

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO PUNO
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL



“ELABORACION DE UNA BEBIDA INSTANTÁNEA A BASE DE
CAÑIHUA (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) con MACA (*Lepidium meyenii*
Walp) extruida”

TESIS

PRESENTADO POR

PABLO USEDO VARGAS

PARA OPTAR EL TITULO DE:

INGENIERO AGROINDUSTRIAL

PUNO - PERU

2010

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AGROINDUSTRIAL

“ELABORACION DE UNA BEBIDA INSTANTANEA A BASE DE CAÑIHUA
(*Chenopodium pallidicaule* Aellen) CON MACA (*Lepidium meyenii* Walp) extruida.”

TESIS PRESENTADO POR:

PABLO USEDÓ VARGAS

PARA OPTAR EL TITULO DE INGENIERO AGROINDUSTRIAL

APROBADA POR EL JURADO REVISOR CONFORMADO POR:

PRESIDENTE

.....
Ing. EMILIANO HUMBERTO SERRUTO COLQUE

PRIMER MIEMBRO

.....
Lic. M. Sc. AMALIA QUISPE ROMERO

SEGUNDO MIEMBRO

.....
Ing. VALERIO URBANO E. ROQUE ILLANES

DIRECTOR DE TESIS

.....
Ing. M.Sc. ROGER SEGURA PEÑA

ASESOR DE TESIS

.....
Ing. WILBER INCAHUANACO YUCRA

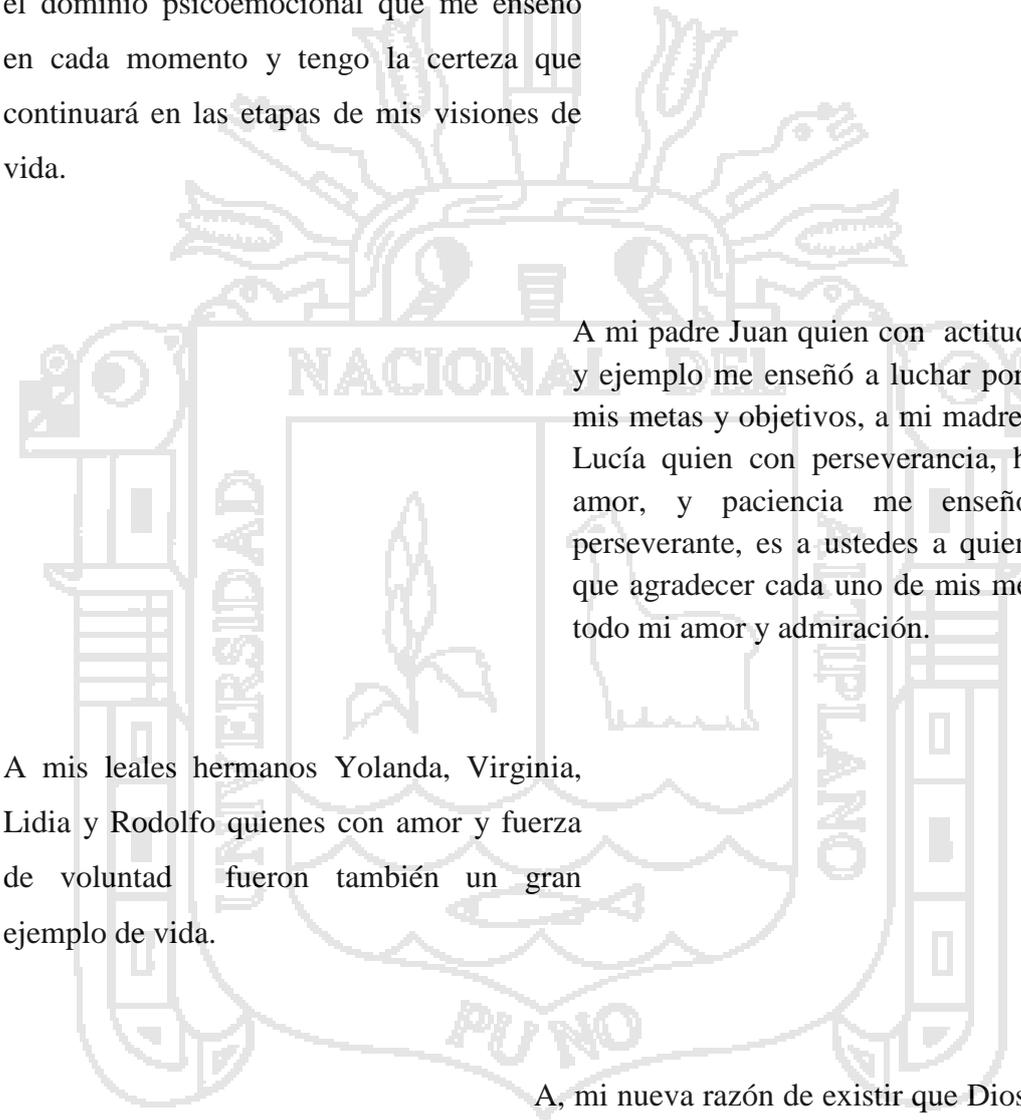
PUNO – PERU
2010

Área: Ingeniería y tecnología

Tema: Desarrollo de procesos y productos agroindustriales sostenibles y eficientes

DEDICATORIA

A Dios que es el ser supremo que sabe todo y perdona todo, con lealtad, valores éticos, el dominio psicoemocional que me enseñó en cada momento y tengo la certeza que continuará en las etapas de mis visiones de vida.



A mi padre Juan quien con actitud positiva y ejemplo me enseñó a luchar por alcanzar mis metas y objetivos, a mi madrecita linda Lucía quien con perseverancia, humildad, amor, y paciencia me enseñó a ser perseverante, es a ustedes a quienes tengo que agradecer cada uno de mis metas, con todo mi amor y admiración.

A mis leales hermanos Yolanda, Virginia, Lidia y Rodolfo quienes con amor y fuerza de voluntad fueron también un gran ejemplo de vida.

A, mi nueva razón de existir que Dios puso en mi camino para seguir mis metas Angie Ariana.

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Nacional del Altiplano Facultad de Ciencias Agrarias, Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial; a su personal docente y administrativa por la formación profesional.

Al Ing. M. Sc. Roger Segura Peña, patrocinador de la presente tesis por su orientación por el gran apoyo que me brindó en el direccionamiento y lo cual me permitió encaminar mi trabajo.

Al Ing. Wilber Incahuanaco Yucra por la motivación que me brindo en ealizar el trabajo y el acertado asesoramiento en el desarrollo de esta tesis.

Al Ing. Florentino Cancapa Parillo en el asesoramiento de este Trabajo.

A la Lic. Adelaida Viza por el apoyo que me brindo para la ejecución del trabajo.

Agradezco de forma muy especial también a mi Hermana Yolanda y Cesar Mamani por un apoyo constante e incondicional que supo brindarme en cada momento para la realización de este trabajo.

A mis amigos Roxana, Oscar, José Luís, Hernán Gallegos, Mercedes, Rogelio Jesús, Lic. Agustina, Lic. Alejandrina, quienes siempre me dieron una mano o dos durante la culminación este trabajo.

!GRACIAS A TODOS ELLOS;

INDICE GENERAL

	Pág.
INDICE GENERA	
INDICE DE CUADROS	
INDICE DE FIGURAS	
INDICE DE ANEXOS	
RESUMEN	
I. INTRODUCCION.....	1
II. MARCO TEORICO.....	2
2.1. Cañihua.....	2
2.1.1. Descripción botánica.....	
2.1.2. Clasificación taxonómica.....	4
2.1.3. Origen.....	4
2.1.4. Distribución geográfica y requerimientos climáticos.....	4
2.1.5. Adaptación.....	5
2.1.6. Cosecha.....	5
2.1.7. Formas de utilización y consumo.....	6
2.1.8. Valor nutricional	6
2.2. Maca	13
2.2.1. Descripción botánica.....	13
2.2.2. Clasificación taxonómica.....	14
2.2.3. Origen.....	14
2.2.4. Distribución geográfica, requerimientos climáticos.....	15
2.2.5. Propiedades de la Maca.....	15
2.2.6. Ecotipos de la Maca.....	16
2.2.7. Valor nutricional de la Maca	17
2.3. Proceso de cocción –extrusión de alimentos.....	20
2.3.1. Principios básicos de la cocción – extrusión.....	20

2.3.2. Ventajas de la cocción – extrusión de alimentos.....	22
2.3.3. Efecto de la cocción – extrusión sobre el valor nutricional.....	23
2.3.3.1. Efectos sobre las proteínas.....	24
2.3.3.2. Efectos sobre los carbohidratos.....	26
2.3.3.3. Efectos de los lípidos.....	28
2.3.4. Algunas características funcionales de los productos extruidos	28
2.3.4.1. Pruebas físicas.....	28
2.4. Mezclas alimenticias en la alimentación humanas características	30
2.4.1. Mezclas alimenticias.....	30
2.4.2. Principios de formulación de una mezcla alimenticia.....	32
2.4.3. Relación de eficiencia de proteína.....	33
2.5. Generalidades de azúcar.....	36
2.6. Generalidades de bebida en polvo.....	36
III. MATERIALES Y METODOS.....	38
3.1. Materiales.....	38
3.1.1. Materias primas e insumos.....	38
3.1.2. Equipos y materiales.....	38
3.1.2.1. Equipos.....	38
3.1.2.2. Materiales.....	39
3.1.2.3. Materiales de vidrio.....	40
3.1.2.4. Reactivos.....	40
3.2. Métodos de análisis.....	41
3.2.1. Caracterización de la mezcla.....	41
3.2.2. Composición químico proximal de la mezcla.....	41
3.2.3. Evaluación biológica.....	44
3.2.3.1. Valor biológico.....	44
3.3. Proceso de elaboración.....	45
3.3.1. Harina instantánea de Cañihua.....	45
3.3.2. Harina instantánea de Maca.....	47
3.3.3. Pre tratamiento de la leche en polvo.....	49
3.3.4. Pre tratamiento de azúcar	49

3.3.5. Preparación de la mezcla para un proceso experimental de una bebida ideal a base de Cañihua y Maca extruida	49
3.3.6. Metodología para la selección de las formulaciones	51
3.4. Evaluación sensorial del producto.....	51
3.5. Diseño estadístico.....	52
IV. RESULTADOS Y DISCUSION.....	53
4.1. Caracterización de las materias primas.....	53
4.1.1. Análisis químicos de materias primas e insumos	53
4.1.1.1. Maca deshidratada	53
4.1.1.2. Granos de cañihua.....	55
4.1.1.3. Leche en polvo entera.....	56
4.1.1.4. Azúcar	57
4.2. Metodología experimental.....	59
4.2.1. Balance de materia obtención de Cañihua extruida.....	59
4.2.1.1. Obtención de harina instantánea de Cañihua.....	62
4.2.2. Balance de materia obtención de la Maca extruida	62
4.2.2.1. Obtención de harina instantanea de Maca.....	65
4.2.3. Selección de formulaciones.....	65
4.2.4. Procedimiento obtención de la bebida en polvo	69
4.2.5. Selección de la formulación óptima bebida reconstituida aplicada el análisis sensorial y análisis estadístico.....	69
4.2.5.1. Evaluación sensorial de aceptabilidad atributo color.....	69
4.2.5.2. Evaluación sensorial de aceptabilidad atributo olor.....	69
4.2.5.3. Evaluación sensorial de aceptabilidad atributo sabor.....	70
4.2.5.4. Evaluación sensorial de aceptabilidad atributo aroma.....	71
4.2.5.5. Evaluación sensorial de aceptabilidad atributo textura.....	72
4.2.5.6. Evaluación sensorial de aceptabilidad atributo apariencia...	73
4.2.6. Caracterización de la bebida en polvo	74
4.2.6.1. Análisis químico de bebida óptima en polvo.....	74
4.2.7. Análisis Biológico.....	76
4.2.8. Análisis Microbiológico.....	78

V.	CONCLUSIONES	80
VI.	RECOMENDACIÓN.....	81
VII.	BIBLIOGRAFIA.....	82
VIII.	ANEXOS.....	88



INDICE DE CUADROS

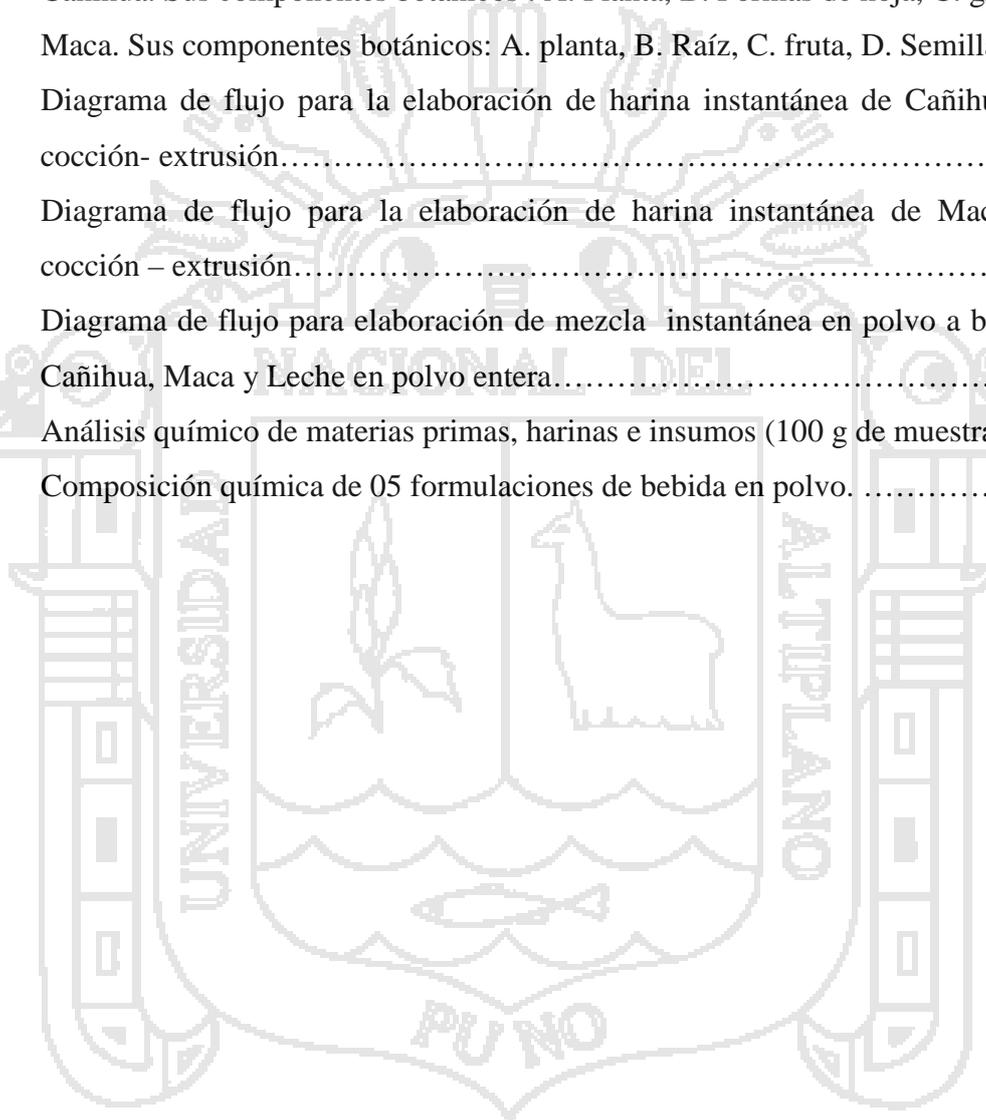
CUADRO N°	Pág.
1. Composición de los granos andinos en comparación con el trigo.....	07
2. Contenido de aminoácidos lisina, metionina, treonina, triptófano en los granos andinos y en trigo (g de aminoácidos/100 g de proteína).....	09
3. Cantidad calculada de proteína de quinua, cañihua y kiwicha que es necesario ingerir para satisfacer los requerimientos de aminoácidos esenciales en pre-escolares(2 a 5 años de edad).	10
4. Comparación de necesidades recomendadas de aminoácidos esenciales para pre-escolares (2 a 5 años de edad) con la composición de proteína de granos andinos(g/kg/día).....	12
5. Producción de maca en función al ecotipo.....	16
6. Composición químico proximal de diferentes ecotipos de la Maca.....	17
7. Composición de aminoácidos en la Maca.....	19
8. Minerales presentes en la maca.....	19
9. Características funcionales de los extrusores.....	21
10. Necesidades de aminoácidos a diferentes edades como patrón de referencia (mg, de aa/g de proteína).....	32
11. Composición químico proximal de productos comerciales en polvo (100g de muestra).....	37
12. Análisis químico de materiales e insumos(100g de muestra).....	53
13. Valoración de contenidos de aminoácidos en nitrógeno de proteínas de 5 formulaciones de cañihua, maca y leche en polvo.....	66
14. Cómputo químico de las 5 formulaciones de bebida en polvo.....	68
15. Análisis de variancia con respecto al color	69
16. Análisis de variancia con respecto al olor	70
17. Análisis de variancia con respecto al sabor.....	71
18. Análisis de variancia con respecto al aroma.....	71
19. Análisis de variancia con respecto a la textutura.....	72

20.	Análisis de variancia con respecto a la apariencia	73
21.	Composición química de 5 formulaciones de bebida en polvo	74
22.	Resultados de valor biológico de mezcla instantánea ideal.....	77
23.	Análisis microbiológico de mezcla harina instantánea de Cañihua, Maca y leche en polvo entera (formulación D).....	78
24.	Requisitos microbiológicos	78



INDICE DE FIGURAS

FIGURA N°	Pág.
1. Cañihua. Sus componentes botánicos : A. Planta, B. Formas de hoja, C. grano...	3
2. Maca. Sus componentes botánicos: A. planta, B. Raíz, C. fruta, D. Semilla.....	14
3. Diagrama de flujo para la elaboración de harina instantánea de Cañihua por cocción- extrusión.....	46
4. Diagrama de flujo para la elaboración de harina instantánea de Maca por cocción – extrusión.....	48
5. Diagrama de flujo para elaboración de mezcla instantánea en polvo a base de Cañihua, Maca y Leche en polvo entera.....	50
6. Análisis químico de materias primas, harinas e insumos (100 g de muestra).....	54
7. Composición química de 05 formulaciones de bebida en polvo.	75



INDICE DE ANEXOS

Anexo N°	Pag.
1. Evaluación sensorial de atributo color.....	88
2. Evaluación de aceptabilidad atributo olor.....	88
3. Evaluación sensorial de aceptabilidad de atributo sabor.....	89
4. Evaluación sensorial de aceptabilidad de atributo aroma.....	89
5. Evaluación sensorial de aceptabilidad atributo textura.....	90
6. Evaluación sensorial de aceptabilidad atributo apariencia.....	90
7. Resultados de análisis químico.....	
8. Resultados finales valor Biológico.....	
9. Análisis proximal de la muestra.....	
10. Insumos y valor calórico de la ración preparada.....	
11. Análisis químico de la ración preparada.....	
12. Control de peso por día y consumo de alimentos VB.....	

RESUMEN

Esta investigación titulada “ELABORACION DE UNA BEBIDA INSTANTÁNEA A BASE DE CAÑIHUA (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) con MACA (*Lepidium meyenii* Walp) extruida” tuvo los siguientes objetivos: “Elaborar una bebida instantánea a base de cañihua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) con maca (*Lepidium meyenii* Walp) extruido”, Determinar la mezcla ideal de una bebida a base de harina de cañihua, maca extruida, leche en polvo entera y azúcar, Determinar el contenido físico-químico de la muestra ideal, Evaluar las características organolépticas del producto final y Determinar el valor biológico. Se utilizó el método score químico para la selección de la mezcla ideal, en la selección de formulaciones, se obtuvo como mejor formulación con: 50% harina extruida de cañihua, 20% harina extruida de maca y 30% de leche en polvo entera, obteniendo un cómputo químico de 94.99%.

Después de obtener las cinco bebidas en polvo, se realizó los análisis sensoriales en panelistas semi entrenados. En la presente investigación, no hubo diferencias significativas estadísticamente en los seis atributos (color, olor, sabor, aroma, textura y apariencia), concluyendo que los efectos de los tratamientos son iguales, debiendo atribuirse las diferencias numéricas entre promedio de las calificaciones a fluctuaciones producidas por el azar o por el muestreo.

La bebida óptima en polvo fue caracterizado al someterla a los análisis químicos, análisis biológicos y análisis microbiológico; presentando las siguientes composiciones químicas: 2.90% de humedad, 15.20% de Proteína, 7.30% de extracto etéreo, 2.31% de fibra cruda, 1.20% de ceniza y 71.09% de Extracto Libre de Nitrógeno; Valor Biológico fue 58.95% y en análisis microbiológico se obtuvo: $Max. 07 \times 10^{-1}$ UFC/g de Mesófilos aerobios viables, Menor de 10^{-1} UFC/g de Numeración de *Staphiloccoccus Aureus*, Máx. 10×10^{-1} UFC/g de Numeración de Mohos y Levaduras.

I. INTRODUCCION

En la Región de Puno posee abundantes recursos que no han sido aprovechadas adecuadamente en la parte agroindustrial, la mayoría de ellos en especial Cañihua y Maca, que son alimentos de alto valor nutritivo que deben ser aprovechadas por la población para mejorar el estado nutricional.

Por lo tanto, para incentivar el consumo masivo de la cañihua y maca, motivar el incremento del cultivo de los cereales y tubérculos andinos principalmente en la Región Puno.

Como objetivo General se ha planteado: Elaboración de una bebida instantánea a base de la harina de Cañihua y Maca extruida.

El presente Investigación contiene: Introducción, marco teórico, materiales y métodos, dentro de ello se tiene método de análisis, evaluación sensorial del producto y diseño estadístico. Resultados y discusión, se ha caracterizado las materias primas, con la metodología experimental; se desarrollado balance de materia en la obtención de cañihua extruida, balance de la materia de la maca extruida, selección de formulaciones óptima mediante la bebida reconstituida, aplicado mediante el análisis sensorial y estadístico, caracterización de la bebida en polvo, análisis biológico y análisis microbiológico y finalmente conclusiones y recomendaciones. Por lo tanto se hace necesario priorizar el consumo masivo tanto de Cañihua y Maca que son de alto valor nutritivo y disponibilidad local, favoreciendo directamente al productor, motivando el incremento del cultivo de los cereales y tubérculos andinos, elevando así su nivel de ingreso económico y favorecer con ello a los agricultores su estándar de vida. Es así que frente a una necesidad este trabajo de investigación tuvo por objetivos:

- Determinar el contenido físico-químico de Cañihua y Maca extruida.
- Determinar la mezcla ideal de una bebida a base de harina de Cañihua extruida, Maca extruida y leche en polvo en la elaboración del producto instantáneo, mediante la evaluación del contenido proteico, sedimentado y características organolépticas del producto final.
- Determinar el valor biológico.

CAPITULO II

MARCO TEORICO

2.1 CAÑIHUA.

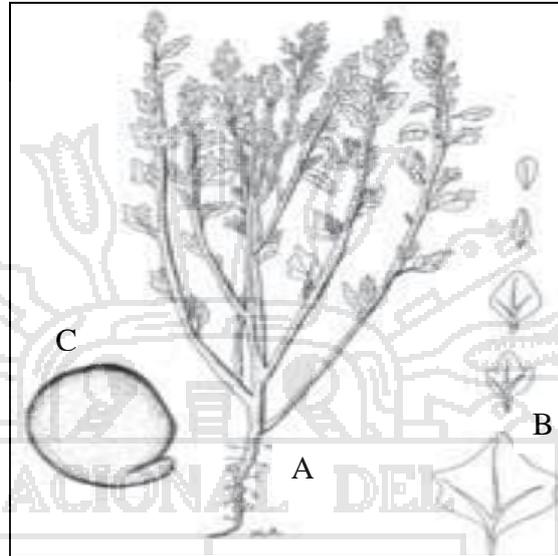
2.1.1 DESCRIPCION BOTANICA.

La cañihua es una planta terófito erguida o muy ramificada desde la base, de un porte entre 20 y 70 cm. Tanto los tallos en su parte superior, como las hojas y las inflorescencias están cubiertas de vesículas blancas o rosadas (León, 1964).

La planta de cañihua puede ser erguida o algo postrada y alcanza entre 20 y 70 cm de alto. Tanto los tallos en su parte superior, como las hojas y las inflorescencias están cubiertos de vesículas de color blanco o ligeramente rosado que las protegen del frío. Las hojas alternas presentan pecíolos cortos y finos, las láminas son engrosadas, de forma de rombo, las hojas presentan tres nervaduras bien marcadas en la cara inferior que se unen después en la inserción del pecíolo. Las inflorescencias son pequeñas, axilares o terminales, cubiertas totalmente por el follaje que las protege del efecto de las bajas temperaturas (Tapia M.-Fries A. 2007).

El fruto está cubierto por el perigonio de color generalmente gris, el pericarpio es muy fino y traslúcido. La semilla es muy pequeña de 1 a 1,2 mm y de color castaño claro, oscuro o negro con el episperma muy fino (Tapia M.-Fries A. 2007).

Figura 01. Cañihua. Sus componentes botánicos: A. Planta, B. Formas de hoja, C. Grano



FUENTE: Guía de campo de cultivos andinos. Tapia M. E. – Frías A.M. FAO Roma 2007.

Paredes (1967), propuso la clasificación en cuatro grupos principales de qañiwas cultivadas y una silvestre:

- Saigua qañiwa de crecimiento erecto, grano castaño;
- Saigua ccoito de crecimiento erecto grano marrón oscuro a negro;
- Lasta qañiwa crecimiento ramificado grano castaño;
- Lasta ccoito crecimiento ramificado grano marrón oscuro a negro;
- Cuchi-qañiwa especie semi silvestre.

En la estación experimental Illpa/INIAE en Puno, se han seleccionado las variedades Ramis, Cupi y Lampa. Sin embargo los campesinos reconocen una serie de cultivares adicionales como Chilliwa, Kello o amarillo, Puka o rojo y Airampo o de color morado (Tapia M.-Fries A. 2007).

2.1.2 CLASIFICACION TAXONOMICA.

La clasificación taxonómica de la cañihua según Engler citado por Solano (2001):

REINO	: VEGETAL
SUB REINO	: PHANEROGAMAE
DIVISIÓN	: ANGIOSPERMAE
CLASE	: DICOTYLEDONEAE
SUB CLASE	: ARCHICHLAMYDEAE
ORDEN	: CENTROSPERMALES
FAMILIA	: CHENOPODIACEAE
GÉNERO	: CHENOPODIUM
ESPECIE	: <i>Chenopodium canihua</i> Cook
NOMBRE COMÚN	: "kañiwa", "cañihua", "cañahua", "quinua silvestre", "cañiwa".

2.1.3 ORIGEN.

Con relación al origen de este cereal andino, se encuentra referencias similares con el de la quinua, su origen se pierde en la prehistoria; pero no hay duda que es un cultivo autóctono de los andes de América, originaria de la meseta del Collao, donde se ha cultivado desde tiempos inmemorables, la cañihua originaria de los Andes del sur de Perú y Bolivia, y fue domesticada por los pobladores de estas naciones. (Hernández, 1992).

2.1.4 DISTRIBUCION GEOGRÁFICA Y REQUERIMIENTOS CLIMÁTICOS.

La cañihua es una de las especies agrícolas menos estudiadas y en muchas oportunidades se le ha confundido con la quinua. Se cultivo se centraliza en el altiplano de Puno en las zonas agroecológicas de Suni y Puna, en el Altiplano y las serranías de Cochabamba, Bolivia, y en parcelas muy aisladas en Cusco, Huancavelica y Huancayo, Perú.

No ha tenido mayor difusión fuera de estas regiones. Es el cultivo que con la maca, más resiste las bajas temperaturas y presencia de heladas, pero es sensible a la falta de humedad sobre todo al inicio de su crecimiento (Tapia M.-Fries A. 2007).

2.1.5 ADAPTACIÓN.

Es uno de los cultivos andinos propios de las mayores alturas, sobre los 3,500 msnm. Su uso como grano es de especial importancia, tanto por su alto valor nutritivo como por crecer en una zona en que son muy escasas las plantas alimenticias (Tapia M.-Fries A. 2007).

La cañihua puede llegar a soportar temperaturas desde -10 °C hasta 28 °C, altitudes de 3800 y 4300 m; no se puede dejar de mencionar que esta planta presenta un proceso de dehiscencia a causa de su maduración progresiva. (Hernández, 1992).

2.1.6 COSECHA.

En los campos sembrados con mezclas, el periodo de cosecha se inicia a principio de marzo y se extiende hasta mayo, debido a que no todas las plantas maduran a la vez. Además se cosechan las plantas sin haber alcanzado su total madurez, que se completa en los «arcos» que se forman al arrancar las plantas y amontonarlas para su secado.

Al sembrar variedades seleccionadas, la cosecha se concentra y se puede hacer el corte de plantas con una segadora, tratando de evitar la caída de granos. Un factor que puede afectar seriamente la producción es la presencia de granizadas en el mes de marzo poco antes de la maduración, lo que puede reducir los rendimientos en un 40 a 50 por ciento, ya que las semillas no están suficientemente adheridas en las inflorescencias. Los cohetes de altura pueden evitar la caída de granizo si se usan oportunamente.

La trilla en la forma tradicional se efectúa, al igual que con la quinua, con palos curvados al extremo y revestidos de tiras de cuero de llama (waqtana). El golpeo se repite varias veces conforme avanza la maduración de la planta.

Una vez trillado el grano es venteado, para separar los granos de las coberturas y pequeños tallos. El uso de una trilladora mecánica permite disminuir el tiempo requerido, y a la vez mejorar la calidad del grano, reduciendo su contaminación con la tierra (Tapia M. - Fries A. 2007).

2.1.7 FORMAS DE UTILIZACIÓN Y CONSUMO.

La forma de consumo es de la siguiente manera (Tapia, 2000):

- Consumo humano: mayormente en forma de Kañiwa hak'u o cañihuaco (grano tostado y molido), o harina de cañihua, con el que se preparan panes secos (kispño), mazamorras, tortas, refrescos, bebidas calientes, entre otros.
- Consumo animal: como forraje en las zonas del altiplano donde existe una agricultura muy limitada, como ingrediente en la dieta de pollos parrilleros.
- Uso industrial: como sucedáneo del trigo en la panificación.
- Algunas otras formas de transformación artesanal de la cañihua, quinua y amaranto (FAO, 2000):
 - Grano Reventado.
 - Harina tostada.
 - Harina y grano extruido.

2.1.8 VALOR NUTRICIONAL.

El consumo de granos (quinua, cañihua y kiwicha), ricos en lisina y metionina, y de leguminosas (tarwi, frijol) compensan las carencias de los tubérculos (Guido A. 2005).

La quinua (*Chenopodium quinoa*), la cañihua (*Chenopodium pallidicaule*) y el amaranto o kiwicha (*Amaranthus caudatus*) son granos andinos que se caracterizan por contener proteínas de alto valor biológico (aminoácidos esenciales disponibles al organismo animal para satisfacer su requerimiento durante una situación biológica) y valor nutricional (aminoácidos para síntesis de proteínas totales juntamente con otros nutrientes).

En el cuadro 01, se aprecia el contenido de macronutrientes de los granos andinos, comparados con el trigo, donde se observan las diferencias en cantidad y calidad (Guido A. 2005).

Cuadro 01: Composición de los granos andinos en comparación con el trigo (g/100g)

Composición	Quinoa (a)	Cañihua (a)	Kiwicha	Trigo
Proteína	11.7	14.0	12.9	8.6
Grasa	6.3	4.3	7.2	1.5
Carbohidratos	68.0	64.0	65.1	73.7
Fibra	5.2	9.8	6.7	3.0
Ceniza	2.8	5.4	2.5	1.7
Humedad %	11.2	12.2	12.3	14.5

(a) Valores promedio de las variaciones de la tabla de composición de los alimentos peruanos.

Fuente: Collazos *et al.*, 1975.

Las necesidades de proteína en los alimentos fueron definidas en 1985 por el Comité de Expertos FAO/OMS/ONU, como "la dosis más baja de proteínas ingeridas en la dieta que compensa las pérdidas orgánicas de nitrógeno en personas que mantienen el balance de energía a niveles moderados de actividad física. En los niños y en las mujeres embarazadas o lactantes, se considera que las necesidades de proteínas comprenden aquellas necesidades asociadas con la formación de tejidos o la secreción de leche a un ritmo compatible con la buena salud" (Guido A. 2005).

Para estimar las necesidades de proteínas y aminoácidos, el Comité de Expertos se basó en estudios de Balance de Nitrogenados (BN) realizado con individuos de diferentes edades (Guido A. 2005).

Existen 22 aminoácidos que conforman las proteínas y que son fisiológicamente importantes. El organismo sintetiza 14 a partir del adecuado suministro de nitrógeno, y los que no pueden ser sintetizados (aminoácidos esenciales) a la velocidad y cantidad requerida, son suministrados a través de ciertos alimentos en la dieta. Ellos son: leucina, isoleucina, lisina, metionina, fenilalanina, treonina, valina, triptófano, y para los lactantes hay que considerar a la histidina.

Las proteínas biológicamente incompatibles son aquellas que tienen uno o más aminoácidos esenciales que limitan la síntesis de proteínas tisulares, disminuyendo su utilización. En el Cuadro 02, evalúa el contenido de los aminoácidos lisina, metionina, treonina y triptófano en las proteínas de los granos andinos; en ella se observa que estos aminoácidos son elevados al ser comparados con los cereales (pobres en lisina y treonina) y las leguminosas (pobres en aminoácidos azufrados: metionina + cistina). Esto significa que el Cómputo Aminoacídico (relación entre los mg de aminoácidos en 1g de nitrógeno de la proteína del alimento estudiado y los mg. de aminoácidos en 1g de nitrógeno de la proteína de referencia) es bueno permitiendo realizar mezclas de cereales y leguminosas para mejorar el Cómputo Aminoacídico y la calidad Biológica de la proteína de la mezcla (Complementación Aminoacídica) (Guido A. 2005).

Cuadro 02: Contenido de aminoácidos lisina, metionina, treonina y triptófano en los granos andinos y en trigo (g de aminoácidos/100 g de proteínas).

Aminoácidos	Quinoa (a)	Cañihua (a)	Kiwicha	Trigo (b)
Lisina	6.8	5.9	6.7	2.9
Metionina	2.1	1.6	2.3	1.5
Treonina	4.5	4.7	5.1	2.9
Triptófano	1.3	0.9	1.1	1.1

(a) Valores promedio de las variedades de la tabla de composición de alimentos peruanos.

(b) FAO, 1983. Contenido en aminoácidos de los alimentos y datos biológicos sobre las proteínas.

En el Cuadro 03, calcula la proteína de la quinua, cañihua y kiwicha necesaria para satisfacer los requerimientos de aminoácidos esenciales en preescolares (2-5 años). Resaltando que para este grupo etéreo, la fenilalanina y la tirosina son aminoácidos limitantes, mientras que la cañihua y la kiwicha tienen más aminoácidos limitantes: leucina, metionina, fenilalanina y triptófano (Cuadro 04).

Cuadro 03: Cantidad calculada de proteína de quinua, cañihua y kiwicha que es necesario ingerir para satisfacer los requerimientos de aminoácidos esenciales en pre-escolares (2 a 5 años de edad).

Aminoácidos mg/kg/día	Necesidades aminoácidos (mg/día)	Contenido aminoácidos en proteína (mg/g)			Cantidad proteína requerida para satisfacer requerimientos (g/kg/día)		
		Quinua	Cañihua	Kiwicha	Quinua	Cañihua	Kiwicha
Isoleucina	28,00	69,00	64,00	52,00	0.40	0.43	0.53
Leucina	66,00	67,00	58,00	46,00	0.98	1.13	1.43
Lisina	58,00	68,00	58,00	67,00	0.85	1.00	0.86
Metionina + Cistina	25,00	33,00	16,00	35,00	0.75	1.56	0.71
Fenilalanina + Tirosina	63,00	40,00	35,00	35,00	1.57	1.80	1.80
Treonina	34,00	45,00	47,00	51,00	0.75	0.72	0.66
Triptofano	1,10	13,00	8,00	11,00	0.84	1.37	1.00
Valina	35,00	35,00	45,00	45,00	1.00	0.77	0.77
Proteína de referencia (g/kg/día)	1.10	-	-	-	-	-	-

*FAO/CIMS/UNU (1985) Necesidades de Energía y Proteína. Serie N° 724;

**Marcial y Vásquez (1988) VI Congreso Internacional sobre Cultivos Andinos. Quito (Ecuador).

***Imerí Velarde (1985). Tesis MS. INCAP (Guatemala); ·Sólo metionina (Collazos *et al.* - 1996) La Composición de los Alimentos Peruanos; ·Sólo fenilalanina (Collazos *et al.* - 1996) La Composición de los Alimentos Peruanos.

La calidad de una proteína depende de la concentración de aminoácidos esenciales y la digestibilidad de la proteína. Si al evaluar ambos factores están en menos del 100 % significará que habrá que corregir el aporte de proteína, aumentando su cantidad para compensar la menor utilización biológica (Guido A. 2005).

La relación de eficiencia de proteína (PER) evalúa la calidad de la proteína y mide la ganancia de peso corporal con relación a la cantidad de la proteína consumida. La PER corregida de la quinua sin tratar es de 1.36 - 1.86 a 50 %, pero con tratamiento térmico a 87 °C, mejora a 1.83 - 2.11. La kiwicha autoclavada fue de 2.3, valores que representan un porcentaje ligeramente menor con relación a la caseína con PER de 2.5 (Guido A. 2005).

La fibra dietética es un componente de los vegetales que no es digerido por las enzimas del sistema digestivo del ser humano. Los componentes más importantes de la fibra dietética son los polisacáridos complejos, tales como la celulosa, B-glucanos, hemicelulosa, pectinas y gomas. Repo-Carrasco, en 1992, efectuó el análisis de la fibra dietética en quinua, cañihua y kiwicha. La Tabla 4 indica que la cañihua es el grano andino de mayor contenido de fibra, esto es probablemente debido a la presencia del perigonio que no se elimina por completo (Guido A. 2005).

Cuadro 04: Comparación de necesidades recomendadas de aminoácidos esenciales para preescolares (2 a 5 años de edad) con la composición de la proteína de granos andinos (g/kg/día)

Aminoácidos mg/kg/día	Recomendaciones con relación al requerimiento proteína (mg/día)	Contenido aminoácidos (mg/g)			Cantidad proteína requerida para satisfacer requerimientos pre escolares (g/kg/día)		
		Qui nua	Cañihua	Kiwicha	Quinoa	Cañihua	Kiwicha
Isoleucina	30.8	69	6.4	52	0.45	0.48	0.59
Leucina	72.6	67	58	46	1.08	1.25	1.58
Lisina	63.8	68	58	67	0.94	1.10	0.95
Metionina + Cistina	27.5	33*	16 (.)	35**	0.83	1.72	0.78
Fenilalanina + Tirosina	69.3	40	35 (..)	35	1.73	1.98 (..)	1.98
Treonina	37.4	45	47	51	0.83	0.79	0.73
Triptofano	12.1	13	8	11	0.93	1.51	1.10
Valina	38.5	35	45	45	1.10	0.85	0.85
Proteína de referencia (g/kg/día)	1.10	-	-	-	(63)	(55)	(55)

* FAO/OMS/UNU (1985);

** Marcial y Vásquez (1988);

***Imeri Velarde (1985); ·Sólo Metionina (Collazos *et al.*, 1986) La Composición de los Alimentos Peruanos; Sólo Fenilalanina (Collazos *et al.*, 1986) La Composición de los Alimentos Peruanos. Índice de la calidad de proteínas en porcentaje.

2.2 MACA.

A través de la historia andina los pobladores domesticaron poco a poco las plantas que crecían en estado silvestre y que les servía de alimento. La habilidad agrícola del antiguo peruano hizo que alcanzara niveles de producción que les permitía no solo asegurar la alimentación de su población, sino dejar excedentes para épocas de escasez, de los principales cultivos y la maca (Chacón, 1997).

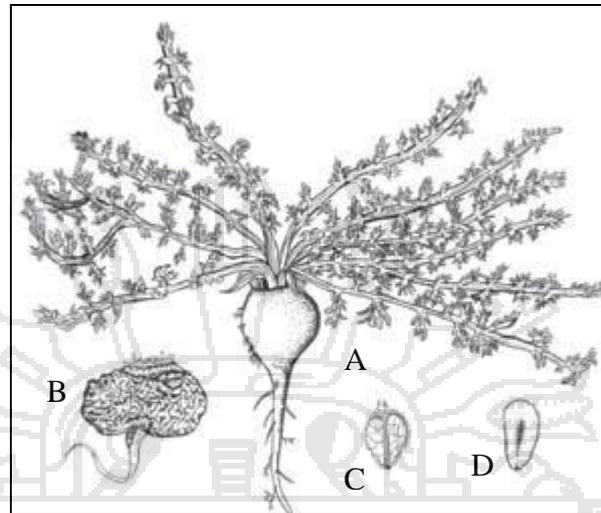
Maca es una especie nativa peruana, de origen alto andino, pero su cultivo al igual que otras especies vegetales, fue desapareciendo de la conquista española tanto que fue declarado en la década del ochenta, por la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación – FAO como una especie en peligro de extinción. (INADE/PELT-PIWA, 2000).

2.2.1 DESCRIPCION BOTANICA.

Es una planta de crecimiento postrado, similar al rabanito. Las hojas en la base son de forma arrestada, pegadas al suelo y con pecíolos largos de más de 20cm. y 2 a 3cm. de ancho. Las flores son muy pequeñas, al igual que las semillas.

Desde hace más de 20 años se han iniciado actividades de selección de ecotipos más productivos y que corresponden a ocho diferentes coloraciones de la raíz, las que van desde blanco hasta morado (Tapia M.-Fries A. 2007).

Figura 2. Maca. Sus componentes botánicos: A. Planta B. Raíz, C. Fruto, D. Semilla.



FUENTE: Guía de campo de cultivos andinos. Tapia M. – Fries A. FAO Roma 2007.

2.2.2 CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA.

Obregon (1997), determinan para la “maca” la siguiente clasificación botánica:

DIVISIÓN	: ANGIOSPERMAE
CLASE	: DOCOTYLEDONEAE
SUBCLASE	: ARCHICHLAMYDEAE
ORDEN	: PAPAVERALES
FAMILIA	: BRASSICACEAE
GENERO	: LEPIDIUM
ESPECIE	: <i>Lepidium Meyenii</i> Walp
NOMBRE VULGAR	: MACA

2.2.3 ORIGEN.

El origen de la maca, cultivo propio de las zonas más altas sobre los 4 000 m no está bien definido, e incluso su denominación taxonómica ha sido cuestionada sugiriéndose que *Lepidium meyenii* sería una especie silvestre y que la especie cultivada sea denominado *Lepidium peruvianum* Chacón, según la propuesta de Chacón (1997).

La maca es una planta que crece entre los 3.500 y los 4.500 metros de altura sobre el nivel del mar, en la zona conocida como los Andes Centrales de Perú, específicamente en la Meseta del Bombón, entre los estados de Junín y Pasco. Esta planta forma parte de la familia de los crucíferas, y es una de las cuatro plantas que nacen y se desarrollan en los Andes, en temperaturas que oscilan entre los 4 y 7 °C durante el día, y hasta -8 °C durante la noche. Se estima que existen alrededor de 100 especies de maca, 11 de las cuales se reproducen en este país sudamericano (Golberg, 2001).

2.2.4 DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA, REQUERIMIENTOS CLIMÁTICOS.

Es una especie con área de distribución muy restringida en la zona agroecológica de Puna, sobre los 4 000 msnm en los departamentos de Junín y Cerro de Pasco, de Perú, aunque existen versiones no comprobadas de que en el pasado su distribución hubiera sido mayor en los Andes centrales, alcanzando su cultivo hasta el sur, en Puno. La maca es una de las especies que mejor tolera el frío, pudiendo soportar temperaturas debajo de 0° C (Tapia M.-Fries A. 2007).

La maca, está adaptada a las condiciones extremas de altura y de clima, resiste las heladas, granizadas, sequías y vientos fuertes, también es resistente a las plagas y enfermedades que atacan a los cultivos andinos. La maca tiene un alto contenido de calcio y fósforo, asimismo, su contenido de calorías y carbohidratos son altos lo cual contribuye a mantener y recobrar las energías. Según los pobladores de la sierra central las personas que consumen maca son fuertes, viven muchos años y en pleno uso de razón Chacón (1997).

2.2.5 PROPIEDADES DE LA MACA.

Según INADE/PELT-PIWA, 2000; destaca las siguientes propiedades:

- Es un gran alimento por que contiene los elementos esenciales para el buen desarrollo del organismo: micro elementos (calcio, hierro y fósforo), proteína, carbohidratos y aminoácidos esenciales; por eso muchos la consideran, aparte de ser un gran alimento como un reconstituyente natural.

- La maca destaca por las extraordinaria dosis de albúminas (proteína constituyente del suero sanguíneo) que posee.
- La maca es la única planta que tiene magnitud de proteína y aminoácidos, similares a las de la carne.
- Por alta disponibilidad de calorías (azúcares como la glucosa y fructuosa) es un reconstituyente de las glándulas endocrinas especiales de las tiroides regulando su secreción.
- Estimula el metabolismo, mejora la memoria, es antidepresivo y muy efectivo para combatir la anemia.
- Se le usa para combatir el raquitismo y la osteomalacia por las elevadas cantidades de calcio y fósforo que posee.

2.2.6 ECOTIPOS DE LA MACA

La mayoría de los autores describe diferentes ecotipos de la maca teniendo en cuenta el color externo de la raíz, las que presentan principalmente colores: amarillo, negro, rojo y morado. (Obregon, 1998).

Cuadro 05: Producción de maca en función al ecotipo.

ECOTIPO	% DE PRODUCCION
Amarillo	47.80
Rojo - blanco	16.50
Morado – blanco	9.00
Blanco – rojo	6.30
Plomo	5.40
Negro	4.20
Rojo – amarillo	3.70
Blanco	2.20
Blanco – morado	1.60
Amarillo – rojo	1.30

Fuente: (Obregón, 1998).

2.2.7 VALOR NUTRICIONAL DE LA MACA.

El valor nutricional del hipocotilo seco de la maca es alto, asemejándose a aquellos encontrados en cereales y gramos tales como maíz, arroz y trigo, los hipocotilos frescos contienen 80 por ciento de agua, los hipocotilos secos de maca tiene la siguiente composición; 59 por ciento de carbohidratos, 10.2 de proteína, 8.5 de fibra y 2.2 por ciento de lípidos (Chacon, 1997).

Cuadro 06: Composición químico proximal de diferentes ecotipos de la maca

Determinación análisis proximal	Ecotipos		
	Amarillo (g%)	Rojo (g%)	Negro (g%)
Humedad	9.71	10.14	10.47
Proteínas totales	17.99	17.22	16.31
Grasa	0.82	0.91	0.82
Carbohidratos	62.69	62.60	63.82
Fibra	5.30	5.45	4.95
Ceniza	3.49	3.68	3.63
Nitrógeno Total	2.87	2.76	2.42
Nitrógeno Proteico	1.55 8.25	1.16 9.97	1.36 7.7
Prot. pura (NPx6.25)	37.86	37.52	38.18
Almidón			
Vitaminas	(mg%)	(mg%)	(mg%)
Niacina	43.03	37.27	39.06
Acido Ascórbico	3.52	3.01	2.05
Riboflavina	0.61	0.50	0.76
Tiamina	0.42	0.52	0.43

Fuente: Obregon (1998)

Según Obregon (1998), destaca que en un trabajo de investigación realizado sobre el “Estudio químico y Fitoquímico comparativo de tres ecotipos de *Lepidium meyenii* Walp, “maca” procedente de Carhuamayo (Junín) obtuvo los resultados que se aprecia en la Cuadro 06.

Podemos comentar que los valores proteicos, son superiores a los de la gran mayoría e tubérculos y raíces, entre ellos: la papa fresca (1.9%), el camote (3.98%), la zanahoria (8.8%), entre otros; razón por la que está considerada en el rango de raíz proteicamente valiosa.

Esta apreciación se verá conformada en la descripción de los aminoácidos presentes en la maca (Obregon, 1998).

En cuanto a los aminoácidos presente en la Maca realizados en un trabajo de investigación, esta es óptima como se observa en el cuadro respectivo.

Nutricionalmente hablando es conocido la deficiencia en aminoácidos esenciales de los tubérculos y raíces, sin embargo en el caso de la maca es muy valiosa la presencia de prácticamente todos ellos excepto el triptófano(este no se determinó), si bien no se detectó cisteína, esta se forma a partir de metionina y fenilalanina (Obregón, 1998).

La maca también es rica en esteroides y un alto contenido de mineral, en particular en hierro, calcio y cobre (Aliaga, 1999).

Cuadro 07: Composición de aminoácidos en la maca.

Aminoácidos	miligramos de \hat{a} 1 g. de proteína
Ac. Aspártico	91.7
Ac. Glutámico	156.5
Serina	50.4
Histidina	21.9
Glicina	68.3
Treonina	33.1
Alanina	63.1
Argenina	99.4
Tirosina	30.6
Fenilalanina	55.3
Valina	79.3
Metionina	28.0
Isoleucina	47.4
Leucina	91.0
Lisina	54.5
HO-Prolina	26.0
Prolina	0.5
Sarcosina	0.7

Fuente: Aliaga (1999)

Cuadro 08: Minerales presentes en maca.

Minerales	mg/100g.
Calcio	220.00
Fósforo	180.00
Hierro	15.50
Manganeso	0.80
Cobre	5.90
Zinc	3.80
Sodio	18.70
Potasio	2050.00

Fuente: Aliaga (1999).

2.3 PROCESO DE COCCION-EXTRUSION DE ALIMENTOS.

2.3.1 Principios básicos de la cocción-extrusión.

Harper (1981), define la extrusión como el moldeo de un material por forzamiento, a través de muchas aberturas de diseño especial, después de haberlo sometido a un previo calentamiento; asimismo menciona que la cocción-extrusión combina el calentamiento con el cocimiento y formación de alimentos húmedos, almidonosos y proteicos, de acuerdo a las características de funcionamiento normales de 5 tipos de extrusores y sus características funcionales se muestran en Cuadro 09.

Harper (1988), sostiene que durante el proceso de extrusión, el alimento es trabajado y calentado por una combinación de fuentes de calor, incluyendo la energía disipada por fricción al girar el tornillo, o inyección de vapor directo a lo largo de la cámara. La temperatura del producto supera la temperatura de ebullición normal, pero no ocurre evaporación debido a la elevada presión que existe. Durante el paso de los ingredientes alimenticios a lo largo del extrusor, son transformados de un estado granular crudo a una masa continua. Esta transformación, descrito como cocción, involucra la ruptura de los gránulos de almidón, la desnaturalización de las moléculas de proteína, y otras reacciones que pueden modificar las propiedades nutricionales, texturales y organolépticas del producto final. En la descarga del extrusor, la pasta cocida a alta temperatura y presurizada es forzada a través de una pequeña abertura llamada boquilla, que permite dar forma al producto. La caída de presión a la salida, ocasiona la expansión y la evaporación de la humedad en el producto.

Cuadro 09: Características funcionales de los extrusores.

PARÁMETRO	Extrusor de pasta	Modelador por extrusion de elevada presión	Extrusor de cocción de baja fuerza de cizalla	Extrusor Collet	Extrusor de cocción de elevada fuerza de cizalla
Contenido de agua de los alimentos a la entrada (%)	31	25	20-35	12	20
Contenido de agua del producto a la salida (%)	30	25	15-30	2	4.10
Temperatura del producto °C	52	80	150	200	180
D/L	3-4	4.5	7-15	9	7
Velocidad del tornillo r.p.m.	30	40	60-200	300	350-500
Velocidad de corte S-1	5	10	20-100	140	120-180
Suministro de energía Kw-hr/kg.	0.05	0.05	0.02-0.05	0.13	0.14
Proporción de energía suministrada disipada como calor Kw-hr/kg.	0.03	0.04	0.02-0.03	01	0.1
Suministro de energía neta al producto Kw-hr/kg.	0.02	0.03	0.06-0.07	0.1	0.10-0.07
Tipos de productos	Marconi	Cereales Snacks	Bases para sopas	Snacks expand.	Proteínas texturizadas

Fuente: **Adaptado** de Harper (1981).

Durante el proceso de extrusión, el alimento es trabajado y calentado por una combinación de fuentes de calor, incluyendo la energía disipada por fricción al girar el tornillo, o inyección de vapor directo a lo largo de la cámara. La temperatura del producto supera la temperatura de ebullición normal, pero no ocurre evaporación debido a la elevada presión que existe.

Durante el paso de los ingredientes alimenticios a lo largo del extrusor, son transformados de un estado granular crudo a una masa continua.

Esta transformación, descrito como cocción, involucra la ruptura de los gránulos de almidón, la desnaturalización y reorientación de las moléculas de proteína, y otras reacciones que pueden modificar las propiedades nutricionales, texturales y organolépticas del producto final. En la descarga del extrusor, la pasta cocida a alta temperatura y presurizada es forzada a través de una pequeña abertura llamada boquilla, que permite dar forma al producto. La caída de presión a la salida, ocasiona la expansión y la evaporación de la humedad en el producto. (Harper y Jansen 1988).

Según Miller (1990) citado por Harper (1992) menciona que los extrusores consisten de dos componentes básicos: (1) el tornillo o tornillos que giran en una cámara que transporta el material alimenticio mientras que genera presión y esfuerzo de corte y (2) una boquilla u orificio de restricción a través del cual el producto es forzado. Estos componentes interactúan para generar las condiciones del procesamiento.

Fellows (1994), define que la extrusión es un proceso que combina diversas operaciones unitarias como el mezclado, la cocción, el amasado y el moldeo. El objetivo principal de la extrusión consiste en ampliar la variedad de los alimentos que componen la dieta elaborando a partir de ingredientes básicos, alimentos de distinta forma, textura y color de bouquet.

2.3.2 Ventajas de la cocción-extrusión de alimentos.

Harper (1981) y Fellows (1994), presentan una lista de ventajas de los modernos extrusores que hacen que se difundan en la industria de alimentos:

- Versatilidad.- Puede producirse una amplia variedad de alimentos sobre el mismo sistema extrusor básico, usando numerosos ingredientes y condiciones de proceso.
- Alta productividad.- Un extrusor provee un sistema de procesamiento continuo de capacidad de producción mayor que otras formas de sistema.

- Bajo costo.- Los requerimientos de trabajo y espacio por unidad de producción son más pequeñas que otros sistemas de cocinado.
- Productos de alta calidad.- El proceso de calentamiento HTST minimiza la degradación de los nutrientes de los alimentos, mientras mejora la digestibilidad por gelatinización del almidón y aminora la desnaturalización de la proteína. El tratamiento a altas temperaturas y corto tiempo destruye factores indeseables en los alimentos. Algunos factores desnaturizables térmicamente son compuestos antinutricionales tales como inhibidores de tripsina, hemoglutininas, gopipol y enzimas indeseables tales como las lipasas o lipoxigenasas y microorganismos.
- Ahorro de energía.- Los sistemas de procesamiento operan a humedades relativamente bajas para producir la cocción. Los bajos niveles de humedad reducen la cantidad de calor requerido para la cocción y secado del producto.
- Producción de nuevos alimentos.- La extrusión puede modificar proteínas vegetales y otros materiales alimenticios para producir nuevos productos alimenticios.
- No genera efluentes.- La cadena de efluentes del proceso es una ventaja importante, debido al severo control de las plantas procesadoras de alimentos para prevenir riesgos de polución ambiental.

2.3.3 Efecto de la cocción-extrusión sobre el valor nutricional.

Según Bjorck y Asp. (1983), al igual que otros procesos para el tratamiento térmico de alimentos, la cocción-extrusión tiene efectos tanto beneficiosos como perjudiciales sobre el valor nutricional.

2.3.3.1 Efecto sobre las proteínas.

Linko (1981), menciona que a las temperaturas normales de cocción-extrusión (125-250°C) y presiones de 2-20 MPa, el material proteico se convierte en una masa plastificada sin pérdida de humedad, la estructura se reorienta y la masa finalmente es forzada a través de un dado para formar un producto semiseco, con cavidades abiertas y estructura conformada por cuerdecillas entrelazadas.

Bjorck y Asp (1983), mencionan que el tratamiento térmico de proteínas vegetales generalmente mejora su digestibilidad debido a la inactivación de inhibidores de proteasas y otras sustancias antifisiológicas; sin embargo la disponibilidad de los aminoácidos puede verse afectada a través de mecanismos de oxidación y reacción de Maillard.

- Inactivación de inhibidores de proteasa.

Bjorck y Asp (1983), manifiestan que la inactivación de los inhibidores de tripsina se incrementa con la temperatura de extrusión y el contenido de humedad, y a temperatura constante, aumenta con el tiempo de residencia y la humedad (a 153°C, 20% de humedad y un tiempo de residencia de 2 minutos, se puede inactivar un 89% del inhibidor de tripsina). Asimismo, mencionan que mientras se destruye la actividad ureasa y los inhibidores de tripsina, la lisina disponible varía poco.

Molina citado por Harper (1988), encontró que la inactivación de inhibidores de tripsina puede efectuarse en un extrusor de bajo costo, a baja velocidad de alimentación y muchas restricciones en la boquilla.

- Reacción de Maillard.

Harper (1981), sugiere una reacción de primer orden para la pérdida de lisina en el proceso de extrusión, debido al corto tiempo de residencia que éste involucra.

Según Bjorck y Asp (1983), la reacción de Maillard se favorece con el aumento de temperatura y reducción del contenido de agua ($a_w = 0,3$ a $0,7$), siendo las pentosas y la lisina los compuestos más reactivos. La reacción de Maillard causa la disminución de la digestibilidad de las proteínas, a la vez que reduce la disponibilidad de aminoácidos.

Bjorck y Asp (1983), mencionan que en mezclas de cereales, la pérdida de lisina varía entre 32 a 80% a 170°C , 10 a 14% de humedad y velocidad de tornillo de 60 rpm. La geometría del tornillo no mejora la retención de lisina; sin embargo el incremento de humedad de 10 a 14% reduce significativamente la pérdida de lisina de 40 a 10% en mezcla de cereales/sacarosa. Un incremento de la temperatura de proceso, razón de compresión del tornillo y la velocidad del tornillo incrementan la degradación de lisina, mientras que un incremento de la humedad (por la ley de acción de masas) y el diámetro de la boquilla tienen efecto opuesto.

Bjorck y Asp (1983), mencionan que el aumento de la energía ingresada al extrusor reduce significativamente la disponibilidad de varios aminoácidos, siendo las pérdidas de 30% para la lisina, 21% para la arginina, 15% para la histidina, 13% para el ácido aspártico y 13% para la serina. En otro estudio realizado por Beaufrand et al., citado por Bjorck y Asp (1983), se determinó una considerable pérdida de arginina y menor grado de histidina, durante la cocción-extrusión de una mezcla de cereales.

2.3.3.2 Efecto sobre los carbohidratos.

Linko (1981), reporta que la cocción-extrusión destruye la estructura organizada y cristalina del almidón, ya sea parcial o totalmente, dependiendo de la proporción relativa amilosa: amilopectina y de las variables de extrusión e imparte a los productos de almidón propiedades funcionales específicas.

Gómez y Aguilera (1983), determinaron que la cocción-extrusión de almidón de maíz a bajos niveles de humedad, produce altas temperaturas y esfuerzos de corte y con ello la degradación del almidón y la formación de dextrinas. Según Harper (1981), basado en la estequiometría, de un enlace de molécula de agua por cada grupo hidroxilo disponible en el almidón, se requeriría un nivel mínimo de 25% de humedad. Bajos niveles de humedad son suficientes para interactuar con el almidón en la extrusión para formar una pasta. Mercier citado por Harper (1981), investigó la influencia de varias humedades bajas de proceso sobre la accesibilidad del almidón en cebada, maíz y sorgo para digestión enzimática *in vitro*. En otro estudio Derby et al. Citado por Harper (1981), encontró que muestras de harina de trigo calentadas a 100°C por 10 minutos hinchaban cuando el nivel de humedad es de 33%. La presencia de azúcares y sales de sulfato restringen el incremento de volumen de los gránulos de almidón incrementado la temperatura de gelatinización. Gonzales (1991) y Harper (1981), mencionan que durante el paso a través del extrusor, el material sufre la adición de calor y que junto a la hidratación permite que ocurra la modificación de la estructura de los gránulos de almidón, conocida como gelatinización. Este fenómeno conduce a otros cambios en las propiedades del almidón, tales como el aumento del índice de solubilidad en agua, aumento de la absorción de agua, digestibilidad del almidón o susceptibilidad al ataque enzimático.

Lawton et al. Citado por Harper (1981), empleando un extrusor mono tornillo de laboratorio encontraron que las dos variables que influyen en mayor proporción sobre la gelatinización del almidón fueron la temperatura de la cámara (90-150°C) y la humedad (27-39%), siendo mayor la gelatinización a altas humedades y bajas temperaturas de cámara, velocidades altas del tornillo reducen la gelatinización debido a que disminuye el tiempo de residencia.

Linko (1981), hace referencia que debido a la elevada presión y fuerza de cizalla establecido en la cocción-extrusión, se espera la ruptura de las uniones de la sacarosa, rafinosa y las uniones α 1-4 de las malto oligosacáridos y del almidón. El incremento de temperatura y la disminución de los niveles de humedad, incrementa el número de uniones rotas.

En lo que respecta a las modificaciones de sus propiedades funcionales Kokini (1992) y Linko (1981), mencionan que el proceso de extrusión tiende a reducir el índice de solubilidad del nitrógeno, en función directa con la temperatura, debido a que causa agregación por formación de enlaces hidrofóbicos en las subunidades adyacentes.

Gómez y Aguilera (1983), proponen un modelo para la degradación del almidón de maíz, asumiendo la existencia de tres estados puros: crudo, gelatinizado y dextrinizado; con estados intermedios que incluyen gránulos dañados mecánicamente, polímeros libres y oligosacáridos y azúcares. Los diferentes estados en que el almidón es encontrado en los extruídos, dependen de la temperatura, el perfil de velocidad y las gradientes de cortes en el tornillo.

2.3.3.3 Efecto sobre los lípidos.

Bjorck y Asp (1983), mencionan que el valor nutricional de los lípidos durante el procesamiento puede ser afectado a través de diferentes mecanismos tales como la oxidación, la isomerización cis-trans o hidrogenación. La cocción-extrusión reduce el contenido de monoglicéridos y ácidos grasos libre por formación de complejos con la amilosa, haciéndolos menos utilizable. Eichner citado por Bjorck y Asp. (1983), menciona que la estabilidad de los lípidos en harina de soya completa disminuye con el incremento de la temperatura de extrusión, contenido de humedad y tiempo de residencia.

Harper (1988), menciona que la extrusión de una mezcla de maíz y soya a 155° o 171°C a 15% de humedad, produce la conversión de 1-1,5% de dobles enlaces de la configuración cis a trans.

2.3.4 Algunas características funcionales de los productos extruidos.

Según Linko (1981), en general los métodos empleados para caracterizar los productos extruidos incluyen pruebas físicas, grado de gelatinización del almidón o grado de cocción, desnaturalización de proteínas, inactivación de enzimas y modificación de lípidos.

2.3.4.1 Pruebas Físicas.

Índice de expansión.- Expresada como una relación entre el área de la sección transversal del producto moldeado y el área del orificio de salida del dado, o simplemente por la relación de diámetros del producto y el dado.

Índice de absorción de agua (WAI).- Constituye el peso del gel obtenido por gramo de muestra seca, fue originalmente desarrollado como una medida de la energía de esponjamiento o hinchamiento del almidón, alcanzando un máximo con el grado de daño de los gránulos de almidón, disminuyendo con la dextrinización. Mantiene una buena correlación con la viscosidad de la pasta fría.

Índice de solubilidad en agua (WSI).- Constituye la cantidad de sólidos solubles en una muestra seca y es empleada como una medida de la dextrinización.

Gelatinización del almidón.- Bjorck y Asp (1983), mencionan que la gelatinización del almidón durante la cocción-extrusión, se incrementa con la temperatura. El aumento de la humedad de alimentación tiene efecto positivo a altas temperaturas, mientras que el aumento de la velocidad del tornillo y el diámetro de la boquilla reduce la gelatinización. Lawton et al., citado por Bjorck y Asp (1983), menciona que la gelatinización ocurre a altos contenidos de humedad y bajas temperaturas o viceversa.

2.4 MEZCLAS ALIMENTICIAS EN LA ALIMENTACION HUMANA.

2.4.1 Mezclas Alimenticias.

Segura y Mahecha (1998), desarrollaron un producto alimenticio deshidratado para niños a base de arroz, complementando con soya y frutas para mejorar las características nutricionales y organolépticas. El proceso consistió en la precocción de los ingredientes y secado posterior en un deshidratador de tambores, se obtuvo así un producto final en forma de hojuelas con un contenido de humedad de 2 a 3% el cual es de fácil rehidratación cuando se mezcla con un líquido como leche y agua.

Sánchez (1983) en Chile desarrollaron un alimento infantil a base de 27% de harina de trigo, 20% de harina de lupino y 20% de leche entera en polvo, agregado de vitaminas y minerales, sometiendo las harinas a un tratamiento de cocción-extrusión, obteniéndose un valor de PER 2,6 y digestibilidad 85% para la mezcla ideal, los valores obtenidos demostraron la factibilidad de emplear el proceso de cocción extrusión en una fórmula de lupino-trigo-leche en las proporciones adecuadas como alternativa para el uso del lupino dulce en la alimentación humana especialmente en programas alimenticios destinadas a pre-escolares y escolares.

Para elevar la calidad de una proteína se requieren determinadas proporciones de cada aminoácido esencial, lo que ocurre con los alimentos de origen animal. La mayoría de las proteínas de origen vegetal carecen de algunos aminoácidos esenciales, pero esto se mejora efectuando mezclas de cereales y leguminosas FAO/OMS (1990). Los granos andinos se prestan ventajosamente para realizar mezclas con leguminosas o cereales. Se recomienda una proporción de 1 parte de leguminosas y 2 partes de granos, cereales o tubérculos (FAO, 1992).

CENAN (1993), menciona que las semillas de leguminosas son ricas en lisina, pero deficientes en aminoácidos azufrados; los cereales en cambio presentan adecuadas cantidades de aminoácidos azufrados siendo deficientes en lisina. Para lograr el mejor balance posible en el contenido de aminoácidos esenciales, las harinas de leguminosas pueden complementarse favorablemente con las harinas de los cereales.

Repo-Carrasco y Li Hoyos (1993), elaboraron una mezcla alimenticia a base de cultivos andinos, formularon tres mezclas de harinas, que fueron; Quinoa-Cañihua-Habas (Q-C-H), Quinoa-Kiwicha-Frejol (Q-K-F) y Kiwicha-Arroz (K-A). Su contenido proteico de las mezclas oscila entre 11,35-15,46%, siendo la mezcla K-A de menos proteína y Q-C-H la de más alto contenido proteínico. Su cómputo químico (CQ), el PER y NPU más alto obtuvieron de la mezcla Q-K-F, su PER fue superior a la de la caseína (2,59 para Q-K-F, 2,5 para la Caseína), su CQ era de 94% y su NPU 59,38.

La mezcla Q-C-H se obtuvo un CQ de 88% y de la mezcla K-A de 0,86. Los valores para el PER, NPU y Digestibilidad de la mezcla Q-C-H fueron 2,36, 47,24 y 79,2 respectivamente, además resultaron evaluaciones sensoriales favorables.

Según FAO/OMS (1994), las proteínas de los alimentos proporcionan al organismo los aminoácidos esenciales, indispensables para la síntesis tisular y para la formación de hormonas, enzimas, jugos digestivos, anticuerpos y otros constituyentes orgánicos. También suministran energía (4 Kcal/g) pero dado su costo e importancia para el crecimiento, mantención y reparación de los tejidos, es conveniente usar proteínas con fines energéticos.

2.4.2 Principios de formulación de una mezcla alimenticia

Los métodos para formular las mezclas según Bressani (1976), son los siguientes:

- Los mismos autores recomiendan que el planteamiento del cómputo químico de aminoácidos y la digestibilidad de la proteína, son factores relacionados con la calidad de la dieta que debe ser tomada en cuenta al asignar una determinada cantidad de proteína a la población. El cómputo de aminoácidos y una digestibilidad menor de 100% significará que se debe dar un mayor Mezclado de los componentes según su contenido de aminoácidos esenciales y en base al patrón de referencia que se muestra en el Cuadro 10. según (FAO/OMS 1980), Bressani (1976).

Cuadro 10: Necesidades de aminoácidos para diferentes edades como patrón de referencia (mg de aminoácidos/g de proteína).

Aminoácidos	Lactantes	Pre-escolares	Escolares	Adultos
	< 1 año	2-5 años	10-12 años	
Isoleucina	46	28	28	13
Leucina	93	66	44	19
Lisina	66	58	44	16
Metionina + Cistina	42	25	22	17
Fenilalanina + Tirosina	72	63	22	19
Treonina	43	34	28	9
Triptófano	17	11	9	5
Valina	55	35	25	13
Histidina	26	26	19	16

Fuente: FAO/OMS/ONU (1985)

- Enriqueciendo o fortificando alimentos deficientes, mediante la adición de vitaminas, minerales y aminoácidos de tal forma que pueden cubrir dichas deficiencias.
- Buscando a través de pruebas biológicas el punto de complementación óptima en términos de calidad proteica.
- La elaboración de las mezclas alimenticias debe efectuarse de acuerdo a los requerimientos nutricionales por día para lactantes, pre-escolares y escolares, los requerimientos para escolares se muestran en el Cuadro 13.

FAO/OMS/ONU (1995), establece algunos requerimientos nutricionales para la elaboración de mezclas alimenticias instantáneas para una población de mayor riesgo, tales como el contenido de proteína mínimo 12%, humedad del producto 5%, índice de peróxidos 1Meq/kg, grado de gelatinización 94%, cómputo químico 85% y menciona la procedencia de la materia prima de la misma región (Perú, cultivos andinos).

2.4.3 Relación de Eficiencia Proteica.

Es una medición que determina la capacidad de la proteína dietaria para promover el crecimiento en condiciones controladas. Consiste en controlar el crecimiento de animales jóvenes alimentados con la proteína de estudio y relacionando la ganancia de peso con los gramos de proteína consumida.

Se asume que la ganancia de peso del animal es exclusivamente debido al aporte de la proteína de alimento, lo cual no es necesariamente válido pues a veces se puede provocar una mayor retención de agua o grasa en el animal. Existen otras pruebas (NPR, relación de proteína neta) que usando una metodología similar al PER, y empleando una dieta libre de proteína corrige los valores por los requerimientos de mantenimiento (Bender, A.W. 1994).

Estos valores se relacionan con el PER de una proteína de referencia como el de la caseína (PER=2.5) y puede expresarse en porcentaje a este valor (Bender, A.W. 1994).

Las necesidades energéticas de un individuo son las dosis de energía alimentaria ingerida que compensa el gasto de energía cuando el tamaño y composición del organismo y el grado de actividad física son compatibles con un estado duradero de buena salud y permite el mantenimiento de la actividad física que sea necesaria y deseable. Un grupo mixto FAO /OMS ha formulado recomendaciones sobre las necesidades de energía en lactantes y niños de diferentes edades, sin considerar el país en que viven. Son valores medios y tienen el propósito de ser usados para planear necesidades de alimentos o dietas para diversos grupos de niños, en el Cuadro 09, se muestra los requerimientos promedio de energía alimentaria. (FAO/OMS, 1985).

Las necesidades energéticas de un individuo es definida como: La dosis de energía alimentaria ingerida que compensa el gasto de energía, cuando el tamaño y composición del organismo y el grado de actividad física de ese individuo son compatibles con un estado duradero de buena salud, y permite el mantenimiento de la actividad física que sea económicamente necesaria y socialmente deseable. (FAO/OMS/UNU 1985 citado por Olivares, 1994).

Las necesidades de proteínas fueron definidas por el Comité de expertos FAO/OMS/ONU (1985) citado por Olivares, (1994); como “la dosis más baja de proteínas ingeridas en la dieta que compensa las pérdidas orgánicas de nitrógeno en personas que mantienen el balance de energía a niveles moderados de actividad física.

Un niño debe recibir alimento adecuado y en cantidad suficiente. La calidad depende de los elementos nutritivos que contiene, siendo el más importante, la proteína. En los niños, mujeres embarazadas y lactantes las necesidades energéticas y de proteínas, incluyen las asociadas con la formación de tejidos o la secreción de leche a un ritmo compatible con la buena salud. Si la cantidad de energía ingerida como alimento está por encima o por debajo de las necesidades en forma definida, es de esperar una modificación en las reservas orgánicas a menos que el cambio energético cambie paralelamente.

Si el gasto no cambia, las reservas de energía sobre todo las reservas de tejido adiposo aumentarán o disminuirán según la ingesta supere las necesidades. A diferencia de los alimentos energéticos si se ingieren más proteínas necesarias para el metabolismo prácticamente todo el excedente se metaboliza y se excretan los productos terminales; ya que las proteínas no se almacenan en el organismo a la manera que la energía se almacena en el tejido adiposo. (FAO/OMS, 1989 y Olivares, 1994).

La calidad de las proteínas de los alimentos depende de su contenido de aminoácidos esenciales. La FAO 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. Las proteínas biológicamente incompletas son las que poseen uno o más aminoácidos limitantes.

La relación del aminoácido limitante que se encuentra en menor proporción con respecto al mismo aminoácido en la proteína de referencia para cada grupo de edad se denomina score químico (SQ). (Olivares, 1994). El SQ se expresa como sigue:

$$SQ = \frac{\text{mg de aa en 1 g de N de la proteína del alimento estudiado} \times 100}{\text{mg de aa en 1 g de N de la proteína de referencia}}$$

2.5 GENERALIDADES DE AZUCAR.

El azúcar es un edulcorante de origen natural, sólido cristalizado, constituido esencialmente por cristales sueltos de sacarosa, obtenidos a partir de la caña de azúcar, cuyos jugos contienen de 8 – 23 % de azúcar, y de la remolacha azucarera de variedad rapa, cuyo jugo contiene 13 – 15% de azúcar. Según las formulas de presentación, el azúcar recibe diferentes nombres. Kirk, R.; Sawyer, R. y Egan, H. (1996)

Azúcar Blanca, es un azúcar crudo o de color claro, pegajoso al tacto. Casi totalmente soluble en el agua, dando una solución transparente y claro con un mínimo de 85% de sacarosa sobre materia seca (Larrañaga *et al.*, 1999).

Nicol (1991) mencionado por Pastor *et al.*, (1994) cita que la sacarosa además de su valor nutritivo y de su sabor, presenta otras propiedades funcionales, como la de disminuir la actividad de agua o la incrementar la viscosidad o consistencia del producto que no se consigue con los edulcorantes intensas.

2.6 GENERALIDADES DE BEBIDA EN POLVO.

La harina instantánea es el resultado de las moliendas de cereales y leguminosas, sometidas a un tratamiento, con el fin de disminuir enzimas y factores anti nutricionales y lograr un grado de gelatinización de los almidones.

Se caracteriza por su instantaneidad en la preparación de diversos platos y bebidas requiriendo tan solo una cocción moderada o adicionando agua caliente (Jara, 1995).

En base al cacao en polvo azucarado que se obtiene por adición de azúcar, puede mezclarse con harinas, como harina de trigo o arroz, además se puede añadir féculas de maíz, se utiliza para su preparación en caliente, por cocción. En cualquier de estos casos, se puede usar también cacao en polvo semi desengrasado (Larrañaga *et al.*, 1999).

Cuadro 11: Composición químico proximal de productos comerciales en polvo (100 g de muestra).

Determinaciones	Mezcla alimenticia de soya y quinua (1)	Soyandina (2)	Chocomilk (3)
Energía, Kcal.	407,19	588	365,6
Humedad, g	2,9	n.r.	n.r.
Proteínas, g	19,47	31,2	6,4
Grasa, g	9,74	31,2	< 4
Carbohidratos, g	64,44	45,6	76
Fibra, g	0,85	n.r.	n.r.
Ceniza, g	2,6	n.r.	n.r.

FUENTE:

- (1) Vargas (1978)
- (2) Producto Comercial del Perú.
- (3) Chocomilk (1999)

En el Cuadro 11, se resume la composición químico proximal de productos comerciales en polvo y ciertas recomendaciones en la alimentación nutricional.

Se ha evaluado el amaranto como ingrediente de jugos y bebidas. Uno de los estudios fue la formulación de una bebida en base a *amaranthus hypochondriacus*, germinado las semillas por 24 horas, secado, tostado y molido, luego combinado la harina con azúcar y leche (Paredes – López, 1994).

CAPITULO III.

MATERIALES Y METODOS.

El trabajo de investigación se realizó en el Laboratorio de Procesamiento de Productos Agrícolas de la Carrera Profesional de Ingeniería Agroindustrial, Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional del Altiplano de Puno, y en los Laboratorios de Evaluación Nutricional de Alimentos de la Universidad Nacional Agraria La Molina, Facultad de Zootecnia – Departamento Académico de Nutrición, entre los meses de agosto del 2009 a diciembre del 2009.

3.1 MATERIALES.

3.1.1 MATERIAS PRIMAS E INSUMOS.

- La materia prima utilizada fue granos de Cañihua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) variedad Cupi y Maca (*Lepidium meyenii* Walp), en una cantidad de 50 kg. Respectivamente, procedentes del Instituto Nacional de Investigación Agraria – Puno.
- Leche en polvo entera procedente de Alicorp S.A. Sucursal Juliaca.
- Azúcar, obtenido de la caña de azúcar, procesado en paramonga, provincia de barranca del departamento de Lima.

3.1.2 EQUIPOS Y MATERIALES.

3.1.2.1 EQUIPOS.

- Maquina extrusora: Marca Brady Crop Cooker capacidad 500 Kg/ Hr.
- Balanza analítica: Marca Mettler - fr-300 Japón capacidad máxima 60gr.
- Balanza tipo Plataforma: Marca vega, modelo RVIA capacidad 500 Kg
- Potenciómetro: Marca Rudelkis.
- Balanza de Precisión: 0,1 – 500 gr. marca HAUS.
- Molino: Marca Innova, capacidad 500 Kg/hr.

- Secador solar: Tiene las siguientes Características: Eficiencia del colector es de 52.5%, el volumen que ocupa el aire en el secador es 87.90 cm³.
- Maquina Cocedora de 1 hilo
- Lavadores: Marca NANAPLAS.
- Cortadora graduable: Marca Kitchen Scale
- Sacos: Capacidad 50 Kg
- Cuchillo: Marca danesa.
- Bolsas: Polietileno Capacidad 01 kg.
- Selladora: Marca tew, type; tisf 452. N° 50777.
- Un panel para escurrido.
- Ventilador tipo paleta
- Mezcladora ó Hidratadora
- Carro transportadora de carga

3.1.2.2 MATERIALES.

- Higrómetro.
- Termómetro: 0 – 40 °C – 100 °C.
- Cronómetro.
- Zaranda para Molino.
- Termocuplas.
- Dado para extrusora con boquilla de 5mm de diámetro.
- Parihuelas.
- Balanza electrónica digital
- Balanza analítica
- Estufa
- Mufla
- Campanas desecadoras.
- Equipo de soxleth
- Equipo microkjeldahl.
- Potenciómetro digital portátil.

- Refractómetro Abbé.
- Cocina eléctrica.
- Cuenta colonias.
- Baño maría.
- Termómetros
- Juego de tamices Tyler de serie Británica n° 20, 30 y 32

3.1.2.3 MATERIALES DE VIDRIO.

- Frascos erlenmeyer 100 ml, 250 ml, 500 ml.
- Probeta de 100 ml.
- Bagueta.
- Papel filtro Whatman N° 1, 2, 41 y 42
- Pipetas 0.1 ml, 1 ml, 5 ml, 10 ml.
- Balones de digestión.
- Tubos de centrifuga.
- Buretas.
- Kitasato.
- Mortero.
- Crisoles.
- Tubos de ensayo.
- Placas petri.
- Papel de aluminio
- Frascos con tapa.
- Otros materiales: Baldes entre otros.

3.1.2.4 REACTIVOS.

- Acido sulfúrico concentrado.
- Acido bórico
- Etanol
- Acido clorhídrico concentrado
- Cloruro de lantano

- Hidróxido de sodio
- Sulfato de cobre
- Sulfato de potasio
- Tartrato de sodio y potasio
- Sulfato ferroso amoniacal
- Acetato de potasio
- Cloruro de litio
- Cloruro de magnesio
- Cloruro de sodio
- Dicromato de potasio
- Bicromato de sodio
- Cromato de potasio
- Nitrato de sodio
- Nitrato de potasio
- Fenolftaleína
- Agua destilada, agua desionizada
- Otros reactivos.

3.2 METODOS DE ANALISIS.

3.2.1 Caracterización de la mezcla.

Se realizó la caracterización de la mezcla después de extraer a través de su composición química proximal.

3.2.2 Composición química proximal de la mezcla.

Se realizaron las siguientes determinaciones: El contenido de humedad, proteínas, grasas, extracto libre de nitrógeno, fibra, ceniza, de acuerdo a los métodos citados por AOAC (1990).

HUMEDAD.

Se realizó con la finalidad de determinar la cantidad de humedad que contiene el producto, el procedimiento consiste en pesar un vaso de 50 ml y agregarle 5g de muestra, colocarlos en una estufa a 100 a 105 °C por 6 horas. Por diferencia de peso se obtiene la humedad de la muestra y luego se lleva a porcentaje: se utiliza la siguiente fórmula. (AOAC, 1993).

$$\% \text{ HUMEDAD} = \frac{\text{Peso total} - \text{Peso final}}{\text{Peso muestra}} \times 100$$

PROTEÍNA TOTAL

Se determinó mediante el método Micro Kjeldahl (% N x 6.25), con la finalidad de conocer el nitrógeno total. El procedimiento se basa en tres fases: digestión, destilación y titulación. Para lo cual se pesan 0,2 a 0,3 g de muestra, luego se le agregó 1g. de catalizador, luego 2,5 ml de ácido sulfúrico concentrado seguidamente se coloca el balón a la cocina de digestión hasta que quede cristalino; luego colocar la muestra digerida en el aparato de destilación, se le agregó 5 ml. de hidróxido de sodio concentrado e inmediatamente conecta el vapor para que se produzca la destilación.

Conectar el refrigerante y recibir el destilado en un erlenmeyer de 125 ml. conteniendo 5 ml de la mezcla del ácido bórico más indicadores de pH.

La destilación termina cuando ya no pasa más amoniaco y hay viraje con ácido clorhídrico valorado (aprox. 0,005 N). Anotar el gasto. (AOAC, 1993).

La cantidad de nitrógeno de la muestra se obtiene por la siguiente fórmula:

$$\% \text{ NITROGENO} = \frac{\text{ml de HCl} \times \text{Meq del N}_2}{\text{Gramos de muestra}} \times 100$$

Para obtener la cantidad de proteína Bruta, se multiplica por el factor 6,25.

GRASA CRUDA

Se determinó por el método Soxhlet, se empleó éter de petróleo como solvente, con la finalidad de conocer el contenido de grasa en la muestra, para ello se pesaron 3 – 5 gramos que se empaquetó en un pedazo de papel filtro Whatman N° 2, se colocó luego el paquete dentro del aparato, evaporar el hexano remanente en el matraz en una estufa y enfriarlas en una campana. (AOAC, 1993).

$$\% \text{ GRASA} = \frac{\text{Peso de matraz (grasa)} - \text{Peso de M. Vacío}}{\text{Gramos de la muestra}} \times 100$$

CENIZAS

Se pesó 2 g de muestra en un crisol de porcelana previamente tarado, luego se incinera la muestra a 600°C durante 3 a 5 horas. (AOAC, 1993).

El cálculo se realizó mediante la siguiente fórmula:

$$\% \text{ Ceniza} = (\text{Peso de ceniza/g de Muestra}) \times 100$$

FIBRA CRUDA

Se determinó mediante hidrólisis ácida, alcalina que consiste en pesar 3g de muestra en un vaso de 500 ml hervir durante 30 minutos 200ml de ácido sulfúrico al 1,25 %. Luego de 30 minutos hervirlo por 30 minutos más, filtrar lavando con agua destilada; luego poner a la estufa por tres horas y pesar, este peso se le llama P1; luego se coloca a la mufla para eliminar la materia orgánica obtener las cenizas y se pesan nuevamente. (AOAC, 1993).

$$P2: \text{Fibra Neta} = P1 - P2$$

$$\% \text{ Fibracruda} = \frac{P1 - P2}{\text{g.muestra}} \times 100$$

EXTRACTO LIBRE DE NITROGENO

Se determinó por diferencia de peso después de que se completaron los análisis para ceniza, fibra cruda, extracto etéreo y proteína cruda todo en base seca. (AOAC, 1993).

$$\% \text{ELN} = 100 - (\% \text{ceniza} + \% \text{fibra} + \% \text{grasa} + \% \text{proteína})$$

3.2.3 EVALUACIÓN BIOLÓGICA

3.2.3.1 VALOR BIOLÓGICO

Se preparó una dieta con un contenido de 10.63 % de proteína cruda de acuerdo a los requerimientos recomendados por National Research Council (1995). Se utilizaron 06 ratas blancas de la raza Holtzman, machos destetadas, de 21 días de edad; los animales fueron distribuidos en jaulas individuales, debidamente acondicionados alimentados de acuerdo a la dieta formulada. La dieta y el agua fueron proporcionados ad-libitum. Se tuvo el control durante 6 días, cuyas ganancias fueron (peso en gramos) 5.1, 3.6, 13.6, 6.9, -0.4 y 5.1.

Para el cálculo de valor biológico se evaluó de acuerdo al método descrito por Ordoñez (1985).

$$VB = \frac{(NI - (NF + UN))}{NI - NF} \times 100.$$

NI = Nitrógeno ingerido por el grupo de animales alimentados con dieta proteica.

NF = Nitrógeno excretado en heces del grupo de animales alimento con dieta proteica

UN = Nitrógeno excretado en orina del grupo de animales alimento con dieta proteica..

3.3 PROCESO DE ELABORACION.

3.3.1 HARINA INSTANTANEA DE CAÑIHUA.

El proceso de elaboración de harina instantánea de cañihua comprendió los siguientes pasos:

Recepción de materia prima

Estas fueron recepcionadas, procedentes del Instituto Nacional de investigación Agraria Puno.

Limpieza

Esta operación se efectuó mediante el uso de zaranda vibradora con el objeto de separar los materiales extraños (piedras, pajas, etc.), del grano de la cañihua.

Escarificado

La operación se hizo mediante el uso de la maquina escarificador, levantar la capa externa del grano de cañihua.

Venteado

Se efectuó mediante el uso de corriente de aire con la finalidad de separar las partículas livianas (polvo fino) del grano.

Lavado

Mediante el uso de recipientes, los granos de cañihua se sometieron al remojo mediante la agitación y enjuague con agua, con el objetivo de eliminar casi la totalidad de los restos de micro polvillos.

Secado

Esta operación se realizó a la intemperie (medio ambiente) con la finalidad de eliminar la gran parte del agua mediante evaporación, hasta llegar a un porcentaje de humedad promedio del 12%.

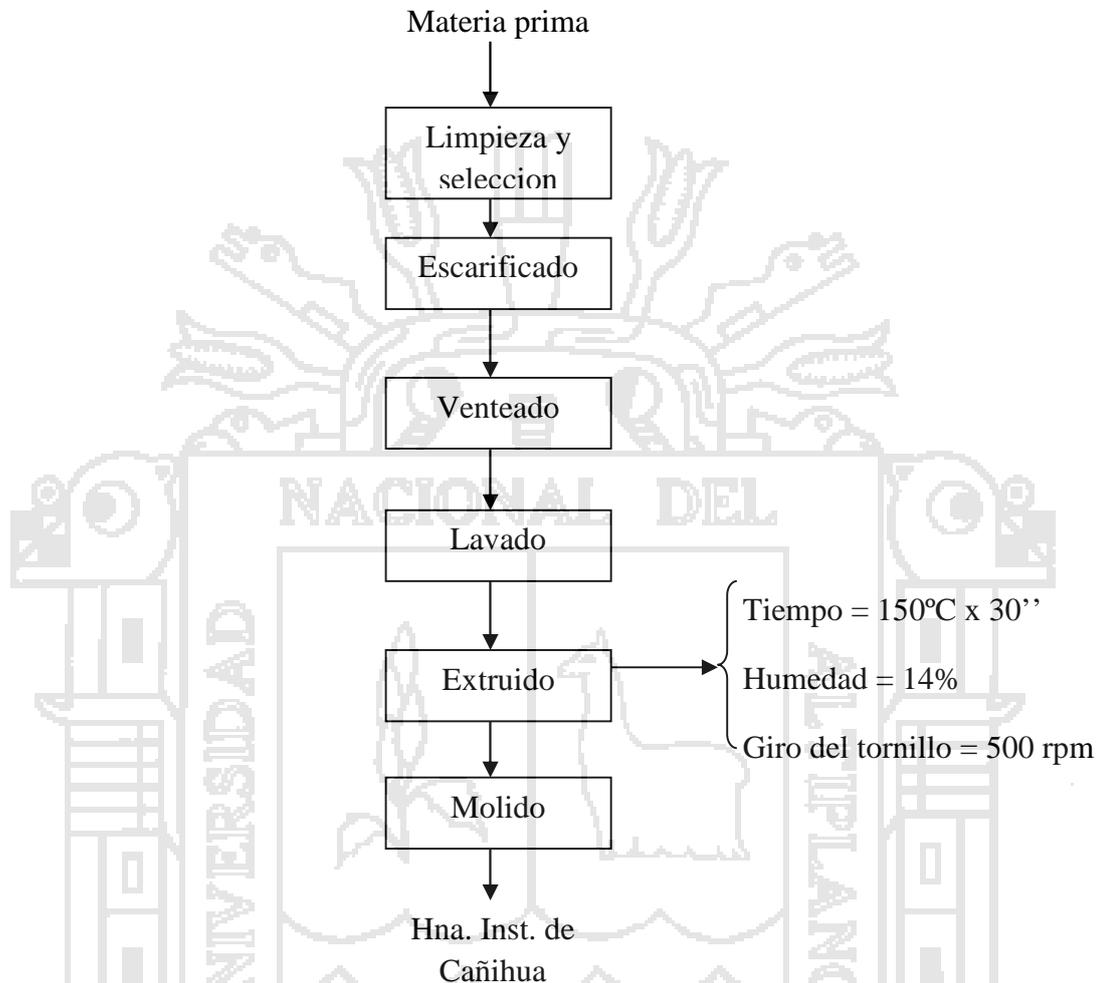
Extruido

Acondicionadas la cañihua a la humedad 14 % a una temperatura de 150°C por 30 segundos, a una velocidad 500 rpm del tornillo del extrusor.

Molido

Una vez extruido la cañihua, pasa a la operación de molienda, donde los pellets son micro pulverizado a 25 μ m.

Figura 03: Diagrama de flujo para elaboración de harina instantánea de cañihua por cocción – extrusión.



FUENTE: Elaboración Propia.

Envasado

Fue envasado en bolsa de polietileno las cuales fueron cerradas herméticamente. El peso neto fue de 50 g por Sachets.

3.3.2 HARINA INSTANTANEA DE MACA.

El diagrama de flujo del proceso se presenta en la Figura 04.

Selección y Limpieza

Se selecciona las macas de buenas condiciones físicas, del resto de macas defectuosas, magulladas. Asimismo se clasifico de acuerdo al tamaño de pequeñas medianas y grandes.

Lavado y desinfectado.

El lavado se realiza con chorros de agua fría a fin de evitar a presencia de polvo, tierra, residuos que pudieran haber quedado luego e la cosecha y con la finalidad de disminuir la carga microbiana se realizo el desinfectado con agua potable a la materia prima con hipoclorito de sodio de 0.2 mg/l de C.L.R. con un remojo aproximado de 30 minutos, luego se realizo un lavado para eliminar la presencia de hipoclorito de sodio.

Cortado

La maca se corta en rodajas en forma homogénea con un espesor de 0.5 cm de espesor con cuchillos de acero inoxidable, con a finalidad de permitir un secado uniforme y facilitar el proceso de secado.

Secado

En un secador de bandeja se colocaron las rodajas de maca sometiéndolos a una temperatura de 60 °C por un tiempo de 24 horas, obteniéndose así un producto final con una humedad de 14 %.

Molienda gruesa

La materia prima deshidratada fue molida para convertirla en gritz con una granulometría de 2 a 3 mm de espesor. En esta operación se realizó la preparación de gritz adecuada, para posterior extruido.

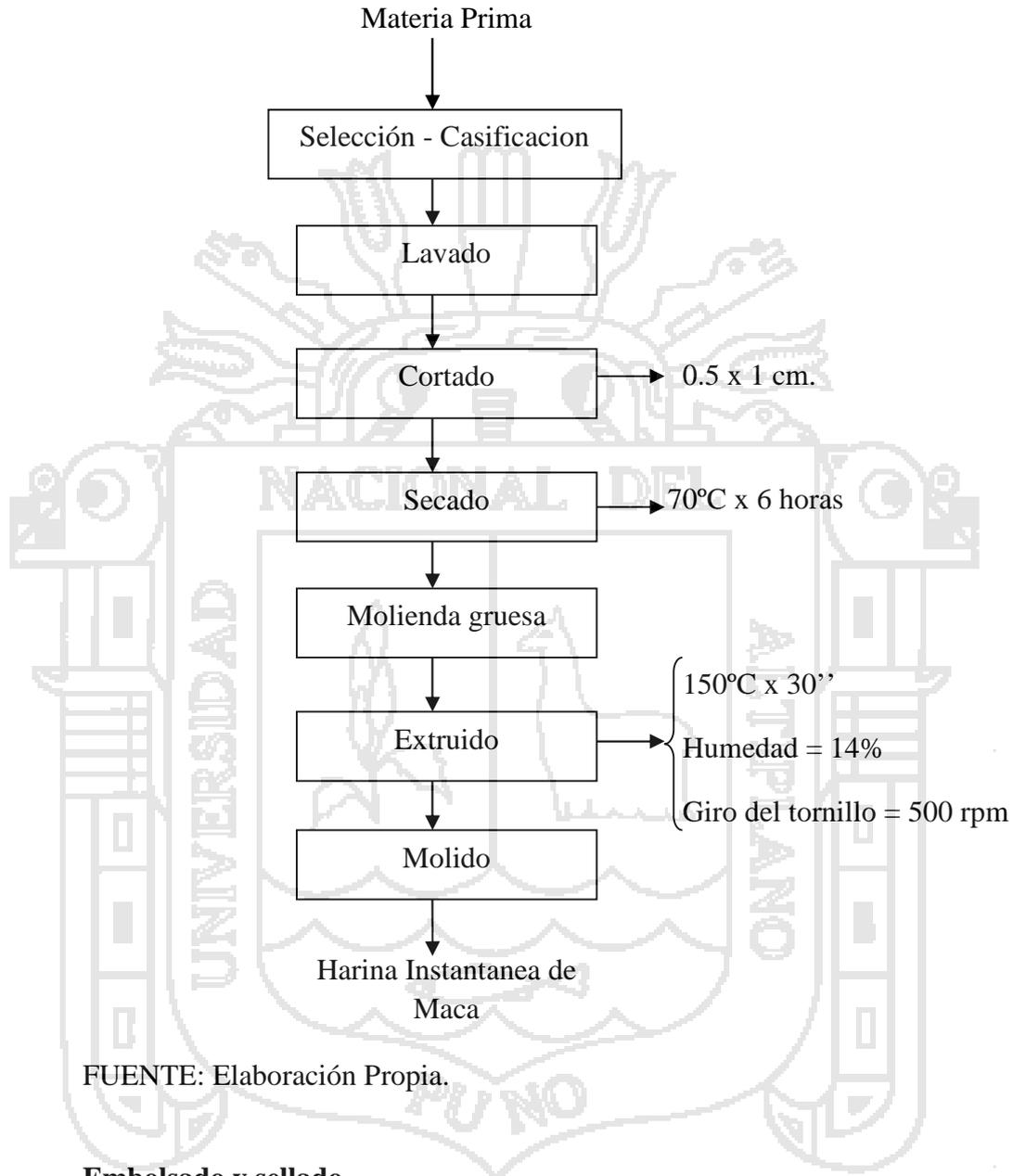
Extruido

La materia prima, triturada e hidratada fue sometida al proceso de cocción - extrusión de acuerdo a los parámetros establecidos, así como a 150°C por 30 segundo, con una humedad de 14% y a una velocidad del tornillo de 500 revoluciones por minuto (rpm).

Molido

La maca extruida fueron molidas en un molino de martillo y se utilizo un tamiz de malla 100 con 0.125 mm de diámetro de partículas. Obteniéndose una harina de partículas medias.

Figura 04: Diagrama de flujo para elaboración de harina instantánea de maca por cocción – extrusión.



Embolsado y sellado

Se utilizo bolsas de polipropileno de baja densidad. Esta bolsa tiene características de mayor grosor (0.0005 o mas Pulg), mayor comportamiento de temperatura (88 – 104 °C) y tiene comportamiento a la luz del sol (regular a excelente), estas características cualitativas son mejores a comparación del polietileno de baja densidad (Potter, 1973).

3.3.3 PRE TRATAMIENTO DE LA LECHE EN POLVO.

Tamizado.

Para evitar la presencia de partículas extrañas, sometió a un tamizado con malla 150 (0.075 mm) para así tener partículas mas finas posibles.

3.3.4 PRE- TRATAMIENTO DE AZUCAR

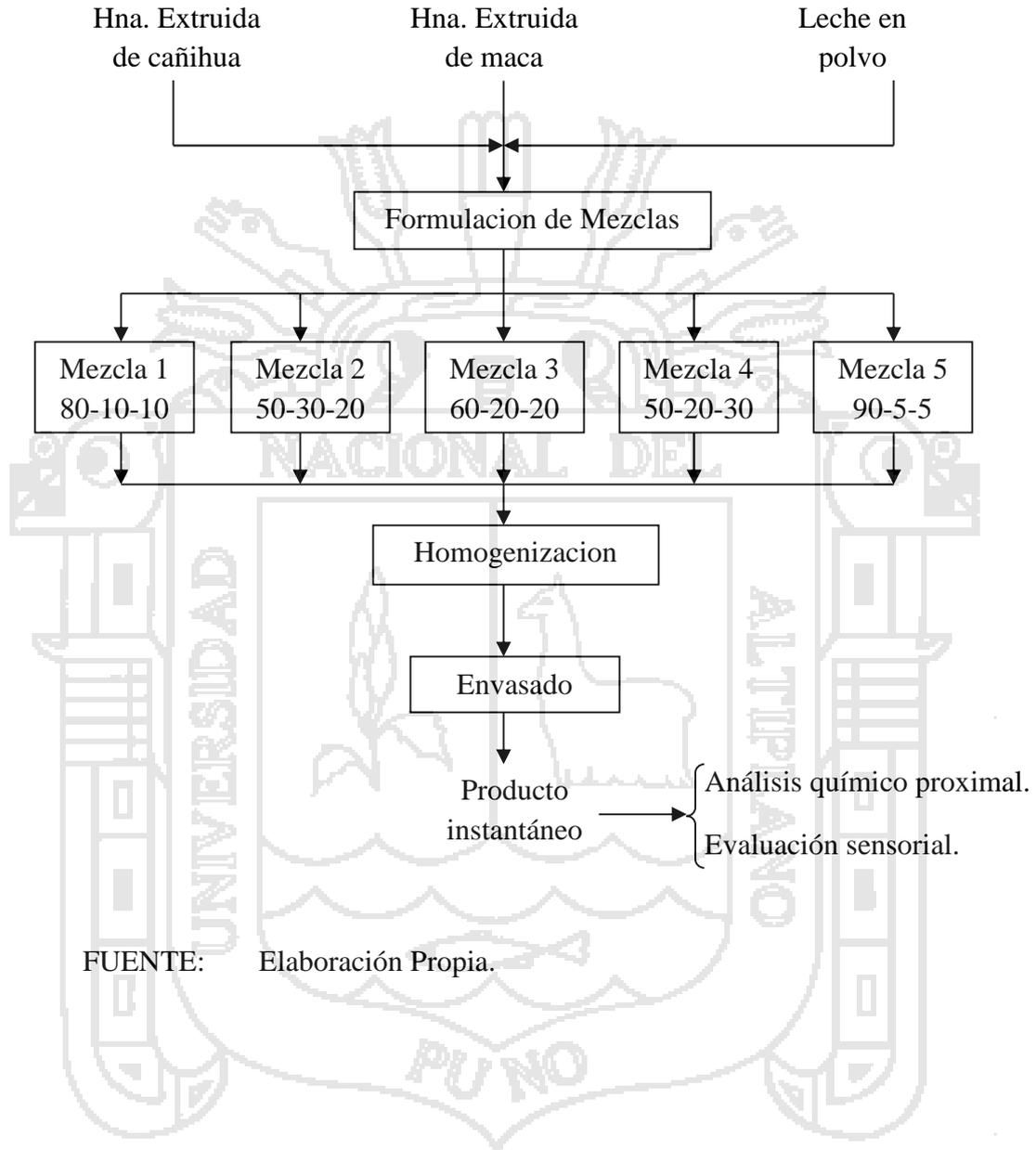
Molienda y tamizado.

Se molió el azúcar para obtener partículas mas pequeñas en el molino de cuchillas y se tamizo n° malla 32 (0.487 mm).

3.3.5 PREPARACION DE MEZCLA PARA UN PROCESO EXPERIMENTAL DE UNA BEBIDA IDEAL A BASE DE CAÑIHUA Y MACA EXTRUIDA.

Para este proceso se mezclaron porcentaje en peso, de acuerdo al cálculo del cómputo químico expresados en porcentajes de aminoácidos, los cuales fueron transformados en forma de harina a 11% de humedad de cañihua, maca y leche en una proporción de: 80-10-10; 50-30-20; 60-20-20; 50-20-30 y 90-5-5 respectivamente.

Figura 05: Diagrama de flujo Para elaboración de mezcla instantánea en polvo, a base de Cañihua, maca y leche en polvo entera.



3.3.6 METODOLOGÍA PARA SELECCIÓN DE LAS FORMULACIONES.

Para la formulación se utilizaron proporciones variables de Cañihua, Maca y leche, expresadas en base seca. Para lo cual se planteó 5 combinaciones simples en proporciones porcentuales, como se puede apreciar en la Figura 05.

Las 5 mezclas fueron evaluadas mediante la predicción de la calidad proteica a través del valor del Cómputo Químico ó Score Químico; Según el Método de Miller y Payne mencionado por Pellet y Vernon (1980), con la finalidad de seleccionar una mezcla adecuada.

Score ó Cómputo Químico.

Se trabajó de acuerdo al método recomendado por el último comité FAO/OMS/UNU (1985).

$$\text{Computo Quimico} = \frac{\text{mg de Aminoacido en un grado de proteina}}{\text{mg de Aminoacido en la combinacion de referencia}} \times 100$$

El Cómputo Químico se evaluó basado en los patrones aminoacídicos para diferentes edades de personas y como referencia se utilizó los valores de la caseína de acuerdo a Araya (1984).

3.4 EVALUACIÓN SENSORIAL DEL PRODUCTO.

Se realizó la degustación en forma de bebida, en tal sentido se formó un panel de degustación integrado por 10 personas semientrenadas (estudiantes del pre grado de la E.P. Ingeniería Agroindustrial de la UNA Puno).

La evaluación se llevó a cabo mediante las pruebas de aceptación que consiste en calificar los productos mediante una prueba de escala hedónica con puntaje de 1 a 5, que indica de menor grado al máximo grado de aceptación. Dentro de los atributos evaluados fueron Sabor, Olor, Color, Aroma, Textura y Apariencia, tal como se muestra en el formato siguiente:

Formato 01: EVALUACION DE LA ACEPTACION DE PRODUCTOS EXTRUIDOS A BASE DE CAÑIHUA, MACA Y LECHE EN POLVO (formato utilizado para evaluar en forma de dulce).

PRUEBA ESCALA HEDONICA

Nombre: _____ Producto: _____

Fecha: _____

Marque una X donde corresponde.

Califique de acuerdo a su preferencia

1. Gusta mucho _____
2. Me gusta _____
3. No me gusta ni me disgusta _____
4. Disgusta _____
5. Disgusta mucho _____

3.5 DISEÑO ESTADÍSTICO

La evaluación sensorial ha sido conducido bajo un Diseño Completo al Azar, con cinco tratamientos (D1, D2; D3; D4 y D5) y diez réplicas haciendo un total de 50 unidades experimentales, según Calzada (1980) & Watts (1992), cuya notación matemática es la siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + T_j + E_{ij}$$

Donde:

- μ = Efecto de la media experimental.
- T_j = Efecto de los tratamientos mezclas de harina germinada extruida y harina de trigo.
- E_{ij} = Efecto del error experimental.

CAPITULO IV.

RESULTADOS Y DISCUSIONES.

4.1 RESULTADOS DE CARACTERIZACION DE LAS MATERIAS PRIMAS.

4.1.1 Análisis químicos de materias primas e insumos.

En el Cuadro, se reportan los resultados del análisis químico de las materias primas, harinas obtenidas e insumos.

Cuadro 12: ANÁLISIS QUIMICOS DE MATERIALES E INSUMOS (100 gramos de muestra)

COMPOSICIÓN NUTRICIONAL	MACA DESH.	CAÑIHUA GRANO	LECHE P.E.	AZUCAR
Proteína	17,22	14,06	26,80	0,00
Carbohidratos	62,60	65,00	36,10	99,51
Ceniza	3,68	4,13	6,90	0,31
Fibra	5,45	3,15	0,00	0,00
Grasa	0,91	2,55	26,20	0,00
Humedad	10,14	11,11	4,00	0,18

FUENTE: Elaboración propia.

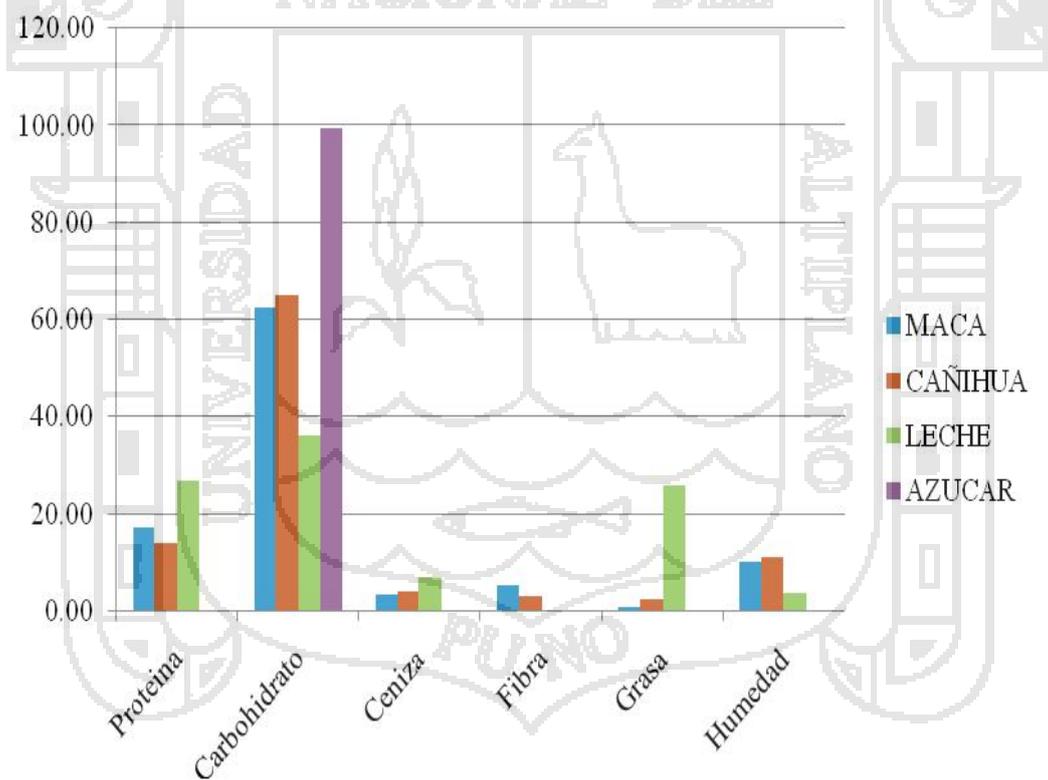
4.1.1.1 Maca deshidratada.

Se observa en el Cuadro anterior, el contenido de humedad de maca deshidratada fue de 10.14. Al respecto, Dini *et al.* (1994) citan un valor de 10.4 de humedad en maca seca. Sin embargo se han reportado rangos de porcentajes de humedad de maca seca, tales como: 9.71 a 10.47% (Yllesca, 1994; mencionado por Obregón, 1998), 5 a 19.62% (Obregón, 1998). Pudiendo decir que el valor experimental se encuentra dentro de los rangos reportados.

Con respecto al contenido de proteína de la maca deshidratada presento 17.22%, valor que fue superior a 16.31% e inferior a 17.99% de proteínas de maca de colores (Yllesca, 1994; mencionado por Obregón, 1998). Sin embargo también se han encontrado 14% de proteínas en maca pasta integral (Castro de León, 1991) y de 10 a 14% de proteína en maca seca (Tello *et al.*, 1992).

Así mismo se debe tomar en cuenta que existen datos reportados de porcentaje de proteínas de maca que son menores al valor experimental tal como: de 10.2% (Dini *et al.*, 1994); y de 13.32% (Canales *et al.*, 2000).

Figura 06: ANÁLISIS QUIMICOS DE MATERIALES E INSUMOS (100 gramos de muestra).



FUENTE: Elaboración propia.

En referente al aporte de carbohidratos de maca deshidratada fue de 62.60, valor que fue menor de datos reportados, tales como: 63.82% (Yllesca, 1994; mencionado por Obregón, 1998); 65 a 70% (Marcareal, 2001) y 68.4% (Canales *et al.*, 2000). Sin embargo el valor experimental fue mayor de 59% de carbohidratos (Dini *et al.*, 1994).

Con respecto al contenido de grasa de la maca deshidratada que fue de 0.91% valor que fue mayor a 0.82% e igual a 0.91% de grasa en maca de colores (Yllesca, 1994; mencionado por Obregón, 1998). No obstante, el valor experimental se encontró dentro de los rangos de 0.2 a 2.2% de grasa en maca de colores (Obregón, 1998).

En cuanto al contenido de fibra de 5.45% de la maca deshidratada, valor que fue mayor de 4.95% de fibra de maca seca (Yllesca, 1994; mencionado por Obregón, 1998). A pesar de lo reportado, el valor experimental se encontró dentro 6.28 al 8.10% de fibra de maca crema, negra y comercial (Ramos y Repocarraco, 1997; mencionado por Obregón, 1998).

El contenido de cenizas de maca deshidratada fue 3.68%, valor que fue menor de datos reportados tales como: 4.9% (Dini *et al.*, 1994) y mayor a 3.52% (Canales *et al.*, 2000). Sin embargo, el valor experimental se encontró de 3.46 a 6.43% de cenizas de maca seca (Obregón, 1998).

4.1.1.2 Granos de cañihua.

En el Cuadro 12, el contenido de humedad de granos de cañihua fue de 11.11% valor menor de 14% (Collazos *et al.*, 1975). Cabe mencionar que también se encontró valores de 13.8% de proteína, reportados por CENAN – INS – MINSA (1993).

Con respecto al contenido de proteínas de granos de cañihua fue 14.06%, se puede decir que fue valor semejante de 14% (Collazos *et al.*, 1975). Y el mismo dato reporta 14% de proteínas CENAN – INS – MINSA (1993).

Los granos de cañihua presentó 2.55% de grasa, valor menor de 3.5 a 5% de grasa (Collazos *et al.*, 1975). En los estudios realizados de los variedades de cañihua gris y cañihua parda son: 3.5 a 4.5 % de grasa respectivamente CENAN – INS – MINSA (1993).

Con respecto al contenido de carbohidratos de los granos de cañihua presentó 65 %. no obstante , el valor experimental se encuentra dentro de 62.8 a 65.2 % de carbohidratos de granos de cañihua (Collazos *et al.*, 1975). En los estudios realizados de los variedades de cañihua gris y cañihua parda son: 64 a 65.2 % de carbohidratos respectivamente CENAN – INS – MINSA (1993).

Siendo observado el contenido de fibra en los granos de cañihua de 3.15%, valor que fue menor de 9.4 a 10.2 % de fibra de granos de cañihua (Collazos *et al.*, 1975). En los estudios realizados de los variedades de cañihua gris y cañihua parda son: 9.8 a 10.2 % de fibra respectivamente CENAN – INS – MINSA (1993).

En el caso de contenido de ceniza de granos de cañihua de 4.13%, se puede indicar que fue menor de 5.3 a 5.9% de ceniza de granos de cañihua (Collazos *et al.*, 1975). En los estudios realizados de los variedades de cañihua gris y cañihua parda son: 5.1 a 5.3 % de ceniza respectivamente CENAN – INS – MINSA (1993).

4.1.1.3 Leche en polvo entera.

Los valores de análisis proximal de leche en polvo entera se puede observar en el Cuadro 12, el contenido de humedad de leche en polvo entera fue de 4 % valor mayor de 3.9 % (Collazos *et al.*, 1975). Cabe mencionar que también se encontró valores de 4 % de humedad en leche en polvo descremada, reportados por (Collazos *et al.*, 1975).

Con respecto al contenido de proteínas de leche en polvo entera fue 26.8%, se puede decir que fue valor menor de 27 % (Collazos *et al.*, 1975). Cabe mencionar que también se encontró valores de 33.6% de proteínas en leche en polvo descremada, reportados por (Collazos *et al.*, 1975).

La leche en polvo entera presentó 26.20% de grasa, se puede decir que fue valor mayor de 26.1% de grasa (Collazos *et al.*, 1975). Cabe mencionar que también se encontró valores de 2.3% de grasa en leche en polvo descremada, reportados por (Collazos *et al.*, 1975).

El contenido de carbohidratos de leche en polvo entera presentó 36.10%. Se puede decir que fue valor igual de 36.10% de carbohidratos (Collazos *et al.*, 1975). Cabe mencionar que también se encontró valores de 52.1% de carbohidratos en leche en polvo descremada, reportados por (Collazos *et al.*, 1975).

Siendo observado el contenido de fibra en leche en polvo entera no se presentó. Se puede decir que la fibra no existe en leche (Collazos *et al.*, 1975).

En cuanto al contenido de ceniza de leche en polvo entera de 6.9%, se puede decir que fue valor igual de 6.9% de ceniza (Collazos *et al.*, 1975). Cabe mencionar que también se encontró valores de 0.8% de ceniza en leche en polvo descremada, reportados por (Collazos *et al.*, 1975).

4.1.1.4 Azúcar.

Asimismo en el Cuadro 12, el contenido de humedad del azúcar fue de 0.18%. Al respecto, el valor experimental fue menor de 1.5% de humedad de azúcar (Collazos *et al.*, 1996).

Y cumple con la Norma Técnica Colombiana de un máximo de 1% de humedad (Perafan, 2001) y con 4.5% de humedad de azúcar blanco (Codex Alimentarius, 1995). Sin embargo, el valor experimental fue mayor de 0.12% de humedad de la Norma Técnica de azúcar blanca sin refinar (INDECOPI, 1981).

En el azúcar no se observó el contenido de proteínas, de acuerdo a lo reportado fue diferente de 0.5% (Agapito, 1999). Sin embargo fue igual de 0% de proteínas en azúcar (Collazos, 1996).

Con respecto al contenido de carbohidratos del azúcar de 99.51%, valor que fue mayor de 98.9% (Agapito, 1999) y 98.3% (Collazos, 1996).

Asimismo, contenido de grasa y contenido de fibra no presentan en el azúcar experimental, valores que coinciden con Agapito (1999) y Collazos (1996).

El contenido de cenizas de azúcar fue de 0.31% valor superior a 0.2% de cenizas de azúcar (Collazos, 1996) y 0.25% de cenizas sulfatadas de azúcar blanca sin refinar de la Norma Técnica Peruana (INDECOPI, 1981). Sin embargo el valor experimental cumple con la Norma Técnica Chilena de los límites máximo de 0.4% de cenizas en azúcar (Schmidt-Hebbel, 1990).

4.2 METODOLOGIA EXPERIMENTAL.

4.2.1 BALANCE DE MATERIA: OBTENCION DE CAÑIHUA EXTRUIDA.

A) BALANCE DE MATERIA RECEPCION.

I Materia que entra al sistema

a) Cañihua 40 Kg.

II Materia que sale del sistema

b) Cañihua 40 Kg.



B) BALANCE DE MATERIA LIMPIEZA Y SELECCIÓN.

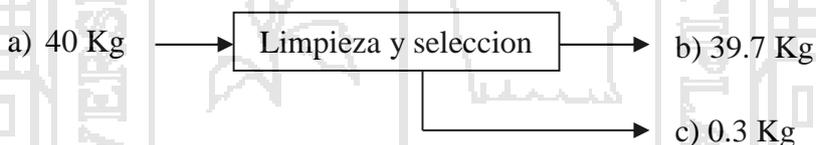
I Materia que entra al sistema

a) Cañihua 40 Kg.

II Materia que sale del sistema

b) Cañihua seleccionada 39.7 Kg.

c) Perdida (materias extrañas) 0.3 Kg.



C) BALANCE DE MATERIA ESCARIFICADO.

I Materia que entra al sistema

a) Cañihua seleccionada 39.7 Kg.

II Materia que sale del sistema

b) Cañihua escarificada 39.5 Kg.

c) Perdida (afrecho) 0.2 Kg.



D) BALANCE DE MATERIA VENTEADO.

I Materia que entra al sistema

a) Cañihua escarificado 39.5 Kg.

II Materia que sale del sistema

b) Cañihua venteada 38.4 Kg.

c) Perdida (afrecho) 1.1 Kg.



E) BALANCE DE MATERIA LAVADO Y SECADO.

I Materia que entra al sistema

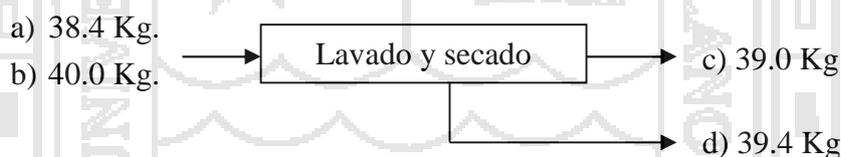
a) Cañihua venteada 38.4 Kg.

b) Agua 40.0 Kg.

II Materia que sale del sistema

c) Cañihua lavada secada 39.0 Kg.

d) Agua eliminada 39.4 Kg.



F) BALANCE DE MATERIA EXTRUIDO.

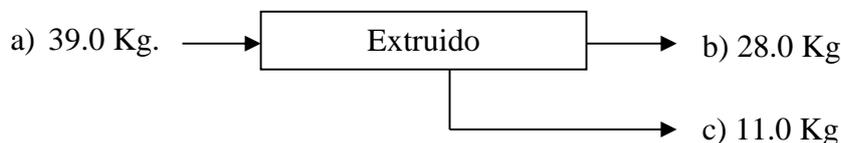
I Materia que entra al sistema

a) Cañihua lavado y secado 39.0 Kg.

II Materia que sale del sistema

b) Cañihua extruida 28.0 Kg.

c) Pérdida (evaporación) 11.0 Kg.



G) BALANCE DE MATERIA MOLIDO.

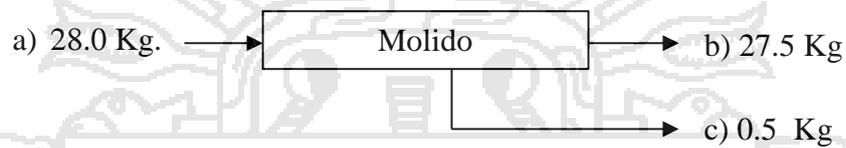
I Materia que entra al sistema

a) Cañihua extruido 28.0 Kg.

II Materia que sale del sistema

b) Harina de cañihua 27.5 Kg.

c) Perdida (micro polvillo) 0.5 Kg.



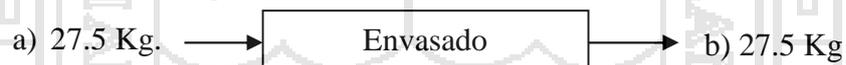
H) BALANCE DE MATERIA ENVASADO.

I Materia que entra al sistema

a) Cañihua extruido 28.0 Kg.

II Materia que sale del sistema

b) Harina de cañihua 27.5 Kg.



4.2.1.1 OBTENCION HARINA INSTANTANEA DE CAÑIHUA.

En numeral 4.2.1 se reporta los rendimientos de las operaciones para obtención de harina extruida de cañihua, donde se presenta en cada operación el porcentaje de perdida y porcentaje de ganancia, así mismo se reporta el porcentaje de humedad de ciertas operaciones de obtención de la harina instantánea. El rendimiento total de la obtención de harina extruida de cañihua fue de 68.75%.

4.2.2 BALANCE DE MATERIA OBTENCION DE MACA EXTRUIDA.

A. BALANCE DE MATERIA RECEPCION.

I Materia que entra al sistema

a) Maca 80 Kg.

II Materia que sale del sistema

b) Cañihua 80 Kg.



B. BALANCE DE MATERIA SELECCIÓN Y CLASIFICACION.

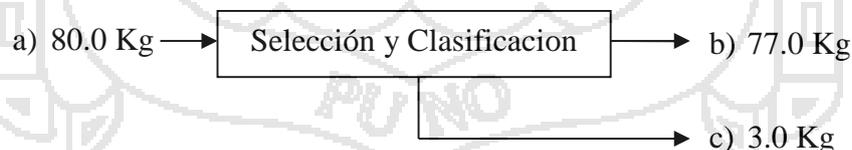
I Materia que entra al sistema

a) Maca 80.0 Kg.

II Materia que sale del sistema

b) Maca clasificada 77.0 Kg.

c) Perdida (Tierras, deterioradas, etc) 3.0 Kg.



C. BALANCE DE MATERIA LAVADO.

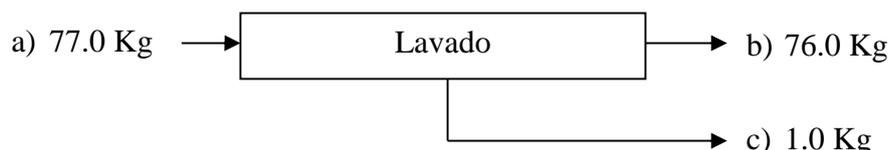
I Materia que entra al sistema

a) Maca Seleccionada 77.0 Kg.

II Materia que sale del sistema

b) Maca lavada 76.0 Kg.

c) Perdida (Tierras, etc) 1.0 Kg.



D. BALANCE DE MATERIA CORTADO.

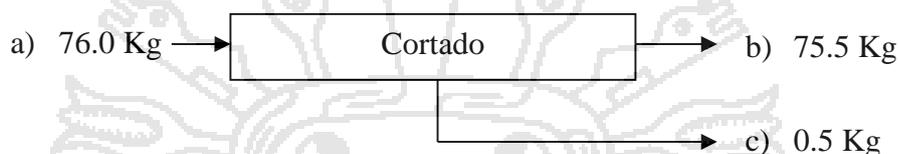
I Materia que entra al sistema

a) Maca Lavada 76.0 Kg.

II Materia que sale del sistema

b) Maca cortada 75.5 Kg.

c) Perdida (raicillas, etc) 0.5 Kg.



E. BALANCE DE MATERIA DESHIDRATADO.

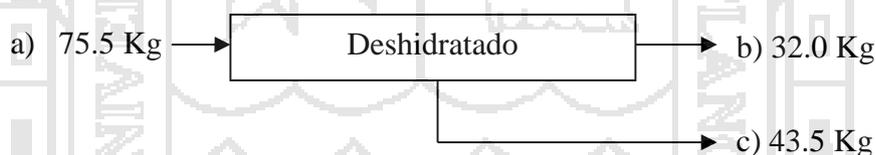
I Materia que entra al sistema

a) Maca cortado 75.5 Kg.

II Materia que sale del sistema

b) Maca deshidratada 32.0 Kg.

c) Perdida (humedad, etc) 43.5 Kg.



F. BALANCE DE MATERIA MOLIENDA GRUESA.

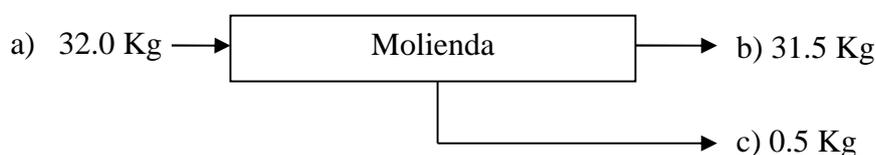
I Materia que entra al sistema

a) Maca deshidratado 32.0 Kg.

II Materia que sale del sistema

b) Gritz de Maca 31.5 Kg.

c) Perdida (micro polvillo, etc.) 0.5 Kg.



G. BALANCE DE MATERIA EXTRUIDO.

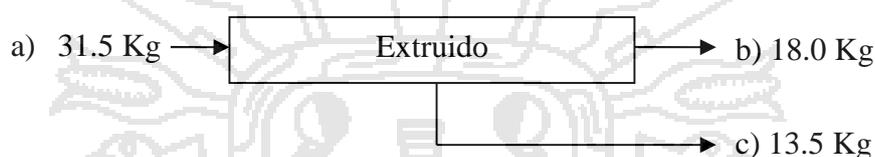
I Materia que entra al sistema

a) Maca deshidratado 31.5 Kg.

II Materia que sale del sistema

b) Gritz de Maca 18.0 Kg.

c) Pérdida (micropolvillo, etc) 13.5 Kg.



H. BALANCE DE MATERIA MOLIDO.

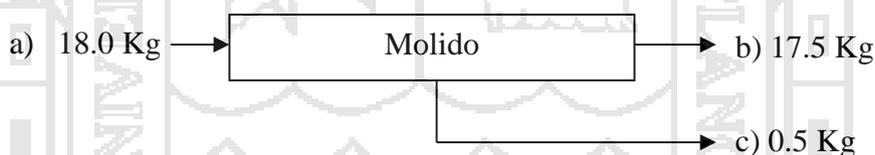
I Materia que entra al sistema

a) Maca deshidratado 18.0 Kg.

II Materia que sale del sistema

b) Gritz de Maca 17.5 Kg.

c) Perdida (micro polvillo, etc.) 0.5 Kg.



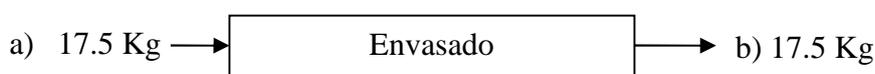
I. BALANCE DE MATERIA ENVASADO.

I Materia que entra al sistema

a) Maca deshidratado 17.5 Kg.

II Materia que sale del sistema

b) Gritz de Maca 17.5 Kg.



4.2.2.1 OBTENCION DE HARINA INSTANTANEA DE MACA.

En numeral 4.2.2 se reporta los rendimientos de las operaciones para obtención de harina extruida de maca, donde se presenta en cada operación el porcentaje de perdida y porcentaje de ganancia, así mismo se reporta el porcentaje de humedad de ciertas operaciones de obtención de la harina instantánea. El rendimiento total de la obtención de harina extruida de maca fue de 21.9%.

4.2.3 SELECCIÓN DE FORMULACIONES.

En el Cuadro 13, se presenta e estudio de 5 formulaciones, donde se indica los porcentajes de los ingredientes de cada formulación a la sumatoria de 100% asimismo se detalla los procesos de selección basándose por su alto porcentaje de cómputo químico y por su alto porcentaje de carbohidratos.

La selección fue de la siguiente manera:

Formulación A: 80% de cañihua extruida, 10% de maca extruida y 10% de leche en polvo entera.

Formulación B: 50% de cañihua extruida, 30% de maca extruida y 20% de leche en polvo entera.

Formulación C: 60% de cañihua extruida, 20% de maca extruida y 20% de leche en polvo entera.

Formulación D: 50% de cañihua extruida, 20% de maca extruida y 30% de leche en polvo entera.

Formulación E: 90% de cañihua extruida, 50% de maca extruida y 5% de leche en polvo entera.

Olivares(1994), indica que las necesidades de proteínas fueron definidos por el comité de expertos FAO/OMS(1985), para estimar las necesidades de las proteínas y aminoácidos; dicho comité se basó en estudios de balance de nitrógeno(BN), analizando con individuos de distintas edades, a los que suministró dietas con diferentes dosis de proteínas de alta calidad biológica(leche, huevo). Las necesidades se estimaron extrapolando y interpolando los datos sobre el balance de nitrógeno en el punto cero(equilibrio de N), para adultos o para el crecimiento de los niños.

Cuadro 13: Valoración del contenido de aminoácidos en nitrógeno de proteínas de cañihua, maca y leche en polvo de bebida en polvo.

Alimentos	Mezcla (%)	Mezcla (Pr, g)	Prot, %	Mezcla (N, g)	Ile (mg ãã en mezcla)	Leu (mg ãã en mezcla)	Lis (mg aa en mezcla)	Met+Cis (mg aa en mezcla)	Fen+Tir (mg aa en mezcla)	Tre (mg aa en mezcla)	Trp (mg aa en mezcla)	Val (mg aa en mezcla)	His (mg aa en mezcla)
Cañihua	80	11,25	72,24	2,296	509,71	755,38	711,76	252,56	1001,06	495,94	117,10	617,62	261
Maca	10	1,72	11,06	0,317	79,25	140,43	128,07	30,43	148,99	66,57	17,12	87,18	46
Leche E.P.	10	2,60	16,70	0,408	134,64	252,55	184,82	89,76	250,51	107,30	36,31	164,02	73
TOTAL N de mezcla	100	15,57	100,00	3,021	723,60	1148,37	1024,65	372,75	1400,56	669,81	170,53	868,82	381
mg aa/gN mezcla				1	239,52	380,13	339,18	123,39	463,61	221,72	56,45	287,59	126
PATRON PRE ESCOLARES mg aa/gN (2 - 5 AÑOS)													
SCORE QUIMICO													
Cañihua	50	7,03	40,41	1,435	318,57	472,12	444,85	157,85	625,66	309,96	73,19	386,02	163
Maca	30	5,17	29,70	0,951	237,75	421,29	384,20	91,30	446,97	199,71	51,35	261,53	140
Leche E.P.	20	5,20	29,89	0,816	269,28	505,10	369,65	179,52	501,02	214,61	72,62	328,03	146
TOTAL N de mezcla	100	17,40	100,00	3,202	825,60	1398,51	1198,70	428,67	1573,65	724,28	197,16	975,57	450
mg aa/gN mezcla				1	257,84	436,76	374,36	133,87	491,46	226,20	61,57	304,68	140
PATRON PRE ESCOLARES mg aa/gN (2 - 5 AÑOS)													
SCORE QUIMICO													
					175	413	363	156	394	213	69	219	
					147,34	105,75	103,13	85,82	124,74	106,20	89,24	139,12	118



Cañihua	60	8,44	49,39	1,722	382,28	566,54	533,82	189,42	750,79	371,95	87,82	463,22	196
Maca	20	3,44	20,16	0,634	158,50	280,86	256,14	60,86	297,98	133,14	34,24	174,35	93
Leche E.P.	20	5,20	30,44	0,816	269,28	505,10	369,65	179,52	501,02	214,61	72,62	328,03	146
TOTAL N de mezcla	100	17,08	100,00	3,172	810,06	1352,50	1159,60	429,80	1549,80	719,70	194,68	965,60	436
mg aa/gN mezcla				1	255,38	426,39	365,58	135,50	488,59	226,89	61,38	304,41	137
PATRON PRE ESCOLARES mg aa/gN (2 - 5 AÑOS)					175	413	363	156	394	213	69	219	
SCORE QUIMICO					145,93	103,24	100,71	86,86	124,01	106,52	88,95	139,00	115
Cañihua	50	7,03	38,47	1,435	318,57	472,12	444,85	157,85	625,66	309,96	73,19	386,02	163
Maca	20	3,44	18,85	0,634	158,50	280,86	256,14	60,86	297,98	133,14	34,24	174,35	93
Leche E.P.	30	7,80	42,68	1,224	403,92	757,66	554,47	269,28	751,54	321,91	108,94	492,05	219
TOTAL N de mezcla	100	18,27	100,00	3,293	880,99	1510,63	1255,46	487,99	1675,18	765,01	216,36	1052,41	476
mg aa/gN mezcla				1	267,53	458,74	381,25	148,19	508,71	232,31	65,70	319,59	144
PATRON PRE ESCOLARES mg aa/gN (2 - 5 AÑOS)					175	413	363	156	394	213	69	219	
SCORE QUIMICO					152,88	111,08	105,03	94,99	129,11	109,07	95,22	145,93	121
Cañihua	90	12,65	85,41	2,583	573,43	849,81	800,73	284,13	1126,19	557,93	131,73	694,83	294
Maca	5	0,86	5,81	0,1585	39,63	70,22	64,03	15,22	74,50	33,29	8,56	43,59	23
Leche E.P.	5	1,30	8,77	0,204	67,32	126,28	92,41	44,88	125,26	53,65	18,16	82,01	36
TOTAL N de mezcla	100	14,82	100,00	2,9455	680,37	1046,30	957,18	344,23	1325,94	644,87	158,45	820,42	354
mg aa/gN mezcla				1	230,99	355,22	324,96	116,87	450,16	218,93	53,79	278,53	120
PATRON PRE ESCOLARES mg aa/gN (2 - 5 AÑOS)					175	413	363	156	394	213	69	219	
SCORE QUIMICO					131,99	86,01	89,52	74,91	114,25	102,79	77,96	127,18	101

FUENTE: Elaboración Propia

En base a las formulaciones que se presenta en el Cuadro 14 se calculó la valoración del contenido de aminoácidos en nitrógeno de proteína de 5 formulaciones de bebida en polvo. Como se puede observar todas las formulaciones presentan un bajo computo químico, que varían de 74.91 a 94.99%.

La calidad de las proteínas de los alimentos depende de su contenido de aminoácidos esenciales. La FAO 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. Las proteínas biológicamente incompletas son las que poseen uno o más aminoácidos limitantes, corroborando con los resultados obtenidos en el presente trabajo de investigación la formulación A con valor del computo químico de 79.09 %.

La relación del aminoácido limitante que se encuentra en menor proporción con respecto al mismo aminoácido en la proteína de referencia para cada grupo de edad se denomina score químico (SQ). (Olivares, 1994), donde la formulación E muestra el valor de computo químico 74.91%, este valor puede ser mejorado atravez de planteamiento de mas formulaciones y adicionando mas insumos.

Cuadro 14: Cómputo Químico de las 5 formulaciones de bebida en polvo.

Formulación	Cómputo Químico
Formulación A	79.09
Formulación B	85.82
Formulación C	86.86
Formulación D	94.99
Formulación E	74.91

FUENTE: Elaboración propia.

4.2.4 PROCEDIMIENTO OBTENCION DE BEBIDA EN POLVO.

En base al estudio realizado para la selección de las 5 formulaciones, por su alto porcentaje de cómputo químico y por su alto porcentaje de proteína total, se procedió a resumir los porcentajes de cada ingrediente de las cinco formulaciones como se puede observar en el Cuadro 13, luego se realizaron los procesos homogenizado y envasado. Donde ya fue explicado en el acápite 3.3.5.

Después se realizó el análisis sensorial de las cinco formulaciones, y el análisis estadístico de la bebida reconstituida en base a cañihua, maca y leche en polvo entera.

4.2.5 SELECCIÓN DE FORMULACION OPTIMA BEBIDA RECONSTITUIDA APLICADA EL ANALISIS SENSORIAL Y ANALISIS ESTADISTICO.

4.2.5.1 EVALUACION SENSORIAL DE ACEPTABILIDAD ATRIBUTO COLOR.

En este caso el planteamiento de hipótesis es:

$H_0: \mu_A = \mu_B = \mu_C = \mu_D = \mu_E$: El promedio de calificaciones para el color, en las cinco formulaciones son iguales.

$H_1: \mu_A \neq \mu_B \neq \mu_C \neq \mu_D \neq \mu_E$: No todos los promedios de calificaciones para el color, en las cinco formulaciones son iguales.

Cuadro 15: Análisis de Variancia con respecto al Color.

	G.L.	SC	CM	F.c.	F.t.	Sig.
Tratamientos	4	1,92	0,48	0,4547368	2.59	N.S.
Error	45	47,5	1,06			
Total	49	49,42				

El nivel de significación: $\alpha = 0.05$.

En este caso, con respecto a color, el Fc. es menor que Ft., entonces no se rechaza la hipótesis nula, en tanto que la hipótesis alterna si la rechazamos.

La decisión es, con un nivel de significación 0.05 (5%) que no hay diferencia entre las muestras, ya que hay evidencia estadística que los efectos producidos por los tratamientos son similares a un nivel de 0.05, esto indica claramente que no existe diferencias significativamente en el atributo color entre las cinco muestras.

4.2.5.2 EVALUACION SENSORIAL DE ACEPTABILIDAD ATRIBUTO OLOR.

En este caso el planteamiento de hipótesis es:

$H_0: \mu_A = \mu_B = \mu_C = \mu_D = \mu_E$: El promedio de calificaciones para el olor, en las cinco formulaciones son iguales.

$H_1: \mu_A \neq \mu_B \neq \mu_C \neq \mu_D \neq \mu_E$: No todos los promedios de calificaciones para el olor, en las cinco formulaciones son iguales.

Cuadro 16: Análisis de Variancia con respecto al Olor.

	G.L.	SC	CM	F.C.	F.t.	Sig.
Tratamientos	4	7	1,75	1,7307692	2.59	N.S.
Error	45	45,5	1,01			
Total	49	52,5				

El nivel de significación: $\alpha = 0.05$.

En este caso, con respecto a olor, el Fc. es menor que Ft., entonces no se rechaza la hipótesis nula, en tanto que la hipótesis alterna si la rechazamos.

La decisión es, con un nivel de significación 0.05 (5%), no existe diferencias significativas estadísticamente, esto indica claramente que no existe diferencias significativamente en el atributo olor entre las cinco muestras.

4.2.5.3 EVALUACION SENSORIAL DE ACEPTABILIDAD ATRIBUTO SABOR.

En este caso el planteamiento de hipótesis es:

$H_0: \mu_A = \mu_B = \mu_C = \mu_D = \mu_E$: El promedio de calificaciones para el sabor, en las cinco formulaciones son iguales.

$H_1: \mu_A \neq \mu_B \neq \mu_C \neq \mu_D \neq \mu_E$: No todos los promedios de calificaciones para el sabor, en las cinco formulaciones son iguales.

Cuadro 17: Análisis de Variancia con respecto al Sabor.

	G.L.	SC	CM	F.C.	F.t.	Sig.
Tratamientos	4	1,4	0,35	0,3927681	2.59	N.S.
Error	45	40,1	0,89			
Total	49	41,5				

El nivel de significación: $\alpha = 0.05$.

En este caso, con respecto a sabor, el Fc. es menor que Ft., entonces no se rechaza la hipótesis nula, en tanto que la hipótesis alterna si la rechazamos.

La decisión es, con un nivel de significación 0.05 (5%), no existe diferencias significativas estadísticamente, esto indica claramente que no existe diferencias significativamente en el atributo sabor entre las cinco muestras.

4.2.5.4 EVALUACION SENSORIAL DE ACEPTABILIDAD ATRIBUTO AROMA.

En este caso el planteamiento de hipótesis es:

$H_0: \mu_A = \mu_B = \mu_C = \mu_D = \mu_E$: El promedio de calificaciones para el aroma, en las cinco formulaciones son iguales.

$H_1: \mu_A \neq \mu_B \neq \mu_C \neq \mu_D \neq \mu_E$: No todos los promedios de calificaciones para el aroma, en las cinco formulaciones son iguales.

Cuadro 18: Análisis de Variancia con respecto al Aroma.

	G.L.	SC	CM	F.C.	F.t.	Sig.
Tratamientos	4	1,4	0,35	0,3207739	2.59	N.S.
Error	45	49,1	1,09			
Total	49	50,5				

El nivel de significación: $\alpha = 0.05$.

En este caso, con respecto a aroma, el F_c . es menor que F_t ., entonces no se rechaza la hipótesis nula, en tanto que la hipótesis alterna si la rechazamos.

La decisión es, con un nivel de significación del 0.05 (5%), no existe diferencias estadísticas, esto indica claramente que no existe diferencias significativamente con un límite de confianza del 0.95 (95%), en el atributo aroma entre las cinco muestras.

4.2.5.5 EVALUACION SENSORIAL DE ACEPTABILIDAD ATRIBUTO TEXTURA.

En este caso el planteamiento de hipótesis es:

H_0 : $\mu_A = \mu_B = \mu_C = \mu_D = \mu_E$: El promedio de calificaciones para la textura, en las cinco formulaciones son iguales.

H_1 : $\mu_A \neq \mu_B \neq \mu_C \neq \mu_D \neq \mu_E$: No todos los promedios de calificaciones para la textura, en las cinco formulaciones son iguales.

Cuadro 19: Análisis de Variancia con respecto a la Textura.

	G.L.	SC	CM	F.C.	F.t.	Sig.
Tratamientos	4	2,08	0,52	0,512035	2.59	N.S.
Error	45	45,7	1,02			
Total	49	47,78				

El nivel de significación: $\alpha = 0.05$.

En este caso, con respecto a textura, el $F_c(0.51)$. es menor que $F_t(2.59)$, entonces no se rechaza la hipótesis nula, en tanto que la hipótesis alterna si la rechazamos.

La decisión es, con un nivel de 5% no existe diferencias estadísticas, esto indica claramente que no existe diferencias significativamente con un límite de confianza del 0.95 (95%), en el atributo textura entre las cinco muestras.

4.2.5.6 EVALUACION SENSORIAL DE ACEPTABILIDAD ATRIBUTO APARIENCIA.

En este caso el planteamiento de hipótesis es:

$H_0 : \mu_A = \mu_B = \mu_C = \mu_D = \mu_E$: El promedio de calificaciones para la apariencia, en las cinco formulaciones son iguales.

$H_1 : \mu_A \neq \mu_B \neq \mu_C \neq \mu_D \neq \mu_E$: No todos los promedios de calificaciones para la apariencia, en las cinco formulaciones son iguales.

El nivel de significación: $\alpha = 0.05$.

En este caso, con respecto a apariencia, el F_c es menor que F_t , entonces no rechazamos la hipótesis nula, en tanto que la hipótesis alterna si la rechazamos.

Cuadro 20: Análisis de Variancia con respecto Apariencia.

	G.L.	SC	CM	F.C.	F.t.	Sig.
Tratamientos	4	0,68	0,17	0,1746575	2.59	N.S.
Error	45	43,8	0,97			
Total	49	44,48				

La decisión es, con un nivel de significación del 0.05 (5%) no existe diferencias estadísticas significativas, esto indica claramente que no existe diferencias significativas con un límite de confianza del 0.95 (95%), en el atributo apariencia entre las cinco muestras.

4.2.6 CARACTERIZACION DE BEBIDA EN POLVO.

4.2.6.1 ANALISIS QUIMICO DE BEBIDA ÓPTIMA EN POLVO.

Los resultados de la composición química de las 5 formulaciones de bebida en polvo se observa en el cuadro 16, donde sus cálculos varían de 2.22 a 3.20 % de humedad, 12 a 15.20% de proteína total, 7.15 a 9.30% de Extracto etereo, 2.10 a 4.02% de Fibra cruda, 1.20 a 2.45% de Ceniza y 68.07 a 74.33% de extracto libre de nitrógeno.

En función a los resultados de computo químico y en base a valores químicas encontradas se ha seleccionado en la bebida optima en polvo es la Formulación D, como se puede ver en el Cuadro 14 y en el Cuadro 21.

Cuadro 21: Composición química de 5 formulaciones de bebida en polvo.

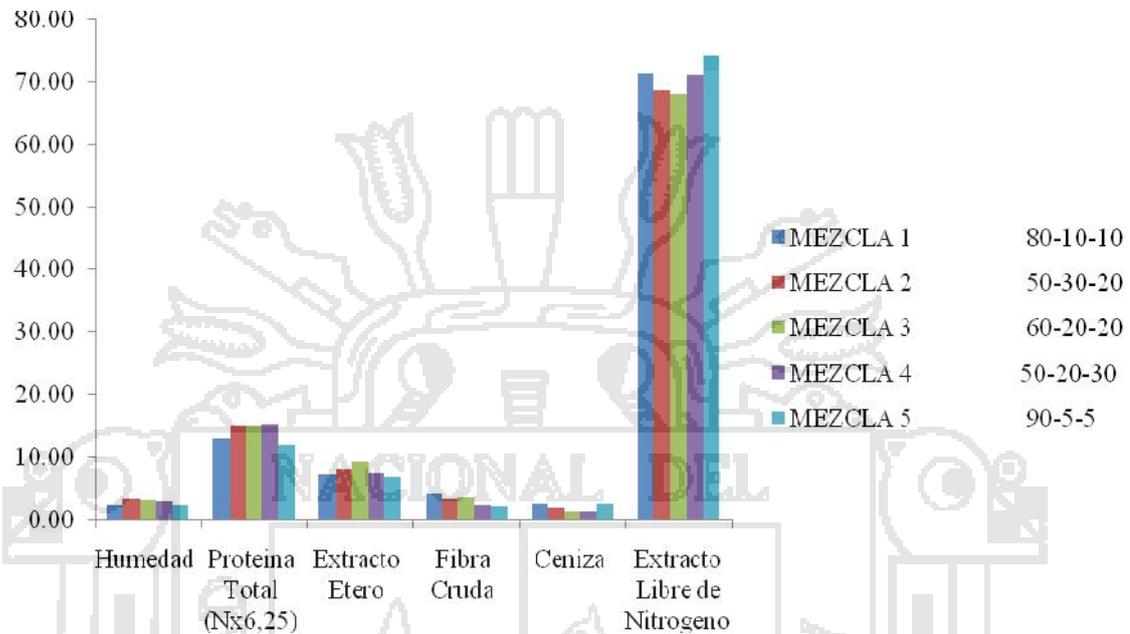
COMPOSICION QUIMICA	MEZCLA A 80-10-10	MEZCLA B 50-30-20	MEZCLA C 60-20-20	MEZCLA D 50-20-30	MEZCLA E 90-5-5
Humedad (%)	2,22	3,20	3,00	2,90	2,32
Proteína Total (Nx6,25) (%)	12,92	15,00	15,00	15,20	12,00
Extracto Etero (%)	7,15	8,00	9,30	7,30	6,80
Fibra Cruda (%)	4,02	3,20	3,40	2,31	2,10
Ceniza (%)	2,37	1,87	1,23	1,20	2,45
Extracto Libre de Nitrógeno (%)	71,32	68,73	68,07	71,09	74,33

Fuente: Elaboración Propia.

Donde:

Porcentajes		Productos transformados
80-10-10	=	Cañihua-Maca-Leche en polvo.
50-30-20	=	Cañihua-Maca-Leche en polvo.
60-20-20	=	Cañihua-Maca-Leche en polvo.
50-20-30	=	Cañihua-Maca-Leche en polvo.
90-5-5	=	Cañihua-Maca-Leche en polvo.

Figura 07: COMPOSICIÓN QUÍMICA DE 5 FORMULACIONES DE BEBIDA EN POLVO.



Fuente: Elaboración Propia.

Según los resultados obtenidos de las cinco formulaciones se ha elegido la Formulación D como óptima, razón por lo que el contenido de humedad de la bebida en polvo del estudio presenta 2.9% valor que se compara con otros productos estudiados (ver Cuadro 11), tales como mezcla atomizada de soya y quinua, soyandina y chocomilk, observamos que el valor experimental es menor de estos productos mencionados. Sin embargo, la bebida en polvo del estudio cumple de ser menor de 15% de humedad en harinas, según la Norma Técnica Peruana (INDECOPI, 1976).

En el caso de contenido de proteínas de la bebida en polvo del estudio presenta 15.20% valor que es menor de los productos tales como: mezcla atomizada de soya y quinua y soyandina y así mismo es menor de lo recomendado por FAO/OMS (1972 - 1982) mencionado por Valdez (1995) de una composición química de mezcla óptima de niños preescolares de no menor de 15% de proteína. Sin embargo cumple con la dieta de cereales de 8 a 10 % de proteínas que satisfacen las necesidades proteicas de los adultos (Fennema, 1993).

En el caso del contenido de fibra, la bebida en polvo en base a maca, cañihua y leche presenta 2.31% valor que es mayor a la mezcla atomizada de soya y quinua. Asimismo cumple con lo recomendado de una composición química de una mezcla óptima de menos de 5% de fibra (FAO/OMS, 1972 – 1982; mencionado por Valdez, 1995).

El contenido de cenizas de la bebida en polvo del estudio presenta 1.20%, valor que es menor de la mezcla atomizada de soya y quinua; sin embargo cumple con la recomendación de menos de 2.5% de cenizas para harinas de la Norma Técnica Peruana (INDECOPI, 1976).

En el caso del cómputo químico de la bebida en polvo del estudio (94.99%) presenta un alto valor, ya que recomiendan el cómputo químico de un alimento no debe ser menor de 70% (Comité de FAO/OMS, 1985; mencionado por Repo-Carrasco, 1998).

4.2.7 ANALISIS BIOLÓGICO.

Los resultados de Valor Biológico de la bebida mezcla instantánea a base de Cañihua, Maca y leche en polvo, se muestra en el Cuadro 22, lo cual demuestra que el producto alimenticio es de buena calidad, basándose en el valor mencionado por los expertos de la FAO/OMS (1992), que dan un valor de PER 2,5 para la caseína de la leche y Valor Biológico del mismo aceptable y recomendable 70%.

A los 6 días del experimento, se observó que las ratas alimentadas con dieta a base de productos en estudio con 10% de proteína tuvo una ganancia de peso promedio de 55.1 gramos, el consumo de alimento fue de 40.32 gramos.

Sin embargo el valor del Valor Biológico fue de 58.95 % del producto instantáneo se muestra inferior en comparación con el valor obtenidos por Repo-carrasco y Li Hoyos (1993), que reportaron un Valor Biológico de 66.40 % de una mezcla alimenticia a base de Quinua-Cañihua-Habas.

Por otro lado, los valores de PER tiene algunas limitaciones en cuanto a la supuesta ganancia de peso es debida exclusivamente al aporte proteico del alimento, lo cual no es necesariamente cierto, ya que determinadas dietas pueden provocar retención de agua y/o grasa, sin embargo la prueba de evaluación biológica en Valor Biológico es muy estricto y real donde se valora la cantidad de nutriente retenido a nivel de las células donde ellos son parte de la conformación de ATP y energía.

Cuadro 22: Resultados de valor biológico de la mezcla instantáneo ideal

PARÁMETROS	MEZCLA IDEAL
Número de animales (6 ratas)	6
Peso inicial (g)	56.57
Peso Final (g)	62.22
Ganancia de Peso (g)	5.65
Consumo de Alimento (g)	43.12
Materia seca del Alimento (%)	95.34
Nitrógeno en alimento (%)	1.70
Nitrógeno consumido (g) NI	0.733
Promedio de heces excretadas (g)	14.78
Materia seca de heces (%)	56.94
Nitrógeno en heces (%)	1.7504
Nitrógeno excretada en heces (g) NF	0.258
Densidad de la orina	1.024
Promedio de la orina excretada (ml)	34.37
Orina excretada (g)	35.194
Nitrógeno en orina (%)	0.555
Nitrógeno excretada en orina (g) NU	0.195
Valor Biológico	58.95

FUENTE: Elaboración Propia.

$$VB = \frac{NI - (NF+UN)}{NI - NF} \times 100$$

Donde :

NI = Nitrógeno ingerido por grupo de animales alimentado dieta proteica.

NF = Nitrógeno excretado en heces por grupo de animales alimentado dieta proteica.

NU = Nitrógeno excretado en orina por grupo de animales alimentado dieta proteica.

VB = Valor biológico.

4.2.8 ANALISIS MICROBIOLOGICO.

Los resultados de los análisis microbiológicos realizados durante la investigación muestran en el siguiente cuadro:

Cuadro 23: Análisis microbiológico de la mezcla harina instantánea de cañihua, maca y leche en polvo entera (Formulación D).

PRUEBAS	RESULTADOS
Mesófilos aerobios viables	Max.07 x 10 ⁻¹ UFC/g
Numeración de Staphiloccoccus Aureus	Menor de 10 ⁻¹ UFC/g.
Numeración de E. Coli (NMP)	0.00
Numeración de Mohos y Levaduras.	Máx. 10 x 10 ⁻¹ UFC/g

Fuente: Elaboración Propia.

Donde:

UFC/g. = Unidad Formadora de Colonia en un gramo de muestra.

NMP = Número más probable.

Ministerio de Salud (MINSA) establece requerimientos microbiológicos así como se muestra en el cuadro:

Cuadro 24. Requisitos Microbiológicos.

	m	c	M
N. aerobios mesófilos UFC/g.	10 ⁴	1	10 ⁵
N. Coliformes Totales NMP/g.	10	1	10 ²
N. St. Aureus UFC/g.	10	1	10 ²
N. Bacillus cereus UFC/g.	10 ²	1	10 ⁴
Salmonella sp/ 25g	0	0	0
N. de hongos UFC/g.	10 ³	1	10 ⁴

Fuente: Ministerio de Salud (2002).

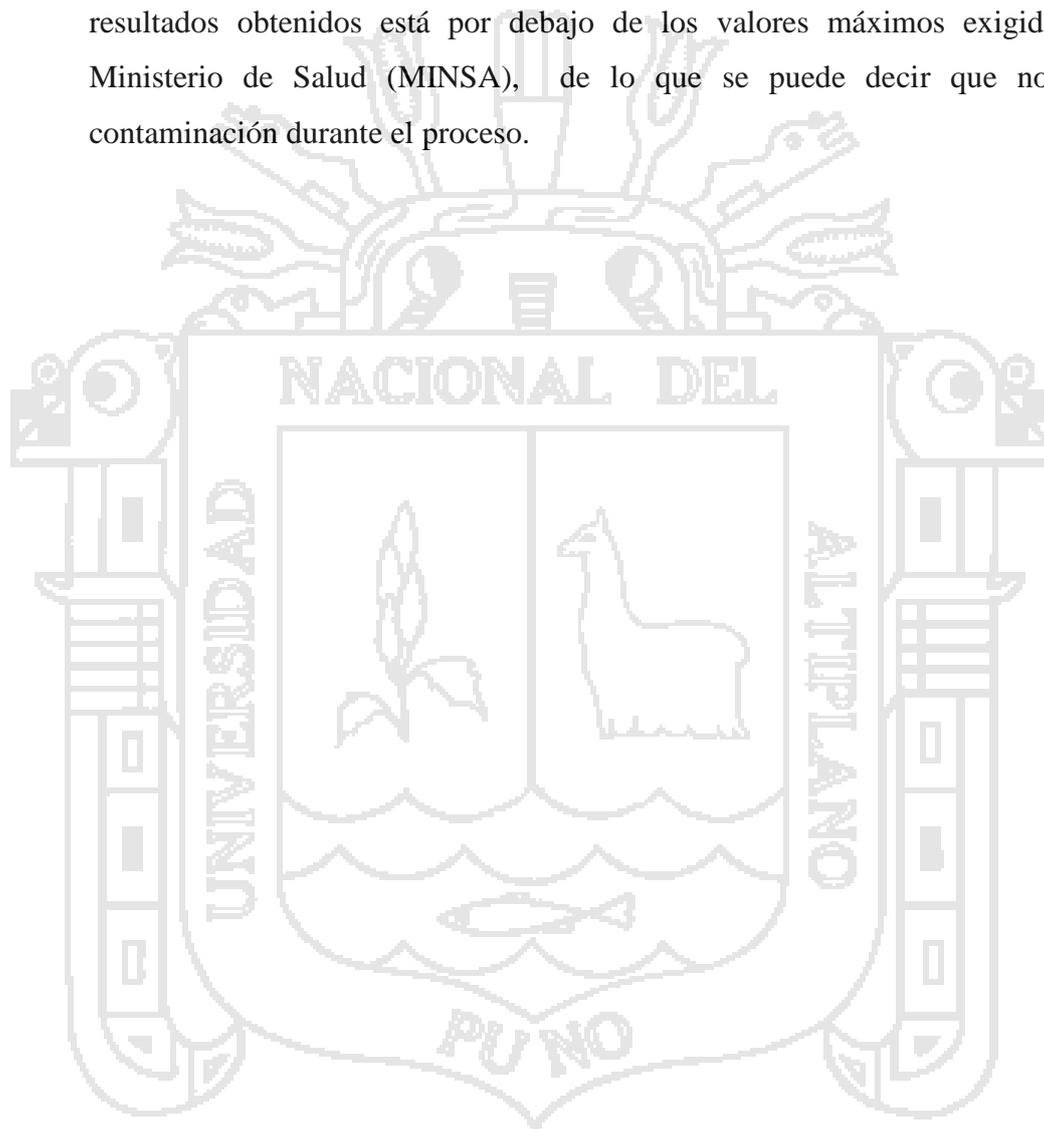
Donde:

m : Límite inferior aceptable.

M : Límite superior aceptable, valores mayores que M son inaceptables

C : Número máximo permitido, valores mayores a c son inaceptables.

Se puede apreciar en los resultados de análisis microbiológica de la mezcla en polvo de harina instantánea de cañihua, maca y leche en polvo entera que durante el almacenamiento a condiciones ambientales fue aceptable los resultados obtenidos está por debajo de los valores máximos exigidos por Ministerio de Salud (MINSA), de lo que se puede decir que no hubo contaminación durante el proceso.



CONCLUSIONES.

- La bebida óptima en polvo en base de cañihua, maca y leche resulta de la formulación de 50% de harina instantánea de cañihua, 20% de harina instantánea de maca y 30% de leche en polvo entera descremada, con un cómputo químico de 94.99% y un valor proteico de 15.20%, cuya composición química: 2.90% de humedad, 15.20% de proteína, 7.30% de extracto etereo, 2.31% de fibra cruda, 1.20% de ceniza y 71.09% de extracto libre de nitrógeno.
- Para el análisis sensorial, la prueba F no significativo en los seis atributos (color, olor, sabor, aroma, textura y apariencia), según el análisis de variancia, indicando o concluyendo que los efectos de los tratamientos son iguales, debiendo atribuirse las diferencias numéricas entre promedio de las calificaciones a fluctuaciones producidas por el azar o por el muestreo.
- El valor biológico fue de 58.95 % de la bebida óptima en polvo a base de harina instantánea de cañihua, maca y leche en polvo, microbiológicamente esta dentro de los rangos permisibles por las normas utilizadas, por lo cual es APTA para el consumo.

RECOMENDACIONES.

- El producto desarrollado puede aprovecharse para su consumo en una población de jóvenes y adultos como suplemento energético.
- El almacenamiento de la bebida en polvo debe ser menor de 20°C, en lugar seco con una humedad relativa de 40%.
- La bebida reconstituida se debe consumirse de forma inmediata después de su preparación.
- Realizar pruebas con más parámetros establecidos, en el proceso de extrusión de alimentos para comparar los cambios químicos y físicos.
- Realizar estudios de complementación empleando otras especies altoandinas y pecuarias, especialmente aquellas de escaso valor comercial y de alto valor nutritivo, con el fin de incrementar su consumo.

BIBLIOGRAFIA.

1. AGAPITO, T. (1999). Tabla de composición química de los alimentos, Ácidos grasos, aminoácidos. Editorial Isabel. Lima – Perú.
2. ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS, (1993). 15^{vo} Edition. Official Methods of Analysis (A.O.A.C.) Washington D.C. USA.
3. BENDER, A. (1994). Diccionario de Nutrición y Tecnología en los alimentos. Editorial Acribia. Zaragoza – España.
4. BJORCK, I Y ASP, N. (1983). The Effects of Extrusion Cooking on Nutrition Value-A Literature Review. Journal of Food Engineering.
5. BRESSANI, R. (1976) Valor Nutritivo de las Mezclas Vegetales Inter. Science.
6. CALZADA, J. (1980). 143 frutales nativos. UNALM, La Molina, Lima.
7. CANALES, M.; AGUILAR, J.; PRADA, A.; MARCELO, A.; HUAMÁN, C. Y CARBAJAL, L. (2000). Evaluación Nutricional de *Lepidium meyenii* (Maca) en ratones albinos y su descendencia. Archivos Latino Americanos de Nutrición. Órgano Oficial de la Sociedad Latinoamericana de Nutrición.
8. CENAN – INS – MINSA (1993): “Tabla de Composición de los Alimentos”. Instituto Nacional de Salud. Ministerio de Salud. Lima – Perú.
9. CODEX ALIMENTARIUS. (1995). Azúcares y productos de Cacao y el Chocolate y productos diversos. Programa conjunto FAO/OMS sobre normas alimentarias Comisión de Codex Alimentarius. ONU/FAO.
10. COLLAZOS, C. (1975). “La Composición de los Alimentos Peruanos”. Quinta Edición Ministerio de Salud. INS, Lima – Perú.

11. COLLAZOS, C.; WHITE, P.; WHITE, S. (1996). La composición de los alimentos peruanos. 4ta. Edición, Instituto Nacional de Nutrición. Lima/Perú.
12. CHACON. (1997). Estudio morfológico de los cultivares de Maca Universidad Centro del Perú Huancayo.
13. DINI, A, MIGLIUOLO, G.; RASTRELLI, L., SATURNINO, p.; SCHETTINO, O. (1994). "Chemical composition of *Lepidium meyenii*", m Food Chemistry 49, London, UK.
14. F.A.O. (1992) Manual sobre la utilización de cultivos andinos sub explotados en la alimentación. Oficina Regional de la FAO. Para la América Latina y el Caribe. Roma.
15. FAO. (2000). Perfiles nutricionales por países. Perú. FAO, Roma.
16. FAO. (1983). Cultivos andinos Subexplotados en la alimentación. Oficina Regional de FOA. Para la América Latina y el Caribe, Roma.
17. FAO/OMS. (1994). "Normas del CODEX para regímenes especiales para lactantes y niños de corta edad" Programa conjunto FAO/OMS sobre normas alimentarias. Comisión de Codex alimentario. Roma - Italia.
18. FAO/OMS/ONU (1985) Necesidades de Energía y Proteínas. Informe Técnico No301 Ginebra Suiza.
19. FELLOWS, P. (1994). Tecnología del Procesado de los Alimentos: Principios y Prácticas. Ed. Acribia. Zaragoza. España.
20. FENNEMA, O. (1993). Química de los alimentos. Editorial. Acribia. S.A. España.

21. GOLBERG. (2001). Evaluación de la calidad proteica de los alimentos Editorial Acribia Zaragoza España.
22. GOMEZ, M. AND AGUILERA, J. M. (1983). Changes in the Starch Fraction During Extrusion-Cooking of Corn. J. Food Sci.
23. GONZALES, S. (1991). Elaboración a base de cereales expandidos. Rev. Industrias Alimenticias. Vol 2. No. 5. Colombia.
24. GUIDO, A. (2005). Aportes de los cultivos andinos a la nutrición humana. En Raíces Andinas: Contribuciones al conocimiento y la capacitación. CIP. Lima, 2005.
25. HARPER, (1992). "Bioquímica de Harper". Editorial el Manual Moderno, S.A. de C.V. Sonora – México.
26. HARPER, J. JANSEN, G. (1988). Nutritional Evaluation of food Processing Efets of Extrusion Processing on Nutrients. Ed. Karmas y Harris. New York. USA.
27. HARPER, J. M. (1981). "Extrusión of foods". Vol I y II. Ed CRC Press – Boca Ratón. Ed. Acribia. Zaragoza. España.
28. HERNÁNDEZ, J. (1992): "Cultivos marginados, otra perspectiva de 1492" Colección FAO: Producción y protección vegetal No 26 Roma, Italia.
29. INDECOPI. (1976). Norma Técnica Peruana de Harinas Sucedáneas procedentes de cereales, sección 205.045. Investigación Tecnológica Industrial y de Normas Técnicas. INDECOPI. Lima Perú. Febrero.

30. INDECOPI. (1981). Norma Técnica Peruana de Azúcar Blanca sin Refinar, sección 207.002. Instituto de Investigación Tecnológica Industrial y de Normas Técnicas. INDECOPI. Lima Perú. Agosto.
31. JARA, G. (1995). Obtención de una mezcla instantánea en base a alga lechuga del mar, frijol castilla y germen de trigo. Tesis. Universidad Nacional Agraria La Molina.
32. KIRK, R.; SAWYER, R. Y EGAN, H. (1996). Composición y análisis de alimentos de Pearson. Compañía Editorial Continental S.A., CECSA de C.V. México.
33. KOKINI, L., CHI-TANG HO, MUKUND V. KARWE, (1992). Food Extrusión Science and Tecnology. Rutgers – The State University of New Jersey.
34. LARRAÑAGA, I. (1999). Control e higiene de los alimentos. Mc. Graw Hill Interamericana de España. España.
35. LEÓN, J. (1964). Plantas alimenticias andinas. Boletín Técnico # 6. IICA, Zona andina. Lima.
36. LINKO, P. (1981). Advance Incereal Scienee y Tecnology : Hih Temperature Short – Time Extrusion Cooking.
37. NATIONAL RESEARCH COUNCIL (1995). Nutrient Requeriments of laboratoy Animals Fourth Revised Edition. Washington. D.C.
38. NATIONAL RESEARCH COUNCIL. (1989). Lost Crops of the Incas.Little-known plants of the Andes with promise.
39. OBREGÓN, L. (1998). “Maca: Planta medicinal y nutritiva del Perú”. Primera edición. Lima-Perú.

40. PAREDES-LOPEZ, O. (1994). Amarath. Biology, Chemistry and Technology. Centro de información CINVESTAV. México.
41. PASTOR, M.; COSTELL, E. Y DURAN, L. (1994). Influencia de la viscosidad en los umbrales de detección, de reconocimiento y diferenciales de la sacarosa y de Aspartamo. Revista Española de Ciencia y Tecnología de Alimentos. España.
42. PERAFAN, F. (2001). Caña de Azúcar. Compañía de Felipe Perafan. Cali - Colombia.
43. POTTER, N. (1973). Ciencia de los Alimentos. Compañía Continental. México.
44. REPO-CARRASCO RITVA Y LI HOYOS. (1993). Elaboración y evaluación de alimentos infantiles con base en cultivos andinos. Archivos Latinoamericanos de Nutrición. Institute of Development Studies. Univerdad de Helsinki.
45. REPO-CARRASCO, R. (1992). Andean Crops And Infant Nourishment. University of Helsinki. Institute of Development Studies. Report B25. Finland.
46. REPO-CARRASCO, R. (1998). Introducción a la Ciencia y Tecnología de Cereales y de granos Andinos. Editorial. Agraria. Lima-Perú.
47. SÁNCHEZ, M. (1983). Dos cultivos olvidados de importancia agroindustrial. El amaranto y la quínoa. Arch Latinoamer Nutr. 33(1):11-29.
48. SCHMIDT – HEBBEL, H. (1990). Aditivos Alimentarios y la reglamentación de los alimentos. Fundación Chile. Chile.
49. SEGURA, R. (1998). Elaboración de una mezcla alimenticia a base de oca (*Oxalis tuberosa* Mol.) tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet) y quinua (*Chenopodium quinoa* Willd). Tesis Universidad Nacional del Altiplano Puno. Perú.

50. SOLANO, M. (2001): “Botánica Sistemática”. Universidad Nacional del Altiplano.
51. TAPIA, M. - FRIES, A. (2007). Los Cultivos Andinos en el Perú. Instituto Nacional de Investigación y Promoción Agropecuaria, Programa Nacional de Sistemas Andinos de Producción Agropecuaria. Boletín N° 1. Lima, s/f.
52. TAPIA, M.E. (2000): “Cultivos Andinos sub explotados y su aporte en la Alimentación). 2° Edición. Oficina Regional de la FAO para América Latina y el Caribe. Santiago-Chile.
53. VALDEZ, J. (1995). Obtención de una mezcla nutritiva en base de quinua y cebada malteadas. Tesis. Universidad nacional Agraria La Molina.
54. WATTS, B.M. (1992). Métodos sensoriales básicos para la evaluación de alimentos. Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo. Ottawa – Canadá.

ANEXOS.

EVALUACION SENSORIAL DE ACEPTABILIDAD ATRIBUTO COLOR					
JUECES	A	B	C	D	E
1	3	4	4	3	3
2	3	3	3	4	3
3	4	4	3	4	5
4	5	4	5	5	4
5	3	3	4	4	3
6	3	3	3	4	3
7	3	3	3	5	3
8	3	2	3	5	4
9	3	4	3	4	3
10	4	2	3	3	4
SUMA	34	32	34	38	35
X	3,4	3,2	3,4	3,8	3,5

EVALUACION SENSORIAL DE ACEPTABILIDAD DE ATRIBUTO OLOR					
JUCES	A	B	C	D	E
1	4	3	3	5	4
2	3	3	3	4	4
3	3	2	4	5	4
4	4	4	3	4	4
5	4	4	3	5	4
6	3	4	3	4	4
7	3	3	3	3	4
8	3	3	3	5	4
9	3	3	3	5	4
10	3	3	3	4	3
SUMA	33	32	31	44	39
X	3,3	3,2	3,1	4,4	3,9

EVALUACION SENSORIAL DE ACEPTABILIDAD DE ATRIBUTO SABOR					
JUECES	A	B	C	D	E
1	4	4	3	4	4
2	3	3	4	4	3
3	3	3	4	5	3
4	4	4	4	4	3
5	4	4	2	4	4
6	4	4	4	4	3
7	3	3	3	4	4
8	4	3	3	4	4
9	4	3	3	5	4
10	2	3	3	3	3
SUMA	35	34	33	41	35
X	3,5	3,4	3,3	4,1	3,5

EVALUACION SENSORIAL DE ACEPTABILIDAD DE ATRIBUTO AROMA					
JUECES	A	B	C	D	E
1	4	4	4	4	4
2	3	3	4	4	3
3	3	4	4	4	4
4	3	4	4	5	3
5	4	4	5	5	3
6	4	4	4	4	4
7	4	4	3	4	4
8	3	3	3	5	4
9	4	4	4	5	4
10	3	3	2	4	3
SUMA	35	37	37	44	36
X	3,5	3,7	3,7	4,4	3,6

EVALUACION SENSORIAL DE ACEPTABILIDAD ATRIBUTO TEXTURA					
JUECES	A	B	C	D	E
1	3	4	4	4	4
2	4	3	3	5	3
3	4	4	3	4	3
4	3	3	4	5	3
5	4	4	3	4	4
6	3	3	4	5	4
7	4	3	4	4	4
8	4	3	3	5	3
9	3	4	4	4	4
10	3	3	4	4	4
SUMA	35	34	36	44	36
X	3,5	3,4	3,6	4,4	3,6

EVALUACION SENSORIAL DE ACEPTABILIDAD DE ATRIBUTO APARIENCIA					
JUECES	A	B	C	D	E
1	3	4	4	4	4
2	4	3	3	4	3
3	3	4	4	4	3
4	4	4	3	5	4
5	3	4	2	4	3
6	3	4	3	3	4
7	3	3	4	4	3
8	4	3	3	4	3
9	4	4	4	4	4
10	4	4	4	4	3
SUMA	35	37	34	40	34
X	3,5	3,7	3,4	4	3,4