencia (I.R.P.R) de la FAO/ONU/UNU (1985), para niños escolares de 5 a 9 años, que es de 0,99 gr./Kg./día, de acuerdo al cómputo aminoacídico (C.A.) y la digestibilidad aparente de la mezcla, en base la siguiente fórmula:

$$\text{I.R.P.M} = \text{I.R.P.R.} \times \frac{100}{\text{C.A. de la mezcla}} \times \frac{100}{\text{D.a de la mezcla}}$$

Donde: I.R.P.M.= Ingesta Recomendada de Proteínas de la Mezcla

I.R.P.R = Ingesta Recomendada de Proteínas de Referencia por la FAO (1985), para escolares que es 0,99 g/Kg./día

### 3.2.11 Determinación del costo de las mezclas elaboradas

El cálculo de los costos finales de las mezclas elaboradas, se realizaron en base a los precios de los insumos, que se muestran en el Anexo 4, y de acuerdo a la formulación de cada mezcla.

Con estos datos, se realizó el cálculo del costo de 100 gr. de proteína y 100 Kcal. de energía, en función al aporte en proteínas y energía de cada insumo en la formulación de las mezclas.

### 3.2.12 Evaluación Sensorial

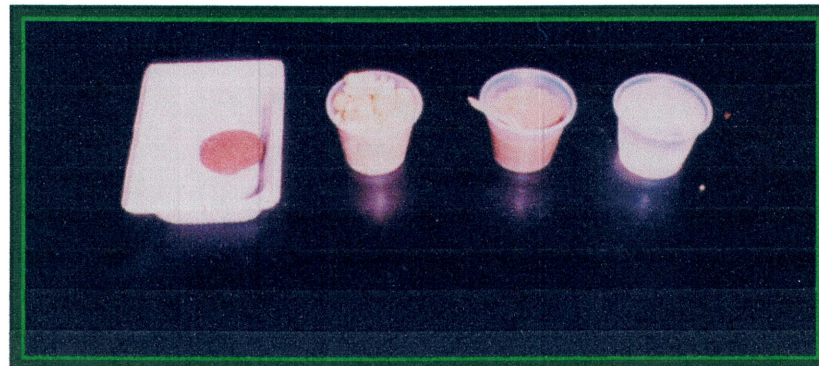
Los tres productos elaborados, fueron evaluados sensorialmente mediante un Test de Preferencia de Escala Hedónica. Witting (1992) indica, que en este test la evaluación del alimento resulta hecha indirectamente, como consecuencia de la medida de una reacción humana y se usa para estudiar la posible aceptación del alimento. Se pide al juez que luego de su primera impresión responda cuanto le agrada o desagrade el producto, esto lo informa de acuerdo a una escala verbal-numérica que va en la ficha. La escala tiene 9 puntos, pero a veces es demasiado extensa, entonces se acorta a 7 o 5 puntos.

En el presente ensayo se adaptó el test de Escala Hedónica mencionado por Witting, en base a las modificaciones hechas por Maldonado (1999), para niños(as) escolares, de lo cuales se quería saber cual era la preferencia y aceptación de las mezclas elaboradas en prueba. La adaptación del Test fue muy sencilla, se incluyó a las preguntas, realizadas por el/la encuestador/a, dibujos de caritas para facilitar la determinación más precisa de las preferencias de los niños/as, de acuerdo a su respuesta verbal y a la gesticulación de la cara al momento de

probar el producto. Las respuestas tenían tres posibles rangos, desde “me gusta mucho”, “me gusta más o menos” y “no me gusta”. El test se muestra en el Anexo 5.

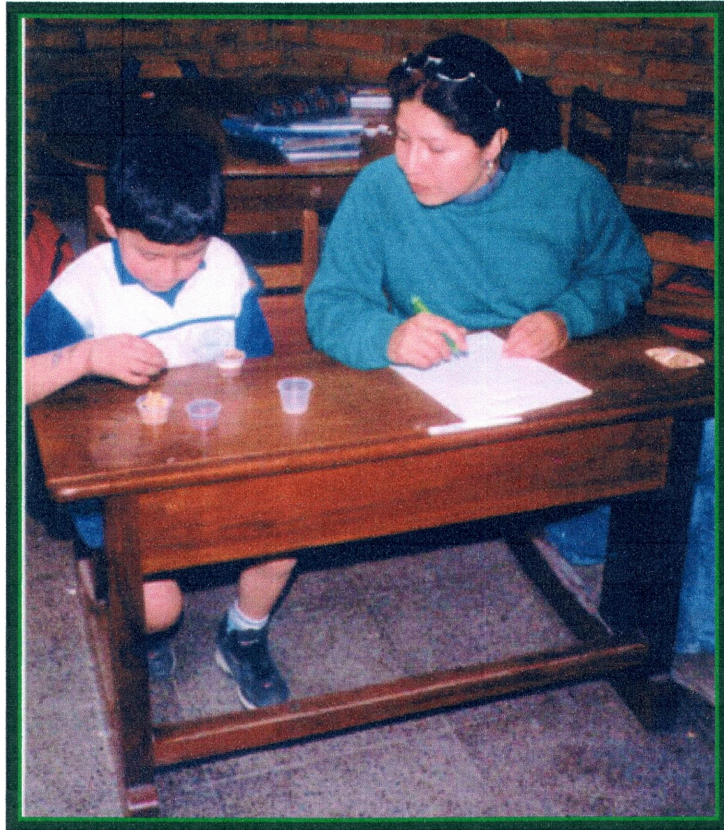
Los análisis sensoriales, se realizaron con niños y niñas de 5 a 10 años de edad, del ciclo básico, de la Escuela Fiscal Mixta Juan Guerra Villanueva y del Colegio Particular Mixto San Andrews de la provincia de Quillacollo. Los pasos que se siguieron, fueron los siguientes:

- Las degustaciones se realizaron dentro las instalaciones de las escuelas, para que los alumnos no tengan que salir y ser perjudicados de sus clases.
- Se escogieron 15 alumnos (niños y niñas), al azar, de los tres niveles de primaria, en ambas escuelas.
- Luego de adecuar un aula, aislando mesas con las muestras preparadas (Fig.9), se dejó entrar a los niños(as) por separado, tres por vez, ya que se contaba con la colaboración de dos personas más, capacitadas para llenar el test de degustación a cada niño.



**Fig. 9.** Muestras de las tres mezclas elaboradas, para ser degustadas, y un vaso con agua destilada.

- Luego de llenar la ficha del test, con los datos personales del degustador o degustadora, se les proporciono las muestras de las mezclas una por una, para llenar el test adecuadamente, para cada producto. Al niño o niña se pidió que tome agua, entre cada muestra, para que los sabores no se mezclen en el paladar (Fig. 10).



**Fig. 10.** Análisis de degustación, mediante el test de preferencia, realizado en un niño de 2° de primaria del Colegio Particular Saint Andrew's.

### 3.3 ANÁLISIS ESTADÍSTICOS

#### 3.3.1 Ensayo Biológico

Para determinar si existe variaciones significativas en el incremento en peso, entre las tres mezclas en prueba y el testigo (leche), se utilizó un **diseño experimental completamente aleatorio**, donde el efecto de los tratamientos son las distintas dietas y la variable de respuesta es el incremento en peso (I.P.) de las ratas. El modelo matemático, es como sigue:

$$X_{ij} = \mu + T_i + E_{ij}$$

Donde:

- $X_{ij}$  =  $ijk$ -ésima observación
- $\mu$  = media general
- $T_i$  = efecto del  $i$ -ésimo tratamiento
- $E_{ij}$  = error experimental del  $i$ -ésimo tratamiento

Este diseño fue aplicado solamente para el parámetro I.P., debido a que es el único valor que es directamente medible y controlable, en el caso de los otros parámetros analizados en la evaluación biología (PER y D.a), que no fueron determinados directamente, y que dependen de otros factores, como absorción del alimento, cantidad consumida ad libitum, que no son controlables por el experimentador, no se puede aplicar este tipo de diseño estadístico.

Para la discriminación de medias, se aplicó el test de Tukey, que permite formar grupos estadísticamente iguales o diferentes.

#### 3.3.2 Evaluación Sensorial

Para determinar si existían diferencias en la preferencia de los tres productos evaluados se realizó un **análisis de correspondencia**.

## 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1 FORMULACIÓN DE LAS MEZCLAS

La formulación de las mezclas, se las realizó de acuerdo a los requerimientos y condiciones planteadas en la metodología, utilizando como materia prima siempre el amaranto y variando los otros insumos según su composición química, hasta obtener un contenido proteínico aproximado de 12% y 380 a 400 Kcal. de energía, por cada 100 g. de mezcla.

En los Cuadros 3, 4 y 5, se muestran las formulaciones de las mezclas que fueron seleccionadas: **Galleta de Amaranto**, **Mixicereal** y **Papilla de Amaranto**. En el Cuadro 6, se detalla la formulación de la dieta que se utilizó como testigo.

Cuadro 3. Formulación de la Galleta de Amaranto

Insumos	Proporciones (g)	Proteína (g)	Energía (Kcal.)
Amaranto en harina	35	4,5	128,0
Harina de trigo	20	1,9	73,0
Soja instantánea	10	3,8	41,0
Cocoa	5	1,5	22,6
Azúcar	15	0,0	58,0
Aceite de soja	15	0,03.	132,0
<b>Total</b>	<b>100</b>	<b>11,73</b>	<b>454,60</b>

Elaboración propia

Cuadro 4. Formulación del Mixicereal

Insumos	Proporciones (g)	Proteína (g)	Energía (Kcal.)
Amaranto tostado	30	3,9	109,6
Trigo insuflado	20	1,9	67,7
Quinua insuflada	20	2,4	75,4
Almendra picada	20	3,5	120,0
Uvas pasas	5	0,1	15,0
Miel de caña	5	0,03	13,7
<b>Total</b>	<b>10.0</b>	<b>11,83</b>	<b>401,40</b>

Elaboración propia

Cuadro 5. Formulación de la Papilla Andina

Insumos:	Proporciones (g)	Proteína (g)	Energía (Kcal.)
Amaranto en pito	30	3,9	109,8
Cañawa en pito	8	1,2	27,8
Arroz molido	10	0,8	36,0
Soya instantánea	10	3,4	41,0
Cacao	8	2,5	36,2
Maicena	14	0,0	50,0
Azúcar	20	0,0	77,4
<b>Total</b>	<b>100</b>	<b>11,80</b>	<b>378,20</b>

Elaboración propia

Cuadro 6. Formulación de la dieta testigo

Insumos:	Proporciones (g)	Proteína (g)	Energía (Kcal.)
Leche descremada en polvo	35	12.0	122,1
Maicena	58	0.0	207,1
Aceite	7	0.0	61,6
Vitaminas y minerales	0.5	0.0	0.0
<b>Total</b>	<b>100</b>	<b>12.0</b>	<b>390,80</b>

Elaboración propia

En los cuadros anteriores se puede observar que las tres dietas en estudio y la dieta patrón



de leche, están formuladas y ajustadas aproximadamente con los mismos valores nutricionales de proteína y energía, de 12 % y 380 Kcal.

#### 4.2 PUNTAJE AMINOACÍDICO DE LAS MEZCLAS FORMULADAS

El cálculo del computo químico o aminoacídico (CA) de las mezclas, se realizó de acuerdo a las recomendaciones de Pellet y Young (1985), en base a los C.A. (Anexo 3) y a la proporción de N de cada insumo, tal como se menciona en la metodología, el detalle del cálculo para cada una de las mezclas se muestra en el Anexo 6.

La determinación de este puntaje, es importante por el hecho principal de la complementación aminoacídica de las mezclas, de otro modo la formulación de las mezclas no tendría un buen valor biológico.

En el Cuadro 7, se reportan los CA de cada mezcla. Los valores se encuentran entre 79 a 100%, muy por encima del valor mínimo de C.A. para una dieta mixta, establecido por la FAO/OMS/ONU (1985) que es de 65%, esto nos demuestra la buena complementación aminoacídica de las mezclas, ya que, tal como manifiesta la FAO/OMS/ONU (1985) cualquier proteína con un CA mayor a 65%, es de buena calidad biológica.

Cuadro 7. Cómputo aminoacídico de las mezclas formuladas

MEZCLA	C.A (%)
Galleta "G"	98
Mixicereal "M"	79
Papilla "P"	100
Testigo Leche	123

Elaboración propia

La buena calidad biológica de las mezclas se debe a la presencia de los pseudocereales, en especial al amaranto, ya que este se complementa muy bien con los cereales, por tener buena cantidad de lisina, aminoácido que es limitante en el arroz, trigo, etc., además

también mejoró la calidad de la proteína, de estas mezclas al contener alguna leguminosa como insumo. Lo expuesto concuerda con lo mencionado por, Tapia (1997), que los granos andinos : amaranto, quinua y kañawa, por su alto contenido en lisina, permite una excelente complementación con las del maíz, arroz y trigo, además se puede mejorar la calidad de las proteínas de estos granos, al mezclarlas con leguminosas, debido a que sus aminoácidos limitantes son distintos.

### **4.3 ELABORACIÓN DE LAS MEZCLAS SELECCIONADAS**

La elaboración de las mezclas, se realizó de acuerdo a lo descrito en la metodología, tomando en cuenta los aspectos culinarios para que estas mezclas tengan buen aspecto, sean fáciles de preparar y además de agradable sabor. La descripción de las tres mezclas elaboradas se muestran a continuación:

#### **A. Galleta de Amaranto**

Son galletas listas para el consumo, elaboradas base a harina de amaranto, harina de trigo, soya, cocoa, azúcar y aceite vegetal. El aporte de proteína es de 11,73 g. y de energía 467,40 Kcal. en 100gr de mezcla. La formulación se muestra en el Cuadro 3.

#### **B. Mixiceral**

Mezcla de cereales, crujiente y dulce listo para el consumo, ya sea puro o mezclado con leche o yogurt. Elaborado con grano de amaranto pipoqueado, trigo y quinua, insuflados, almendra partida y pasas de uva; aglutinados con miel de caña, la proporción de insumos se muestra en el Cuadro 4. La mezcla aporta con 11,83 g de proteína y 401,40 Kcal. de energía.

#### **C. Papilla Andina**

Papilla precocida para preparar con agua o leche, cociéndola a fuego lento por unos 10 a 15 minutos. La formulación se detalla en el Cuadro 5. Tiene un aporte proteico de 11,80 g y energético de 378,20 Kcal. en 100g de mezcla.

#### 4.4 ANÁLISIS BROMATOLÓGICO DE LAS MEZCLAS FORMULADAS Y ELABORADAS

En general los resultados de los análisis bromatológicos, de las mezclas elaboradas (Cuadro 8), son aproximadamente similares en sus reportes químicos, a las formulaciones teóricas de las mismas (12% de proteína y 360 a 400 Kcal.).

Cuadro 8. Análisis bromatológico de las mezclas elaboradas

Mezcla (100 g)	Proteína (g)	Energía (Kcal.)	Calcio (mg)	Fósforo (mg)
Galleta "G"	11.00	447.64	72.35	274.20
Mixicereal "M"	11.20	380.14	79.92	332.09
Papilla "P"	11.85	389.34	158.72	378.09
Testigo Leche	12.07	459.11	434.01	321.67

Elaboración propia

Los valores de energía reportados en los análisis químicos, son un poco más altos que los estimados teóricamente por tablas, siendo el máximo valor de 459,11 Kcal. para la dieta testigo y el mínimo de 380,14 Kcal. para el Mixicereal.

El contenido de fósforo del Mixicereal y de la Papilla, es más alto que la leche, debido a que los granos andinos, y en especial el amaranto tienen alto contenido de este mineral, lo cual coincide con lo mencionado por Kietz (1992), Tapia (1997), esto es muy importante, tomando en cuenta que el fósforo es un mineral para el desarrollo intelectual y para la reconstrucción de las células nuevas, por tanto para la regeneración de neuronas. En el caso de la galleta su reporte en fósforo es menor, debido a que en su formulación contiene un solo pseudocereal.

Con respecto al calcio, la cantidad reportada en la dieta testigo es evidentemente mayor,

debido a la abundancia de este mineral en la leche. Sin embargo el contenido de calcio en las tres mezclas propuestas, es mayor que las reportadas en otras mezcla vegetales, por Repo Carrasco (1992), siendo el valor de la papilla el más alto. Esto se debe, a la presencia de amaranto, en la composición de las mezclas estudiadas. Kietz (1992), corrobora lo mencionado, afirmando que el amaranto es un grano con alto contenido de calcio (150 mg/100g), tres veces más que el trigo.

#### 4.5 APOORTE PROTEICO, ENERGÉTICO Y MINERAL DE LAS MEZCLAS ELABORADAS

La composición final de las mezclas, aporta aproximadamente con 11 a 12 g de proteína, 380 a 447.64 Kcal. de energía, 72.35 a 158.72 mg de calcio y 274.20 a 378.09 mg de fósforo por cada 100 gramos de mezcla, resultados que se muestran en el Cuadro 8.

El cálculo del aporte proteico, energético y mineral, para cada una de las mezclas, se realizó de acuerdo a las recomendaciones diarias de proteínas, energía y minerales del MPSSP-DNN (1981), para niños y niñas de 4 a 9 años de edad (Cuadro 9). En base a estos datos se elaboró un cuadro de consumo recomendado para las mezclas (Cuadro 10), tomando en cuenta que los niños/as en su ingesta diaria consuman estas mezclas como complemento en tres comidas, por ejemplo: 100 g de Papilla Andina en el desayuno escolar, 50 g de Mixicereal en el recreo y 100 g de Galletas de Amaranto en la hora del té.

**Cuadro 9.** Recomendaciones diarias de proteínas, energía y minerales para niños y niñas de 4 a 9 años

Grupos de edad	Peso (Kg.)	Proteína (grs.)	Energía (Kcal.)	Calcio (mg)	Fósforo (mg)
4 a 6 años	18.8	32	1710	450	800
7 a 9 años	26.6	39	2070	450	800

Fuente: Ministerio de Previsión Social y Salud Pública - División Nacional de Nutrición del (MPSSP-DNN, 1981)

Cuadro 10. Aporte de proteína, energía y minerales de las mezclas elaboradas, de acuerdo a la propuesta de consumo

Mezcla recomendada a consumir, durante el día	Cantidad consumida (g)	Aporte proteico (g)	Aporte energético (Kcal.)	Aporte de Ca (mg)	Aporte de P (mg)
Papilla Andina en el desayuno escolar	100	11.9	389.3	158.7	378.9
Mixicereal en el recreo	50	5.6	190.1	39.7	166.1
Galleta de Amaranto en la hora del té	100	11.0	447.6	72.4	274.2
Total consumido al día	250	28.5	1027.0	270.8	819.2
<b>% de aporte para niños de 5 a 6 años</b>	<b>250</b>	<b>89</b>	<b>60.1</b>	<b>60,2</b>	<b>102,4</b>
<b>% de aporte para niños de 7 a 9 años</b>	<b>250</b>	<b>73</b>	<b>49.6</b>	<b>60,2</b>	<b>102,4</b>

Elaboración propia

En base a estos datos, podemos calcular que para un niño de 5 años el aporte proteico sería del 89%, y del 73% para niños de 9 años. Tomando en cuenta, estos altos porcentajes de aporte proteico y que además las raciones de la propuesta planteada, puede ser aumentadas y diversificadas, se puede recomendar estas mezclas para consumirlas como complemento alternativo nutritivo, entre las comidas de los niños/as escolares.

Por otro lado, si tomáramos en cuenta, los requerimientos de proteínas que recomienda el INAN (1992), para escolares que habitan en climas de valle (20°C), (18.4 g. para niños/as de 5 a 6 años con peso promedio de 18.4 Kg y 24.6 g para niños/as de 7 a 9 años con 24.6 Kg.), la ración propuesta de 250g de mezcla, cubriría el 155% de los requerimientos proteicos de niños/as de 5 a 6 años y el 116% a los de 7 a 9 años. Según estos datos la propuesta cubre el total de los requerimientos de proteínas y no requeriría de otro complemento alimenticio.

En cuanto al aporte energético, es de 60.1% para niños de 5 años y 49.6% para niños de 9 años, las recomendaciones son las mismas que el punto anterior, con la sugerencia que se pueda aumentar algún ingrediente más energético, como por ejemplo manteca a las galletas, de esta manera, las mismas serían de consistencia más crujiente con mejor aspecto y de

mayor aceptación para los niños.

Realizando estos cálculos en base a las recomendaciones de energía del INAN para el valle (1538 Kcal. para niños/as de 5 a 6 años y 1823 Kcal. para niños/as de 7 a 9 años), la propuesta cubre 66.8% a niños/as de 5 a 6 años y 56.3% a niños de 7 a 9 años, de acuerdo a sus requerimientos.

El porcentaje de fósforo, para el consumo sugerido, cubre más del 100% de los requerimientos, siendo este muy importante, ya que el fósforo es vital para la buena asimilación del calcio, ambos minerales son necesarios para el crecimiento y fortalecimiento de los huesos, y el fósforo en general es excelente, para el desarrollo intelectual de los niños y niñas en edad escolar.

El relación al aporte de calcio, es cubierto en un 60,2% en niños hasta los 9 años, este porcentaje es bueno, considerando que el niño, no deje de consumir como complemento diario otros alimentos ricos en calcio como la leche, con lo cual llegaría a cubrir el 100% del requerimiento recomendado por la MPSSP.

#### 4.6 EVALUACIÓN BIOLÓGICA

En el Cuadro 11 se presentan los promedios de los resultados obtenidos para los parámetros analizados en la evaluación biológica, de las tres mezclas en estudio, comparándolas con la dieta testigo de leche. El detalle de los resultados para cada uno de los tratamientos, con sus respectivas repeticiones se puede ver en el Anexo 7.

**Cuadro 11.** Resultados finales de la evaluación biológica de las mezclas elaboradas

<b>Diets</b>	<b>I.P. (g)</b>	<b>PER</b>	<b>D.a.</b>
<b>Galleta "G"</b>	87.28	2.36	68
<b>Mixiceral "M"</b>	64.26	1.98	78
<b>Papilla "P"</b>	81.18	1.75	60
<b>Testigo-leche "T"</b>	121.5	2.71	88

Elaboración propia

### A. Incremento en Peso (I.P.)

Los resultados del incremento en peso total, de los animales en prueba con los 4 diferentes tratamientos, se presentan en el Cuadro 11, reportan un I.P. de 87.28, 64.26, 81.18 y 121.5, para las mezclas G, M, P y T respectivamente. Las comparaciones entre las I.P. se muestran en la Fig. 11.

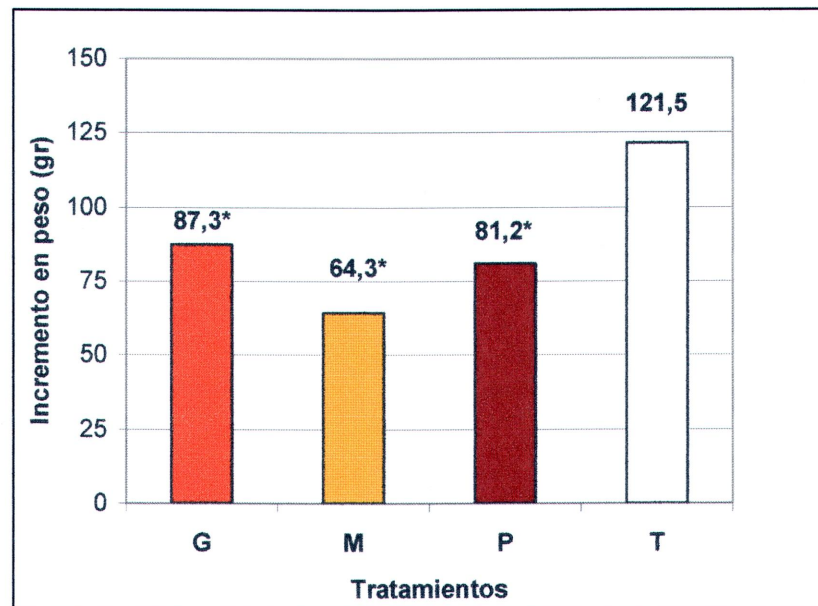


Fig. 11. Comparación de promedios del incremento en peso.

En los reportes de I.P. se observa, que las ratas del tratamiento testigo son las que ganaron un peso mayor al final de la evaluación, por ser un alimento completo y muy asimilable por el organismo. Sin embargo, los tratamientos de la Galleta y la Papilla, también tuvieron una buena ganancia de peso, considerando que son mezclas vegetales. Estos resultados son similares a los resultados reportados por Antezana y Castellón (1990), en mezclas vegetales (amaranto-quinua-arveja) con 73,3 g y Ramírez (Trigo-amaranto-arveja) con 91 g y más altos que la mezclas de trigo con amaranto reportados por Ramírez con 30,6 g y por Vargas (1987), que obtuvo un I.P. de 58 g., para esta última mezcla.

Por otra parte, Ramírez (1996) y Antezana (1990), evaluaron mezclas de amaranto con adición de 10% de leche y encontraron un I.P. superior a la dieta testigo (más de 100 g), por lo tanto, estas mezclas son un excelente complemento si se las toma con leche.

Se puede deducir que el I.P. de la Galleta, hubiera sido más altos, si esta mezcla hubiese sido cocida antes de ser ingeridas por los animales en prueba, esta deducción se basa en lo mencionado por Bressani (1983), quien luego de realizar varios ensayos, llego a la conclusión que los aminoácidos de la proteína de la harina cruda del amaranto no están del todo disponibles o que la harina cruda contiene sustancias que intervienen con la utilización biológica de sus nutrientes. También observo un incremento significativo en la calidad proteínica de semillas hervidas de amaranto. Por otro lado, Becker y Saunders (1984) indican que diferentes investigadores notificaron valores negativos de I.P. en las ratas que consumieron la semilla de amaranto cruda, y que generalmente la respuesta al crecimiento mejoraba con la cocción.

### A.1 Análisis estadísticos del Incremento en Peso (I.P.)

Para determinar si existen diferencias significativas entre las muestras, se realizó un análisis de varianza, con un diseño experimental completamente aleatorio (Cuadro 12). En el cual se observa que todos los tratamientos tienen un I.P. estadísticamente diferentes.

Cuadro 12. Análisis de varianza para el I.P.

Fuentes de variación	GL	SC	CM	F	P
Tratamientos	3	2.696	0.899	10.069*	< 0.001
Residual	16	1.428	0.089		
Total	19	4.125			

\* Todos los tratamientos son significativamente diferentes

Para formar grupos de medias similares o diferentes entre si, se realizo el test de Tukey (Cuadro 13). Mediante el cual se puede interpretar, que respecto al testigo, todas las mezclas son significativamente diferentes con relación a las medias del I.P, pero entre las mezclas no existen diferencias significativas.



Cuadro 13. Test de Tukey

Comparaciones	Diferencias de medias	P < 0.05
T vs. P	57.28	Si*
T vs. M	40.36	Si*
T vs. G	34.26	Si*
G vs. P	23.02	No
G vs. M	6.10	No
M vs. P	16.92	No

\* Significativamente diferentes

### B. Real Eficiencia de la Proteína (PER).

En el Cuadro 11, se reportan los siguientes valores del PER de las mezclas: 2.36 para la Galleta, 1.98 para el Mixicereal, 1.75 para la Papilla y 2.71 para la dieta testigo, el valor más alto del PER, le corresponde a esta última dieta testigo, debido a que es de origen animal y que como menciona Kietz (1992), la caseína de la leche es una de las proteínas más completas y asimilables. En la Fig. 12, se muestran las comparaciones entre los valores del PER de las tres mezclas comparadas y con la leche. El Cuadro 14, se muestran las comparaciones de medias de acuerdo a Test de Tukey.

Cuadro 14. Test de Tukey para las medias del PER

Comparaciones	Diferencias de medias	P < 0.05
T vs. P	0.96	Si*
T vs. M	0.73	Si*
T vs. G	0.35	No
G vs. P	0.61	Si*
G vs. M	0.38	No
M vs. P	0.23	No

Significativamente diferentes

La Galleta es la mezcla que no presenta diferencias significativas, respecto al PER de la dieta testigo, tampoco presenta diferencias con el Mixicereal, lo cual indica, que ambas pueden formar un mismo grupo de valores, similares al valor reportado para la leche.

Por otro lado, se puede constatar que la determinación del PER para la dieta testigo, en el presente ensayo biológico es correcta, ya que, como indica Kietz (1992) y Tapia (1997) el patrón de referencia para el PER en estos tipos de ensayos es la caseína con un puntaje de 2.5, el valor obtenido en esta evaluación es un poco más alto, probablemente porque en la preparación de esta mezcla se utilizó leche descremada y su proteína es más concentrada, sin embargo, los resultados encontrados son semejantes a los citados en evaluaciones biológicas realizadas anteriormente en el Proyecto de Nutrición de la Universidad Mayor de San Simón de Cochabamba.

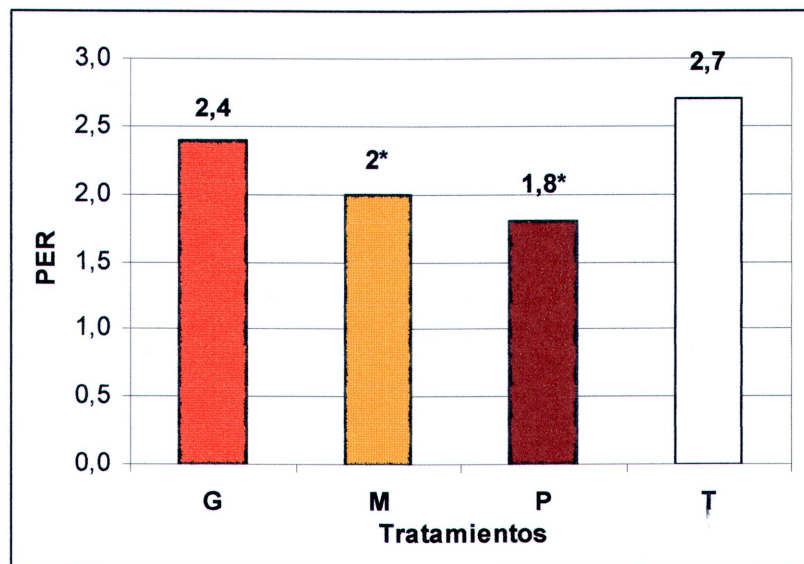


Fig. 12. Comparación de las medias del incremento en peso. Donde G: Galleta de Amaranto, M: Mixicereal, P: Papilla Andina y T: Dieta testigo.

En cuanto al resto de mezclas, podemos afirmar que son de buena calidad proteica, basándonos en Ovando (1998) quien afirma, que el valor estandarizado por el Proyecto de Nutrición de la UMSS para el PER, es de 1.5, para considerar que un alimento consumido ha tenido un aprovechamiento real de la proteína. En el caso específico de la Galleta de amaranto, el valor del PER esta muy cercano al de la leche, por cuanto podemos considerarlo como un complemento alimenticio con buen valor biológico, similar al de la leche.

En general, los datos demuestran que las tres mezclas vegetales están bien balanceadas en cuanto a su proteína, sin necesidad de ser complementadas con proteína animal, esto debido a la utilización del amaranto como base para la elaboración de estas mezclas, ya que entre los cereales, el amaranto es el de mayor valor biológico, tal como menciona Kietz, quien determino que el PER del *Amaranthus caudatus* es de 2.3, y afirma que se aproxima mucho a la leche.

### C. Digestibilidad Aparente.

Los resultados de la D.a., son de: 68 % para la galleta, 78% para el Mixicereal, 60 % para la papilla y 88 % para la dieta testigo (Cuadro 11). Las comparaciones entre muestras se pueden observar en la Fig. 13, siendo la leche la de mayor digestibilidad. La diferencia entre medias, se presenta en el cuadro 15.

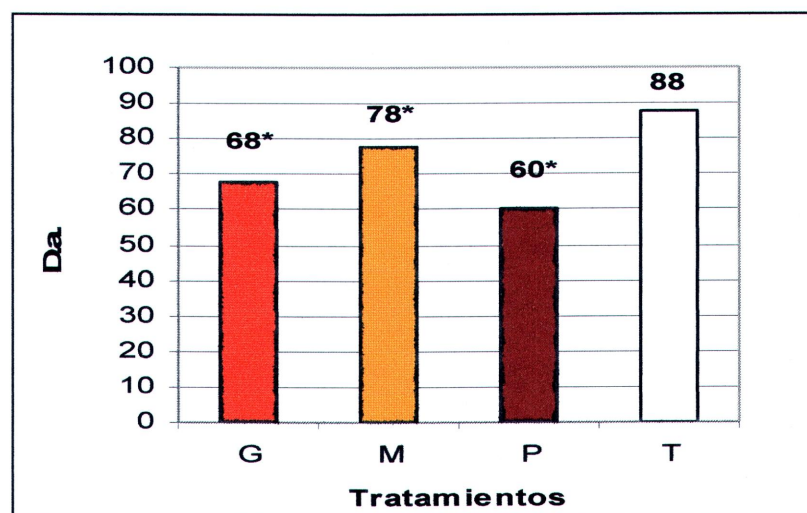
Cuadro 15. Test de Tukey para las medias de Digestibilidad

Comparaciones	Diferencias de medias	P < 0.05
T vs. P	28.00	Si*
T vs. M	19.60	Si*
T vs. G	9.80	Si*
G vs. P	18.20	Si*
G vs. M	9.80	Si*
M vs. P	8.40	Si*

\* Significativamente diferentes

Todas las mezclas, son diferentes significativamente, respecto a la dieta testigo, también son estadísticamente diferentes entre si.

Los valores de 68 y 78% (Cuadro 11), de acuerdo a lo mencionado por Ramírez (1996) y Ovando (1998), son considerados excelentes tratándose de mezclas vegetales.



13. Comparación de medias de la D.a. de las mezclas.

Los valores de 68 y 78% (Cuadro 11), de acuerdo a lo mencionado por Ramírez (1996) y Ovando (1998), son considerados excelentes tratándose de mezclas vegetales.

Vargas (1987), en sus pruebas con mezclas vegetales, reportó una digestibilidad de 78% para la mezcla trigo-amaranto, valor que considera de nivel apreciable, y que es igual al encontrado en el presente ensayo para el Mixicereal, el cual contiene entre sus componentes también trigo y amaranto, lo que nos indica, que esta combinación se complementa bien en sus componentes de aminoácidos y permite un buen nivel de absorción de la proteína.

El porcentaje de digestibilidad (60%) de la papilla, más bajo que los otros valores (68 y 78%), puede deberse a que esta mezcla contiene en su composición más fibra que las demás (pitos de cebada y cañawa). Al respecto Kietz (1992) y la FAO/OMS/ONU (1985) afirman, que una dieta con alto contenido de fibra aumenta la secreción de nitrógeno en las heces, reduciendo la digestibilidad de las proteínas. Cabe resaltar, además que en esta mezcla no está presente el trigo, como en las otras dos mezclas, que ayudo en la complementación aminoacídica y absorción proteica. Corroborando con lo mencionado, Olivares, et al (1994) sostiene que, la ingestión de cantidades abundantes de fibra en la dieta, reduce la digestibilidad de las proteínas en un 10%.

En cuanto a la digestibilidad de la dieta testigo, que reporta 88%, podemos constatar que coincide con lo mencionado por Repo - Carrasco (1988), quien sostiene, que el patrón de referencia para medir la digestibilidad de proteínas, es la caseína con 88%, por ser una de las proteínas más completas y asimilables.

#### 4.7 CÁLCULO DE LA DOSIS INOCUA DE INGESTA DIARIA DE PROTEÍNAS, DE LAS MEZCLAS

El cálculo para la dosis inocua de proteínas de las mezclas consumida, se lo realizó ajustando, la dosis inocua de proteínas de referencia de la FAO/OMS/UNU (1985), para escolares (0,99 g/Kg./día), por el cómputo aminoacídico (Cuadro 6) y a la digestibilidad aparente de cada mezcla elaborada (Cuadro 11), en base a la formula indicada en el punto 3.2.10 de metodología. El resultado final de las mismas se muestra a continuación en el Cuadro 16 en g de mezcla por Kg. de peso por día, el detalle de los cálculos, se muestra en el Anexo 8.

**Cuadro 16.** Dosis inocua de ingesta diaria de proteína de las mezclas elaboradas, en base a su C.A. y D.a.

Mezclas	Dosis inocua de proteína ingerida, de las mezclas (g/Kg./día)
Galleta "G"	1,49
Mixiceral "M"	1,63
Papilla "P"	1,65

Elaboración propia

Cabe aclarar, que los resultados obtenidos para la dosis inocua de proteínas consumida, recomendada para las tres mezclas en estudio, no fueron calculadas en base a la digestibilidad verdadera, como hacen referencia los trabajos de Olivares (1995) y Tapia (1997), para dietas mixtas latinoamericanas; en el presente trabajo, el cálculo se realizó con la digestibilidad aparente (que no toma en cuenta la perdida fecal endógena del nitrógeno ingerido), obtenida en la evaluación biológica. Sin embargo podemos considerar estos resultados aproximados, como recomendables para la ingesta diaria inocua de proteínas de las mezclas elaboradas, debido a que la perdida endógena de nitrógeno no es tan

significativa, tratándose de niños sanos, si el niño o niña tuviese alguna enfermedad de tipo infecciosa, donde esta pérdida de nitrógeno endógeno es mayor, sería recomendable realizar un cálculo más preciso.

De acuerdo a lo mencionado por Tapia (1997) una dieta mixta común en América Latina, con proteínas cuya digestibilidad verdadera es de 80% y con un computo aminoacídico del 90% en relación al patrón de referencia de aminoácidos esenciales, debería tener una ingesta diaria de 1,52 g/Kg./día de la dieta. Los resultados encontrados se acercan a esta dieta referida para nuestra región.

#### 4.8 COSTO FINAL DE LAS TRES MEZCLAS ELABORADAS

En base a los precios de los insumos, que se muestran en el Anexo 6, se realizó el cálculo del costo final de las mezclas elaboradas, las mismas que se detallan en el Cuadro 17.

Cuadro 17. Costo de las mezclas comparadas con el precio de la leche

Dietas	Bs./100 g.	\$us/100 g*.
Galleta "G"	0.45	0.06
Mixicereal "M"	0.55	0.08
Papilla "P"	0.55	0.08
Leche entera en polvo	2.50	0.36
Leche descremada en polvo	2.50	0.36

\*Cambio oficial del Dólar: 1\$US = 7.0 Bs.

Los costos reportados, se refieren exclusivamente al costo de ingredientes, no incluyen el gasto de cocción a gas o electricidad, ni el tiempo empleado en la elaboración de las mezclas.

Como se puede observar, los costos de las mezclas son asequibles para la población en general y es mucho menor al de la leche en polvo. Estos precios determinados, son más bajos que los reportados por Vargas (1987), en las mezclas vegetales para zonas del valle, que en promedio son de 0.13 centavos de dólar.

#### 4.9 COSTO DE LA PROTEÍNA Y ENERGÍA DE LAS MEZCLAS FINALES

El Cuadro 18, muestra una relación de los costos finales de las mezclas en base a 100 gr. de proteína y energía, comparados con los costos de la leche.

Cuadro 18. Costo de 100 gramos de proteína y 100 gramos de energía (Kcal.) de las mezclas

MEZCLA	Bs/100 g Prot.	\$us/100 g Prot.*	Bs/100 g de Kcal.	\$us/100 g de Kcal.*
Galleta "G"	4.20	0.60	0.10	0.01
Mixicereal "M"	4.90	0.70	0.14	0.02
Papilla "P"	4.90	0.70	0.14	0.02
Leche entera en polvo	10.30	1.50	0.70	0.10
Leche descremada en polvo	7.30	1.00	0.80	0.11

\*Cambio oficial del Dólar: 1\$US = 7.0 Bs.

Como se aprecia en el Cuadro 18, el costo de la proteína y energía de las mezclas es bajo, en relación al de la leche, considerando que son mezclas con buena cantidad y calidad proteica, si bien la leche tiene una proteína más concentrada, es de un costo muy elevado (entre 1,12 y 1,58 \$us) el precio es casi el doble que las mezclas propuestas, en el caso de la proteína y 7 veces más en el caso de kilocalorías. Esta condición hace que estas mezclas estén al alcance de la mayoría de la población boliviana, que es de bajos recursos y sean una alternativa nutricional para la niñez, no como un reemplazo a la leche, que necesariamente debe ser consumida por el niño en crecimiento, sin embargo, son un complemento de buena

calidad proteica en las comidas intermedias, como los desayunos, recreos escolares, etc. Los costos analizados, se asemejan a los obtenidos por Ramírez (1996), en mezclas vegetales.

#### 4.10 EVALUACIÓN SENSORIAL

En el Cuadro 19 se muestran los resultados del análisis de correspondencia de los tests de degustación de los tres productos seleccionados, realizado en 90 niños/as de 5 a 10 años de edad, de las dos escuelas de Quillacollo (Fig. 10 y 15) señaladas anteriormente.

Cuadro 19. Análisis de correspondencia para la evaluación sensorial

	Me gusta mucho	Mas o menos	No me gusta	Margen
Galleta "G"	16	37	37	90
Mixiceral "M"	87	3	0	90
Papilla "P"	81	7	2	90
Margen	184	47	39	270

Elaboración propia

En los resultados se puede observar que el Mixicereal, fue la mezcla de mayor preferencia entre los escolares, seguido por la Papilla Andina y por último la Galleta de Amaranto fue la de menor aceptación, debido a que este último producto era de consistencia muy dura, se recomienda mejorar la tecnología de su elaboración. En la Fig. 14 se puede apreciar gráficamente los resultados de los análisis de correspondencia las preferencias de las mezclas.



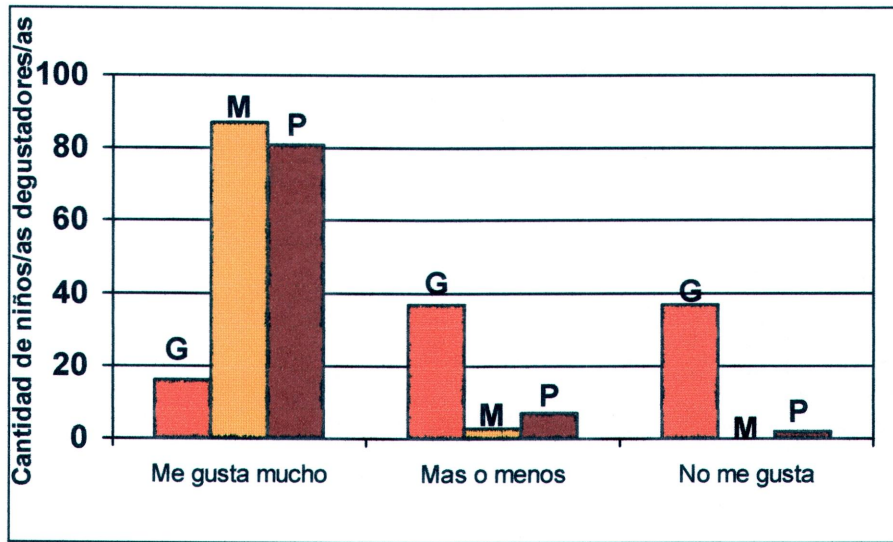


Fig. 14. Resultados del análisis sensorial de las tres mezclas, en escolares



Fig. 15 Análisis sensorial realizado en un niño del 4º grado de primaria de la Escuela Fiscal Mixta Juan Guerra Villanueva-Quillacollo

## 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 5.1 Conclusiones

Los resultados obtenidos en el presente trabajo de investigación, nos permiten establecer las siguientes conclusiones:

- Las tres mezclas vegetales estudiadas, cumplieron con todos los requisitos planteados para la formulación y elaboración de las mismas, mostrando en los resultados buen balance aminoacídico, y aportes de proteína, energía y minerales, satisfactorios.
- El consumo de 250 g de Papilla Andina, Galleta de Amaranto y el Mixicereal, ingeridas en distintos horarios del día, aporta a los niños (as) en edad escolar, un promedio de 81% de proteína, 55% de energía, 60 % de calcio y 102% de fósforo (mineral importante para el desarrollo intelectual), conforme a los requerimientos recomendados por el MPSSP-DNN.
- El estudio de los parámetros biológicos, demuestran que las tres mezclas evaluadas, tienen un buen valor biológico. Sobresaliendo el valor del PER de la Galleta de Amaranto
- Las tres mezclas elaboradas en base a cultivos andinos, son un excelente complemento nutricional, sensorialmente aceptadas por los niños (as) escolares, y están al alcance de la población de escasos recursos económicos.

### 5.2 Recomendaciones

- Para mejorar el aporte energético de las mezclas, se recomienda aumentar más cantidad de insumos energéticos, como ser, más miel de caña y abejas al Mixicereal y mayor cantidad de aceite o manteca a las galletas, con lo que también mejoraría el aspecto y la palatabilidad de las mismas.

- La buena calidad proteica, buen aporte de minerales y los bajos precios obtenidos en las mezclas estudiadas, nos sugieren recomendar la inclusión de las mismas, en los programas de desayuno escolar y en la oferta de productos a la venta en quioscos escolares.
- En posteriores estudios de evaluación biológica de pseudocereales, como el amaranto, con animales de laboratorio, se recomienda, tomar en cuenta que estos granos deben ser previamente cocidos (tostados o hervidos), para eliminar elementos antinutricionales, que afectan a los resultados de los parámetros biológicos.
- En base a los resultados del presente trabajo de investigación, se recomienda, realizar estudios y proyectos, de factibilidad comercial, tecnología de alimentos y de fomento al uso y cultivo de productos locales de alto valor nutritivo, como el amaranto. De esta manera, se podría sustituir los alimentos importados, disminuyendo así la dependencia alimentaria y las deficiencias nutricionales que aquejan a nuestro país.

## 6. REVISION BIBLIOGRAFICA

- ABREU M. P., et.al. 1995 "Evaluación nutricional y toxicológicas de dos variedades de amaranto de semillas de color negro (*A. Uranguesis* y *A. Maurensis*)". Rev. Cubana Aliment Nutr;9(2) Instituto de Nutrición e Higiene de los Alimentos. La Habana, Cuba
- ALBO, X y OTROS 1990 "Para Comprender Las Culturas Rurales de Bolivia". La Paz, Bolivia.
- ALBO, X. y BARNADAS, J. 1990 "La Cara India y Campesina de Nuestra Historia". La Paz, Bolivia.
- ALMADA, B.I. 1982 "La Mortalidad en México", colección salud y seguridad social, I.M.S.S. México.
- ANTEZANA, A. y S. CASTELLON 1990, "El Millmi (*Amaranthus caudatus*). Una alternativa nutricional". La Paz, Bolivia. P. 75-85.
- AOAC, 1984. "Association of Official Analytical Chemists. Official methods of analysis". 20 th. Ed. Washinton, DC.
- AREVALO S., T., J. 1990. "Determinación de la calidad biológica y organoleptica del concentrado de hojas de *Amaranthus caudatus*". Tesis de Biología. UMSS. Cochabamba, Bolivia. p.p. 113.
- AVILA, G.; P. ALVARES,.; S. CASTELLON,. 1989. "Introducción Al Mejoramiento del Millmi (*Amaranthus caudatus*)". Ed. Centro Fitoecogenético de Pairumani. Cochabamba, Bolivia.
- AZARCOYA, G. y B. JIMENES,. 1986. "Cultivo del Amaranto en la zona serrana del Estado Neyarit". México.
- BECERRA R. 2000 El Amaranto: "Nuevas tecnologías para un antiguo cultivo"
- BECKER, R Y SAUDERS R. 1984. "El Amaranto: su morfología, composición y usos como alimento y forraje". United States Departament of Agriculture. Albany, California. Ed. Archivos Latinoamericanos de Nutrición.(1)1: 1-3.
- BRÜKER, 1977. "Tropische Netzpflanzen, Ursprung, Evolution Domestikation". Berlin Heidelberg, New York.
- CASTELLON, S. T. 1984. "Evaluación Biológica de la proteína del maíz normal y opaco-2, del tarwi y sus mezclas". Tesis de Biología, UMSS, Cochabamba, Bolivia, pp. 18-23.

- CIP 1993. "El Agroecosistema Andino: problemas, limitaciones, perspectivas anuales del Taller Internacional sobre el Agroecosistema Andino", Lima marzo 30-abril 2. 1992. 355 p.
- COOPER, 1990 "Nutrición y dieta de Cooper". 17ª ed. Ed. Iiteramericana, Mexico D.F. pp 393.
- COUNCIL 1989. "Lost crops of the Incas. National Academy Press". Washington. D.C. 415 p.
- DE LUQUEZ G., N.; S. FERNADEZ.; S. DE MUCCIARELLI 1996. "Concentrado proteico de *Amaranthus cruentus*. Métodos de extracción. Propiedades funcionales". Ed. Archivos Latinoamericanos de Nutrición. (46)2:143-145.
- DIARIO DE YUCATÁN, 1998. "El amaranto, planta rica en propiedades nutritivas y medicinales", En: Imagen de la cultura y la sociedad, viernes 16 de enero. Merida, Yucatan, Mexico. p. 1-2.
- DIMARY L. y R. LASTRA. 1999"El potencial de los recursos fitogeneticos en el desarrollo y alimentación de la región andina" International Plant Genetic Resources Institute (IPGRI) A.A. 6713 c/o CIAT, Cali, Colombia, Ponencia presentada en el 1er congreso Nor Andino de Derecho Ambiental, Políticas e Instituciones, Octubre 20-21, Caracas, Venezuela.
- ENCUESTA NACIONAL DE ALIMENTACIÓN EN EL MEDIO RURAL 1989: "Resultados preliminares" Instituto Nacional de la Nutrición "Dr. Salvador Zubirán", México.
- ENDSA (Encuesta Nacional de Demografía y Salud), 1998 INE, DHS, Ed. USAID/UNICEF/OPS/OMS. La Paz, Bolivia.
- ESTRELLA, E., 1990. El pan de América. "Etnobotánica de los Alimentos aborígenes en el Ecuador". 3ª ed., 390pp.
- FAO 1981. "Tabla de Contenidos de Aminoácidos de los Alimentos y Datos Biológicos sobre Proteínas". Servicios de Ciencias y Políticas de Alimentación, Dirección de Nutrición. Roma, Italia.
- FAO/OMS/ONU, 1985. Necesidades de Proteína y Energía. Organización Mundial de la Salud, series de informes técnicos. Ginebra FAO. 1998. "Reunión técnica y Taller de formulación de proyecto regional sobre producción y nutrición humana en base a cultivos andinos", 20 al 24 de julio Arequipa, Perú.
- FAO/OMS/ONU 1985. "Necesidades de Energía y Proteínas". Serie de Informes Técnicos. Serie # 724. Ginebra, Suiza.
- FAO. 1990. "Cultivos autóctonos subexplotados con valor nutricional de mesoamerica".

- Santiago, Chile. 122 p.
- FAO, 1992, Manual sobre la Utilización de los Cultivos Andinos Subexplotados en la Alimentación. Oficina regional de la FAO para América Latina y el Caribe, Santiago, Chile. 121pp
- FAO. 1996. Cumbre mundial sobre la alimentación "Hacia una seguridad alimentaria universal". Proyecto de declaración política y plan de acción. wfs 96/3 (Texto provisional - Rev. 1) Marzo.
- FAO 1997. Género y Seguridad Alimentaria. Informe de documentos regionales: Africa Asia y Pacifico, Rome (Italy). Dirección de la Mujer y de la Población, JobNum: x0222s.
- FAO 1997. Cultivo del Amarantho (*Amaranthus spp.*): producción, mejoramiento genético y utilización. Universidad Nacional Del Altiplano (UNA), Perú Universidad de Concepción (UDEC), Chile.
- FRIES, A. M. 1995. Los cultivos andinos en la nutrición. En: X Congreso Latinoamericano de nutricionistas y dietistas. Curso internacional nutrición y ecología del 23 al 28 de octubre. Ed. PROSANA. Lima, Perú. p. 47-48.
- GRUPO NUTRISOL, S.A. 1995. "San Miguel de Proyectos Agropecuarios," S.P.R. de R.S.Melchor Ocampo 212-D Col. D.F, México. en [www.sanmiguel.com.mx](http://www.sanmiguel.com.mx)
- HARWARD R., 1986. Sanidad alimentaria. Ed. Escribia S.A., Zaragoza, España. 219 pp.
- HIBISCH C. 1994. La situación alimentaria-nutricional de la provincia Arque, Cochabamba, Bolivia y sus factores determinantes, incluyendo estudios de casos en niños en edad pre-escolar. Ed. PROSANA. Cuaderno científico N° 3 Cochabamba, Bolivia. p. 59-115.
- IBTA 1991. "Resúmenes del VII Congreso Internacional sobre cultivos Andinos". Bolivia.
- IICA-Crea-PROCIANDINO. 1997. "Estudio global para identificar oportunidades de mercado de frutas y hortalizas de la región andina". FRUTEX. PROCIANDINO. Quito, Ecuador, 180 p.
- IMPROTA F. Y R. KELLEMS 2000 "Comparación de la quinua al natural, pulida y lavada". Revista latinoamericana de Agricultura y Nutrición, 1(5); p.18-23.
- INAN (Instituto Nacional de Alimentación y Nutrición) 1981. "Estado Nutricional De La Población Boliviana". La Paz, Bolivia.
- INAN, (Instituto Nacional de Alimentación y Nutrición) 1992, "Metodología para establecer la canasta básica de alimentos" N° 92, La Paz, Bolivia, p. 1-23.

- INFOANDINA-BOLIVIA Sistema de Información para el Desarrollo Sostenible de la Región Andina 1996 No.17 Junio/Julio CONDESAN/Bolivia.
- KAUFFMAN, C.S., and L.E. WEBER. 1990 Grain amaranth. p. 127-139. In: J. Janick and J.E. Simon (eds.), Advances in new crops. Timber Press, Portland, OR. Last update February 13, 1997 by aw
- KIETZ, R, 1992. "Compendio del Amaranto, rescate y revitalización en Bolivia". Ed. Instituto Latinoamericano de Investigaciones Sociales (ILDIS). La Paz, Bolivia.
- LOPEZ, R., A. TORREZ, M. RAMIREZ, N. BARREDA, G. SOLIZ,. 1992, La nutrición, supervivencia, desarrollo y protección del niño. MINISTERIO DE PREVENCIÓN SOCIAL Y SALUD PÚBLICA (MPSSP), UNICEF, La Paz, Bolivia. P. 21-46.
- LOS TIEMPOS. 1999. "La NASA cultiva amaranto en el espacio para los astronautas". En: Facetas-Ciencia del 24 de enero. p. C3. Ed. Los Tiempos. Cochabamba, Bolivia.
- LUCAS DE A., M.; SCOGNAMILLO G., B.; DE LUQUEZ G., N.; LUQUEZ DE M. S. 1992 *Amaranthus mantegazzianus*. Composición química y valor biológico de la proteína. Ed. Archivos Latinoamericanos de Nutrición. (42)1:41-45.
- McLAREN, D.,S., y M. M. MEGUID, Sin año, La nutrición y sus trastornos, 4ª ed., Ed. El manual Moderno, S.A. D.F., México, Santa Fe, Bogotá.
- MALDONADO L. O. Ch. M. L., 1999 Obtención y de degustación de Papillas de alto valor energético proteico en base a tubérculo-cereal-leguminosas, en la zona de Candelaria. Tesis de Grado para obtener el título de licenciatura en Biología, Universidad Mayor de San Simón, Cochabamba, Bolivia, 106 p.p.
- MENDOSA S. M. T. 2000, "El consumo alimentario: su relación con el estado nutricional y sus factores causales del cuidado familiar". Modulo V UMSS-Dirección de postgrado, AIPE Asociación de instituciones de promoción y educación, septiembre Cochabamba, Bolivia.
- MORALES M.V. 1989. "Amaranto: olvidado pan de los Incas", Periódico Presencia 17 de febrero, La Paz, Bolivia, p.10.
- MORENO T. O. 1990 "La nutrición como elemento fundamental de la salud pública" Conferencia inaugural del Taller sobre Orientación Alimentaria y Conservación de Alimentos del 17 al 20 de octubre. Cd. Victoria, Tam. DIF-Tam., Instituto Nacional de la Nutrición "Dr. Salvador Zubirán"
- MORENO T. C., ARANDA M., MADRIGAL H., BATROUNI L., GONZÁLEZ A., NARANJO A., CHÁVEZ A 1982. "Sistema de vigilancia epidemiológica de la nutrición, paquete de detección-atención", publ. L-48, División de

Nutrición, I.N.N.S.Z. México

- MPSS-DNN (MINISTERIO DE PREVISION SOCIAL Y SALUD PUBLICA-DIVISION NACIONAL DE NUTRICION), 1981 "Recomendación diaria de calorías y nutrientes para la población boliviana", La Paz, Bolivia.
- MPSS-DNN (MINISTERIO DE PREVISION SOCIAL Y SALUD PUBLICA-DIVISION NACIONAL DE NUTRICION) 1984. "Tabla de composición de Alimentos Bolivianos". Ed., Ministerio De Prevención Social y Salud Pública. La Paz, Bolivia.
- NATURA. 2000. "Amaranto; nuestra alimentación del futuro" Natura-Tu salud en la naturaleza, en: [www.natura.com.mx/salut.html](http://www.natura.com.mx/salut.html).
- NRC 1989. "Lost Crops Of The Incas-Little-Known Plants Of Andes With Promise For Worldwide Cultivation". National Academy Press Washintogton DC., EE.UU.
- OLIVARES S.; ANDRADE M.; ZACARIAS I., 1994. "Necesidades Nutricionales y calidad de la dieta" INTA-Universidad de Chile, Santiago, Chile, p. 51-68.
- OLIVERA R.R., 1997, "Estudio Etnobotanico e Inmunonutricional de la Kañawa (*Chenopodium pallidicaule* Allen). Prov. Bolivar-Cochabamba, Tesis de Grado para obtener el titulo de licenciatura en Biología, Universidad Mayor de San Simón, Cochabamba, Bolivia.
- OPS/OMS 1998 ."Plan de Acción Regional de Alimentación y Nutrición". Vol.4 0, no.2, marzo-abril.
- OVANDO L., S., 1998, "Desarrollo y Evaluación Biológica de alimentos fortificados en base a tubérculos andinos de la zona de Candelaria", Tesis de Grado para obtener el titulo de licenciatura en Biología, Universidad Mayor de San Simón, Cochabamba, Bolivia, 106 p.p.
- PELLETT L., Y YOUNG R., 1980 "Evaluación Nutricional de Alimentos proteicos., Programa Mundial contra el Hambre". Universidad de las Naciones Unidas, p.p. 175
- PEREZ M.,A. 1995. "Los cultivos andinos en la nutrición". En: X Congreso Latinoamericano de nutricionistas y dietistas. Curso internacional nutrición y ecología del 23 al 28 de octubre. Ed. PROSANA. Lima, Perú. p. 47-48.
- RAMIREZ, A., E., 1996 "Utilización de mezclas vegetales para la elaboración de papillas y galletas infantiles de alto valor biológico". Tesis de Biología, Universidad Mayor de San Simón, Cochabamba, Bolivia. p.p 175



- RANCE, S.; O. WALOWYNA; G. PINTO, 1989. "Supervivencia infantil. Salud y Población". Consejo Nacional de Población (CONAPD). La Paz, Bolivia.
- REPO-CARRASCO R. 1992. "Cultivos andinos y la alimentación infantil" Serie Investigaciones N° 1. Ed. CETA, pp. 180.
- REPO-CARRASCO R., Y HOYOS N.L. 1993. "Elaboración y evaluación de alimentos infantiles con base en cultivos andinos". Archivos Latinoamericanos de Nutrición (43)2: 168-175.
- RIEPSA 1997. "La Evaluación Sensorial y la investigación y desarrollo de nuevos productos en la Industria Alimentaria" Vol.3, N°.4, CYTED, CITA, Costa Rica.
- RODRIGUEZ C. J. V. 1999 Los Chibchas: "Pobladores Antiguos De Los Andes Orientales". Aspectos bioantropológicos Colciencias Universidad Nacional de Colombia.
- SCHOENEBERGER, H., 1992 "El Valor Nutritivo de los Cultivos Andinos y su Contribución a la Solución del Problema de la Desnutrición en Bolivia". En el Documento Memoria N° 2 del Primer Seminario- Taller Departamental sobre "Cultivos Andinos". PROSANA, Cordeco-gtz. Cochabamba, Bolivia.
- SCHOENEBERGER, H., 1996 "El Valor Nutritivo de los Cultivos Andinos y su Contribución a la Solución del Problema de la Desnutrición en Bolivia". En Alimentos del Mundo Andino. UMSS; CIP; CONDESAN. Cochabamba, Bolivia.
- INSTITUTO NACIONAL DE LA NUTRICIÓN "Dr. Salvador Zubirán" 1990 "Sistema para la Atención Nutricional Regional de San Luis Potosí", documento interno, México.
- SORIANO S. J. 1996 "La bebida de amaranto combate la desnutrición y es 50 por ciento más barata que la leche" Seminario de la UAM-Órgano informativo de la Universidad Autónoma Metropolitana, 25 de noviembre. Vol. III, N° 19 D.F., México. En: [www.azc.uam.mx/enlineaz/enlihome.htm](http://www.azc.uam.mx/enlineaz/enlihome.htm)
- SPADONI, A., 1978. "Rassegna Chitica sui Metodi di Valutazione della Qualita delle Proteine Tecnologie Alimentari", N° 1 Ed. Tecniche nuove. Milan
- SUMAR, L., 1982 "El pequeño Gigante". 1ª ed. UNICEF. Lima, Perú.
- TAPIA, M., GANDARILLAS H., ALANDIA, S., CARDOZO, A., MUJICA, A., ORTIZ, R., OTAZÚ, V., REA, J., SALAS, B. Y ZANABRI, E. 1979 "Quinoa y Kañiwa: cultivos andinos". CIID, IICA. 227 p.

- TAPIA, M. E. 1990 “Cultivos andinos subexplotados y su aporte a la alimentación”.  
FAO, Oficina Regional para América Latina y el Caribe. 205 p.
- TAPIA, M. E. 1992 “Características de la Agricultura Andina”. En el Documento  
Memoria N° 2 del Primer Seminario- Taller Departamental sobre “Cultivos  
Andinos”. PROSANA, Cordeco-gtz. Cochabamba, Bolivia.
- TAPIA, M. E. 1997 “Cultivos Andinos – Subexplotados y su Aporte a la Alimentación”.  
2da Ed. ONU para la Agricultura y la Alimentación. Santiago, Chile.
- TRIGO O'. E. 1993 “Redescubrimiento del alimento olvidado de los incas
- UNICEF 1990 “Informe del Estado Mundial de la Infancia”
- UNICEF 1991 “The state of the world’s children”. New York.
- UNICEF, 1994 “La niñez y la mujer en Bolivia - Análisis de la situación” La Paz-  
Bolivia.
- UNICEF 1995 “Estado Mundial de la Infancia 1995”. James P. Grant. Barcelona, España.
- UNICEF 2001 Estado Mundial de la Infancia. New York.
- UTAB (Unidad de Tecnología Alimentaria Boliviana) 1991. “Primer encuentro de  
productores campesinos de amaranto”. Ed. CIEP-UTAB. La Paz, Bolivia.  
63 p.
- VALIENTE S., T. BOJ, F. ESPINOSA, 1990 “Enseñanza de Nutrición en Agricultura:  
Un Enfoque Multidisciplinario, Pautas para escuelas de América Latina,”  
Instituto de Nutrición y Tecnología de Alimentos (INTA) Universidad de  
Chile, 2ª Ed, FAO
- VARGAS, O., 1987 “Estudio sobre mezclas de leguminosas y cereales de producción  
local”. Una alternativa para mejorar la desnutrición proteico-calórica. La  
Paz, Bolivia. P. 61.
- VELE G. 2000 “Amaranto: Símbolo de Inmortalidad”. Menssana - Software para su  
Salud Venezuela. En: [www.menssana.com.ve](http://www.menssana.com.ve).
- VIETMEYER, N. 1987 “Cultivos incas alimentos redescubiertos”, Rev. Selecciones del  
Reader’s Digest, Reader’s Digest Latinoamericana, Tomo CIXIV, N° 681, p.  
15-20.
- WATERLOW, et.al. 1980 “The Presentation and Use of Height and Weight Data for  
comparing the Nutritional Status of Groups of Children under the age of 10  
years”. Bulletin of the World Health Organization.

- WATTS, B. M., YLIMAKI, G. L. JEFFERY L.E. & L.G. ELÍAS. 1992 “Métodos Sensoriales Básicos para la Evaluación de Alimentos”. International Development Centre. 170p
- WITTING, P. E., 1992 “Evaluación sensorial. Una metodología actual para tecnología de alimentos”. Impresión USACH, Chile, p.134
- WWW.CORPOICA.ORG.CO/SCANETEC97/TEXT0/ART4. 2000 “Quinoa (*Chenopodium quinoa*) y Amaranto (*Amaranthus spp*) Recursos Genéticos Andinos Promisorios para Alimentación Humana y Animal”
- WWW.ESQUINADELASFLORES.COM.AV/I\_NUTRI\_02HTM. 1999 “Principales Nutrientes”
- LA PAMPA. 2000 “El Amaranto” Proyecto de Universidad La Pampa Argentina. En: [www.monografias.com](http://www.monografias.com)
- ZENTENO, A. 1996 “Amaranto” Jarac.R, D.F., México. En: [www.altavista/amaranto/50.html](http://www.altavista/amaranto/50.html).

# **ANEXOS**

## ANEXO 1

## Materiales

<b>Material para elaboración de mezclas *</b>	<b>Material de degustación</b>	<b>Material biológico y equipos</b>
Molinillo Moulinex Cernidores Recipientes Paletas mezcladoras Secador solar Bandejas Frascos etiquetados	Tests de análisis sensorial Lápices y lapiceros Muestras de las mezclas elaboradas Vasitos desechables de degustación Cucharillas desechables Bandejas desechables Bolsas plásticas Agua mineral Etiquetas	Ratas albinas Wistar. Jaulas metabólicas individuales Bebedores Comederos Bandejas recolectoras Etiquetas. Balanza de 0.01 de precisión. Pinzas de recolección de heces Frascos de recolección Cuadernos de registro y lápices. Marcadores permanentes

## ANEXO 2

## Composición química de los insumos en 100 gramos de muestra

Insumos :	Proteína (g).	Energía (Kcal)	Calcio (mg)	Fósforo (mg)
Amaranto en grano	13.00 <sup>(1)</sup>	366 <sup>(1)</sup>	179 <sup>(1)</sup>	474 <sup>(1)</sup>
Cañawa en pito	14.62	348	157	373
Quinua insuflada	11.84	377	51	414
Trigo insuflado	9.25	339	55	222
Harina de arroz	7.82	364	17	105
Harina de trigo	9.25	339	55	222
Soya instantánea	34.03	410	271	645
Almendra picada	17.43	600	212	425
Cacao	30.91	452	171	11.56
Maicena	7.90	357	0	0
Azúcar	0.00	387	0	0
Uvas pasas	3.00	299	70	74
Miel de caña	0.60	275	76	143
Aceite de soya	0.22	880	5	3
Leche descremada en polvo	34.24 <sup>(1)</sup>	349 <sup>(1)</sup>	11.40 <sup>(1)</sup>	10.30 <sup>(1)</sup>

Datos extraídos de Cáceres, Rodríguez en Sofwere "AYUDIET" y Tabla de Composición Alimentos Bolivianos del MPSSP-DNN (1984)

(1) Obtenido mediante análisis químico en el PAPN

## **Creation of three nutritional mixes based on amaranth (*Amaranthus caudatus*) and other Andean crops for school-aged children (Cochabamba-Bolivia)**

Sandra Carola Delgadillo Barriga

Faculty of Science and Technology • San Simón Higher University (Cochabamba, Bolivia)

Licensee in Biology • December 2002

In Bolivia we have three very valuable Andean grains: amaranth (*Amaranthus caudatus*), quinoa (*Chenopodium quinua*), and canihua (*Chenopodium pallidicaule*), which combined with cereals and legumes can become a complete and balanced food in order to combat the malnutrition that is so widespread in our region.

In this study, various nutritional mixes were formulated, based on amaranth and other Andean crops, and the three best were chosen according to nutrition, palatability, and cost. They were: Andean Baby Food, Mixicereal, and Amaranth Cookie, which have an amino acid complement between 79% and 100% and give satisfactory amounts of protein, energy, and minerals for school-aged children.

Afterward, the biological quality of the three foods was determined through biological evaluation studies, determining weight gain to be between 64.26 and 87.28, digestibility between 60% and 78%, and PER between 1.75 and 2.36.

The cost of the three final products was less than 0.08 cents of an American dollar for every 100 grams of mix.

Finally, sensory analyses were performed on the three products with 90 children, from 5 to 9 years old, from two rural schools in Quillacollo province, Cochabamba, and a preference for Mixicereal was observed.

Based on these results, we conclude that the three mixes studied are excellent nutritional complements, with high biological value, sensory acceptability, and within the means of a population with scarce economic resources.