



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

Facultad De Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la

Producción

“Desarrollo y Caracterización de un Suplemento Infantil
Enriquecido con Zinc tipo Papilla para Niños que habitan en la
Zona Rural”

EXAMEN COMPLEXIVO

Previo a la obtención del Título de:

INGENIERO DE ALIMENTOS

Presentada por:

Tanya Paola Castro Manosalvas

GUAYAQUIL - ECUADOR

Año: 2015

AGRADECIMIENTO

A mi familia que hizo posible mi educación y me brindaron todo su apoyo guiándome en cada paso de mi vida.

DEDICATORIA

A mis padres por el apoyo incondicional que me brindaron en todo momento.

TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

Ing. Jorge Duque R.
DECANO DE LA FIMCP
PRESIDENTE

Ph. D. Sandra Acosta D.
DIRECTORA DEL EXAMEN
COMPLEXIVO

Ing. Fernando Peñafiel U.
VOCAL

DECLARACIÓN EXPRESA

“La responsabilidad del contenido desarrollado en el presente examen complejo me corresponde exclusivamente; y el patrimonio intelectual del mismo a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL”.

(Reglamento de Graduación de la ESPOL).

Tanya Paola Castro Manosalvas

RESUMEN

El principal objetivo de este trabajo fue desarrollar un suplemento en polvo utilizando como base una mezcla de harinas de cultivos andinos, ricos en proteínas y carbohidratos, el cual se enriqueció con Zinc, obteniéndose de esta manera una papilla infantil de alto valor nutritivo.

En la primera parte de la investigación se realizó la caracterización de las materias primas para así garantizar un proceso uniforme y un producto de calidad. Se realizó un proceso de germinación al grano de quinua, y mediante un diseño de experimento se estableció los parámetros óptimos de operación. Se desarrolló distintas mezclas de harinas de cereal-leguminosa-tubérculo y por medio de sus aminogramas, se calculó teóricamente el score químico de cada formulación.

Posteriormente, por medio de la evaluación sensorial, se midió su grado de aceptabilidad en niños y se verificó el cumplimiento del aporte calórico-proteico diario en niños menores de 5 años de acuerdo a lo establecido por la FAO.

Finalmente, se evaluó la estabilidad del suplemento para así obtener el tiempo de vida útil del producto y se calculó el costo de elaboración del suplemento infantil.

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
RESUMEN.....	ii
ÍNDICE GENERAL.....	iv
ABREVIATURAS.....	vi
SIMBOLOGÍA.....	viii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	ix
ÍNDICE DE TABLAS.....	x
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO 1	
1. GENERALIDADES.....	3
1.1. Aspectos generales de los desequilibrios nutricionales.....	3
1.2. Importancia del Zinc.....	6
1.3. Localización de la zona de estudio.....	8
1.4. Determinación del grupo objetivo.....	9
1.5. Alimentos similares.....	11
1.6. Selección y obtención de la materia prima.....	13
1.7. Proceso de elaboración.....	20
CAPÍTULO 2	
2. PRUEBAS EXPERIMENTALES.....	23
2.1. Materias Primas utilizadas.....	23
2.2. Determinación de los parámetros de calidad de los nutrientes.....	28
2.3. Diseño de experimento.....	29

2.4. Formulación del producto.....	35
2.5. Caracterización del producto.....	39
2.6. Pruebas de aceptabilidad.....	43
2.7. Estimación de la vida útil.....	46
CAPÍTULO 3	
3. RESULTADOS.....	52
3.1. Diseño del proceso de producción.....	52
3.2. Diagrama de flujo del proceso.....	60
3.3. Estimación de costos de elaboración.....	63
CAPÍTULO 4	
4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	65
APÉNDICES	
BIBLIOGRAFÍA	

ABREVIATURAS

AOAC	Association of Analytical Communities
INEN	Instituto Ecuatoriano de Normalización
ASTM	Asociación Americana de Ensayo de Materiales
DE	Desviación estándar
°C	Grados Centígrados
cm	Centímetros
H	Humedad
HR	Humedad Relativa
Aw	Actividad de agua
pH	Potencial de hidrógeno
h	Hora
min	Minutos
ml	Mililitros

Kcal	Kilocalorías
KJ	KiloJules
Kg	Kilogramos
G	Gramos
mg	Miligramos
p/v	Peso / Volumen
HP	Caballo de fuerza
Aa	Aminoácidos
%	Por ciento
Vs.	Versus
Ho	Hipótesis nula
Ha	Hipótesis alternativa
NaOH	Hidróxido de Sodio

SIMBOLOGÍA

\$	Doláres americanos
A	Alfa
μm	Micras
<	Menor
>	Mayor

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1.1 Mapa de las comunidades de la provincia de Chimborazo.....	9
Figura 1.2 Proceso de germinación de los cereales.....	21
Figura 3.1 Diagrama de flujo para la obtención de harina de quinua germinada, chocho y melloco.....	61
Figura 3.2 Diagrama de flujo para la obtención del suplemento infantil....	62

ÍNDICE DE TABLAS

		Pág.
Tabla 1	Clasificación de la desnutrición en niños según su intensidad.....	5
Tabla 2	Aportes diarios recomendados por la FAO para las edades de interés.....	6
Tabla 3	Requerimientos diarios de zinc.....	7
Tabla 4	Aporte nutricional del desayuno escolar ecuatoriano.....	12
Tabla 5	Productos distribuidos por el Gobierno ecuatoriano.....	13
Tabla 6	Valor nutritivo de los cultivos andinos.....	14
Tabla 7	Contenido de aminoácidos en quinua.....	16
Tabla 8	Contenido de aminoácidos en chocho.....	18
Tabla 9	Contenido de aminoácidos en melloco.....	19
Tabla 10	Metodología utilizada para el análisis de las materias primas.....	24
Tabla 11	Análisis nutricional de las harinas.....	28
Tabla 12	Composición de aminoácidos de las harinas.....	29
Tabla 13	Factores y niveles del diseño experimental.....	30
Tabla 14	Tratamientos del diseño experimental.....	31
Tabla 15	Contenido de proteínas de los tratamientos.....	33
Tabla 16	Análisis de varianza.....	33

Tabla 17	Prueba Tukey.....	35
Tabla 18	Formulación de las mezclas de harinas.....	36
Tabla 19	Contenido de aminoácidos comparado con los requerimientos de la FAO en preescolares.....	37
Tabla 20	Análisis del cómputo químico teórico de aminoácidos de las formulaciones.....	38
Tabla 21	Formulaciones del suplemento en polvo.....	39
Tabla 22	Caracterización del suplemento.....	40
Tabla 23	Cantidad de ingredientes en gramos por porción.....	41
Tabla 24	Aporte nutricional por porción de papilla.....	41
Tabla 25	Aporte energético de la papilla en niños de 6 a 36 meses de edad.....	42
Tabla 26	Aporte proteico de la papilla en niños de 6 a 36 meses de edad.....	43
Tabla 27	Suplementos sometidos a prueba de aceptabilidad.....	44
Tabla 28	Ponderación escala hedónica.....	45
Tabla 29	Análisis de varianza.....	45
Tabla 30	Comparación múltiple Tukey.....	46
Tabla 31	Contenido del % de humedad durante el almacenamiento	48
Tabla 32	Variación de la Aw en el tiempo.....	49
Tabla 33	Variación del pH durante el almacenamiento.....	51
Tabla 34	Costo de materias primas del suplemento.....	64

INTRODUCCIÓN

Debido a que el estado nutricional de los niños menores de 5 años refleja la realidad socioeconómica y el desarrollo de un país, el Gobierno ecuatoriano ha creado diferentes programas nutricionales para garantizar una ingesta adecuada de macro y micro nutrientes en niños que se encuentren en esta situación. Sin embargo, pese a todos los esfuerzos, los problemas nutricionales no han desaparecido por completo del país. A finales del año 2000, la desnutrición calórico-proteica estaba entre las seis principales causas de muerte de niñas y niños antes de cumplir 5 años; de igual manera, la desnutrición es una de las diez principales causas de muerte de toda la población en uno de cada tres cantones del país (1).

Después de los primeros seis meses de vida, la lactancia materna ya no cubre las necesidades de energía ni la de ciertos minerales y vitaminas, por lo que se vuelve necesario ofrecer alimentos que complementen los requerimientos nutricionales de esa edad, ya que constituye un periodo de vida con una gran demanda nutricional (1).

Todo lo manifestado anteriormente refleja la necesidad de desarrollar productos nutritivos y económicos en el país que ayuden no sólo al estado

nutricional sino también a la salud y a la futura calidad de vida de este grupo poblacional. Por ello, en el presente trabajo se analiza la posibilidad de aprovechar el alto contenido proteico de nuestros cultivos andinos para así desarrollar diversas formulaciones a base de mezclas de harinas pre cocidas de cereal-leguminosa-tubérculo que al reconstituirse se pudiera elaborar una papilla que ayude a atenuar dicha problemática.

CAPÍTULO 1

1. GENERALIDADES

1.1. Aspectos generales de los desequilibrios nutricionales

La situación socioeconómica y pobreza que atraviesa algunas zonas rurales que no cuentan con los suficientes recursos básicos, la ingesta desbalanceada e insuficiente de alimentos, la presencia de niños con bajo peso al nacer, la alta incidencia de infecciones y el mal manejo de las enfermedades infantiles, son unas de las principales causas de los desequilibrios nutricionales.

Para entender la problemática de nuestro país, es importante conocer que la malnutrición, no sólo abarca los estados de carencia, como la desnutrición, sino también los de exceso, como la obesidad y a las enfermedades producidas por desequilibrios nutricionales como diabetes, anemia, escorbuto, etc.

La desnutrición es un estado en el cual el organismo no está recibiendo los nutrientes suficientes para cumplir adecuadamente sus funciones. Puede ser el resultado de consumo insuficiente, inadecuado o mal balanceado de alimentos, o de enfermedades que impiden la adecuada absorción de los mismos.

La desnutrición se puede clasificar de acuerdo a ciertos criterios como:

Según el tipo de nutriente faltante

Marasmo: deficiencia calórica

Kwashiorkor: deficiencia de proteínas

Mixta (Marasmo-Kwashiorkor): deficiencia calórica-proteica

Según su duración

Aguda: cuando su evolución es reciente. El niño pierde peso sin afectar su crecimiento, por lo que se encontrará un bajo peso con estatura normal.

Crónica: cuando ha durado varios meses o años. El crecimiento se afecta notablemente, por lo que tanto el peso como la estatura estarán bajos para la edad del niño.

Según su intensidad/gravedad

Se determina al comparar la estatura y peso del niño con el peso ideal para su edad.

Leve: cuando el porcentaje del peso ideal oscila entre el 75 y 90%

Moderada: cuando el porcentaje del peso ideal oscila entre el 70 y 79%

Severa/grave: cuando el porcentaje del peso ideal es menos de 70%

En la tabla 1 se muestra la clasificación de Waterlow según la intensidad de desnutrición.

TABLA 1
CLASIFICACIÓN DE LA DESNUTRICIÓN EN NIÑOS SEGÚN SU
INTENSIDAD

	Desnutrición		
	Leve	Moderada	Severa
Porcentaje del peso corporal ideal	80 - 90 %	70 - 79%	< 70 %
Porcentaje del peso corporal usual	90 - 95 %	80 -89 %	< 80 %

Fuente: Waterlow JC. (2)

Para establecer los requerimientos mínimos de calorías y proteínas en los niños ecuatorianos, se toma como referencia la tabla 2 de aportes diarios recomendados por la FAO (3).

TABLA 2
APORTES DIARIOS RECOMENDADOS POR LA FAO PARA LAS
EDADES DE INTERÉS

	Edad (años)	Kcal	Proteínas (g/kg)
Niños	0 a 1	100-120 / kg	1 – 3
	1 a 3	1300	1,06
	4 a 6	1700	0,97
	7 a 9	2100	0,92
	10 a 12	2500	0,86

Fuente: FAO (3)

1.2. Importancia del Zinc

El zinc es un mineral esencial para nuestro organismo ya que constituye un componente indispensable para la función normal de más de 300 enzimas catalíticas, estructurales y de regulación. Participa en el metabolismo de DNA y RNA, síntesis de proteínas y en la unión de algunas hormonas a sus receptores. Es fundamental para mantener la estructura de las proteínas, crecimiento, maduración sexual, fertilidad, metabolismo de vitamina A, metabolismo de hormonas, respuesta inmune, cicatrización de heridas, sentido del gusto y del apetito. Nuestro organismo contiene de 2 a 3 gramos de zinc (4).

La deficiencia de este mineral puede reportar significativas consecuencias en la salud de los niños, tales como retraso en el crecimiento lineal, efectos adversos en el desarrollo neuro-conductual y desarrollo psicomotor, también provoca un aumento de enfermedades infecciosas (respiratorias y gastrointestinales) por una disminución en el sistema inmunológico y produce un efecto negativo en la capacidad para detectar el sabor de los alimentos, por lo que se asocia a una disminución del apetito (5).

En la tabla 3 se muestra los requerimientos diarios de zinc para las diferentes etapas del ser humano (5).

TABLA 3
REQUERIMIENTOS DIARIOS DE ZINC

Etapa	mg/día
Infantes de 0 a 1 año	5
Niños	10
Adolescentes	15

Elaborado por: Tanya Castro, 2014

Se considera un riesgo elevado de deficiencia de zinc cuando el consumo inadecuado es mayor al 25% del total de la población estudiada. La restricción de crecimiento se mide mediante la relación Talla/Edad, esta variable expresada en puntaje z

(desviaciones estándar) es la de más fácil medición y se encuentra asociada a deficiencia de zinc en poblaciones de riesgo (4).

De acuerdo a la Encuesta Nacional de Salud y Nutrición (ENSANUT-ECU 2011-2013 MSP-INEC) la prevalencia de deficiencia de zinc ($< 65\mu\text{g/dL}$) en niños menores de 5 años es del 28,8% y la prevalencia del retardo en talla T/E ($\text{TE} < -2\text{DE}$) es del 25,3% (6).

1.3. Localización de la zona de estudio

Para el presente estudio se eligió la zona de los Andes Ecuatorianos, específicamente la provincia de Chimborazo, por ser la provincia con mayor índice de desnutrición (44% desnutrición crónica) según el Observatorio de los Derechos de la Niñez y la Adolescencia (ODNA), con altos índices de pobreza extrema y con una proporción de población indígena alta (7).

La provincia de Chimborazo se encuentra en el callejón Interandino y posee una gran variedad de climas desde el tropical de los valles hasta el frío glacial de los páramos. En la figura 1 se aprecia que la provincia de Chimborazo está constituida por varias comunidades

En el Ecuador el problema nutricional más significativo es la desnutrición crónica en niñas y niños menores de 5 años; para la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), la desnutrición crónica afecta al 26,4% de niños y niñas ecuatorianos, siendo mayor en poblaciones rurales que en poblaciones urbanas (31% vs. 17%), mayor en la Sierra (32%) que la Costa (16%) (1,10).

De acuerdo a datos obtenidos a partir de la ENDEMAIN 2004, la prevalencia de retardo en talla en niños ecuatorianos menores de 5 años fue de 33,5%. En el 2009, el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC), publicó que el 31% de la población infantil ecuatoriana sufre desnutrición crónica (baja talla para la edad), y otro 20% padece desnutrición aguda. Sin embargo, en el 2012, la Encuesta Nacional de Salud y Nutrición (ENSANUT) estableció que la prevalencia de retardo en talla afecta al 25,3 % de niños menores de 5 años, situación que se agrava en los niños indígenas donde alcanza índices del 42,3% (6).

Según la ONU, si se produce un descenso del 5% en los índices de desnutrición crónica, se consigue una reducción del 20% en los índices de pobreza global del país (9,11).

Por ello, para el presente trabajo se seleccionó niños de 6 a 36 meses de edad por ser el grupo de población con mayor riesgo de sufrir deterioros en su estado nutricional y consecuentemente en su salud.

1.5. Alimentos Similares

Dado que el estado nutricional de los niños menores de 5 años es una evidencia del desarrollo del país, el Ministerio de Salud Pública del Ecuador en 1998 creó el Programa Nacional de Alimentación y Nutrición (PANN 2000) dirigido a lactantes y niños pequeños menores de 2 años que vivían en provincias con una alta prevalencia de retraso en el crecimiento. Este programa desarrolló un alimento complementario conocido como “Mi Bebida” y “Mi Papilla” (12).

Por otro lado, el Programa de Alimentación Escolar (PAE) del Gobierno ecuatoriano, ejecuta programas de alimentación escolar desde 1987 con la ayuda del PMA. Su principal función es aliviar el hambre de escolares mediante la entrega de tres tipos de menús: un desayuno para educación básica, otro para educación inicial y un refrigerio (13).

En la tabla 4 se muestra el aporte nutricional de los productos distribuidos por el PAE que forman parte del desayuno escolar ecuatoriano para educación inicial y básica.

TABLA 4
APORTE NUTRICIONAL DEL DESAYUNO ESCOLAR ECUATORIANO

Nutrientes por porción	Colada fortificada	Colada Educación Inicial	Granola en hojuelas *	Barra de cereales	Galleta rellena	Galleta tradicional
Porción	35g	35g	30g	25g	30g	30g
Macronutrientes						
Energía (Kcal)	140	160	132	102	140	145
Carbohidratos (g)	23	21	20	18	18	19
Proteínas (g)	6	7	4	2	4	4
Grasas (g)	3	5	5	2.45	5	6

Fuente: PAE (13)

También existen otros programas como el Programa de Desarrollo Infantil (PDI) que entrega a niños de 6 meses hasta 6 años que no son beneficiados con otro programa, un producto fortificado denominado “NUTRINNFA” que consiste en una mezcla de harinas de cereal (arroz, trigo, maíz), harina de soja, vitaminas y minerales.

Adicionalmente, el Ministerio de Inclusión Económica y Social (MIES) promueve su programa Aliméntate Ecuador, el cual tiene como objetivo bajar los niveles de la prevalencia de la anemia y la desnutrición en niños de 2 a 5 años de edad que son atendidos en

los Centros Infantiles del Buen Vivir (CIBV), mediante la dosificación del suplemento de micronutriente “Chis paz”, el cual contiene hierro, zinc, vitaminas A y C, ácido fólico y Maltodextrina (14).

En la tabla 5 se puede apreciar los productos entregados por los distintos programas del Gobierno ecuatoriano y que son distribuidos a través de los diferentes centros de salud a las poblaciones de escasos recursos.

TABLA 5
PRODUCTOS DISTRIBUIDOS POR EL GOBIERNO ECUATORIANO

Programa	Grupo objetivo atendido	Producto entregado	Aporte nutricional
PANN 2000	Niños de 6 a 24 meses	Mi Bebida Mi Papilla	Mi Papilla cubre el 22% de los requerimientos energéticos y el 23% de los requerimientos de proteínas
Alimentate Ecuador	Niños de 2 a 5 años	Producto fortificado "Chis paz"	Aporta aprox. el 34% del requerimiento energético y el 49% del requerimiento de proteínas
Programa de Desarrollo Infantil (PDI)	Niños de 6 meses a 6 años	NUTRINNFA	Aporta aprox. 256 Kcal y 7,1 g de proteínas
Programa de Alimentación Escolar (PAE)	Escolares	Colada Fortificada Granola en hojuelas Barra de cereales Galleta rellena Galleta tradicional	Cubren el 85% de los requerimientos diarios de energía

Elaborado por: Tanya Castro, 2014

1.6. Selección y obtención de la materia prima

En la mayoría de los países andinos como el Ecuador, el costo energético para la producción de alimentos de origen animal es elevado y no abastece para cubrir la demanda. Si bien se reconoce el valor nutritivo de los productos lácteos y cárnicos, principalmente para la población infantil, éstos pueden ser reemplazados gracias a

una adecuada combinación de cereales y granos de cultivos andinos.

En la tabla 6 se presenta el valor nutritivo de algunos cultivos andinos de interés (15).

TABLA 6
VALOR NUTRITIVO DE LOS CULTIVOS ANDINOS

Materia Prima (100 g)	Humedad %	Proteína %	Grasa %	Ceniza %	Fibra %	Carbohidratos %
Quinoa^(a)	11,72	14,61	5,59	3,38	3,35	60,95
Tarwi^(b)	7,7	44,3	16,5	3,3	7,1	28,2
Papalisa^(c)	84,4	10,1	1,24	5,93	2,63	80,12

Fuente:

(a) WAHLI (1990) "Quinoa hacia su cultivo comercial, promedios globales.

(b) INCAP, 1975. Tabla de composición de alimentos para uso en América Latina

(c) Barrera et al., 2004

Cereales

Por su alto contenido en almidón dan a la dieta energía en forma de carbohidratos, aportan minerales y vitaminas en especial tiamina. Contienen alrededor de 8 a 12% de proteína pero son de pobre calidad debido a la falta de cantidades suficientes de lisina, triptófano y otros aminoácidos esenciales. Sin embargo, al mezclarlos con

leguminosas mejora su calidad proteica debido a que los aminoácidos limitantes son distintos.

Quinoa

La quinoa o quinoa (*Chenopodium quinoa*) a pesar de no pertenecer a la familia de las gramíneas se clasifica como un pseudocereal de grano pequeño con un embrión bastante desarrollado, en el cual se concentra una importante cantidad de proteínas.

Su importancia radica en que es uno de los pocos alimentos de origen vegetal que es nutricionalmente completo, es decir, presenta un adecuado balance de proteínas, carbohidratos y minerales, necesarios para la vida humana, y aunque no alcanza los contenidos de los aminoácidos esenciales presentes en los alimentos de origen animal, se acerca a los requerimientos precisados por la FAO, convirtiéndolo en un alimento muy completo y de fácil digestión.

El grano de quinua es rico en lisina y aminoácidos azufrados, deficientes en los cereales, y presenta como aminoácidos limitantes para el preescolar, al triptófano y la leucina.

En la tabla 7 se muestra el contenido de aminoácidos presentes en el grano de quinua (16).

TABLA 7
CONTENIDO DE AMINOÁCIDOS EN QUINUA

Aminoácido	g de aa/100 g de proteínas
Leucina	6,6
Isoleucina	4,4
Lisina	6,1
Metionina + cistina	4,8
Treonina	3,8
Triptófano	1,1
Valina	4,5
Arginina	8,5

Fuente: Koziol, 1992

La quinua presenta factores antinutricionales tales como saponinas, fitatos, taninos e inhibidores de proteasas que pueden afectar la biodisponibilidad de ciertos nutrientes esenciales como proteínas y

minerales, por ello es importante realizar procedimientos previos para eliminar estos factores.

Leguminosas

Se destacan por su alto contenido de proteína en relación a los cereales y tubérculos (valor proteico bajo), que conjuntamente con los tubérculos forman mezclas que cubren los requerimientos proteicos y energéticos ideales para preparar papillas infantiles.

Tarwi

El tarwi o chocho (*Lupinus mutabilis*) es una leguminosa originaria de los Andes de Ecuador, Perú y Bolivia. Posee un alto contenido de proteínas y grasa, siendo rico en el aminoácido esencial lisina y deficiente en el aminoácido metionina.

Tiene un alto contenido de alcaloides que le confieren un sabor amargo y afecta su biodisponibilidad de nutrientes si se lo consume directamente sin extraer los alcaloides, pero esto se soluciona mediante procesos de desaguado

prolongados ya que los alcaloides son solubles en agua.

En la tabla 8 se observa el contenido de aminoácidos presentes en el chocho (15).

TABLA 8
CONTENIDO DE AMINOÁCIDOS EN CHOCHO

Aminoácido	mg/g total de Nitrógeno
Lisina	331
Leucina	449
Isoleucina	274
Metionina	47
Cistina	87
Fenilalanina	231
Tirosina	221
Treonina	228
Triptófano	110
Valina	252
Arginina	594

Fuente: INIAP, 2003

Tubérculos

Aportan con mayor contenido de carbohidratos, lo cual constituye una fuente energética importante. Son de fácil digestibilidad por presentar poca cantidad de sustancias antinutricionales.

Papalisa

La papalisa, ulluco o melloco (*Ullucus tuberosus*) es el más popular de los tubérculos andinos después de la papa. Es buena fuente de energía por su alto contenido de carbohidratos, pero no representa una buena fuente de proteínas, no solamente debido a la cantidad sino a su calidad ya que es deficiente en leucina, triptófano y treonina.

En la tabla 9 se aprecia el contenido de aminoácidos presentes en el melloco (15).

TABLA 9
CONTENIDO DE AMINOÁCIDOS EN MELLOCO

Aminoácido	mg/g
Isoleucina	41,1
Leucina	49,0
Lisina	48,0
Metionina +	30,5
Fenilalanina +	59,5
Treonina	26,5
Triptófano	9,1
Valina	35,0

Fuente: King y Gershofl, 1987

1.7. Proceso de elaboración

Proceso de germinación

La germinación es un tratamiento sencillo en el que se mejora el contenido nutricional ya que permite eliminar o inactivar ciertos factores antinutricionales, provoca cambios en la concentración de proteínas y aumenta la digestibilidad de proteínas y almidones.

El tiempo y las condiciones de germinación como temperatura, agua y oxígeno son factores determinantes en el proceso de germinación. La humedad, determina cambios físicos y químicos tales como la composición de los carbohidratos solubles, cantidad de fitatos y niveles de vitaminas y minerales.

La figura 1.2 muestra los cambios metabólicos que ocurren durante el proceso de germinación que consisten en (17):

- El embrión rehidratado libera fitohormonas de crecimiento denominadas giberelinas que se difunden hacia el endospermo induciendo el proceso de germinación
- Las giberelinas liberadas inducen la producción de α -amilasas, proteasas y otras enzimas hidrolíticas en las

células de la capa de aleurona que promueven la movilización de sustancias de reserva

- Las amilasas se movilizan hacia el endospermo para hidrolizar el almidón a glucosa y utilizarlo como fuente de energía (ATP)
- Las otras enzimas hidrolíticas sintetizadas degradan las demás reservas: proteínas, lípidos, y ácidos nucleicos a moléculas más sencillas
- El embrión inicia la síntesis de sus propias moléculas, se diferencia y crece hasta convertirse en una joven plántula

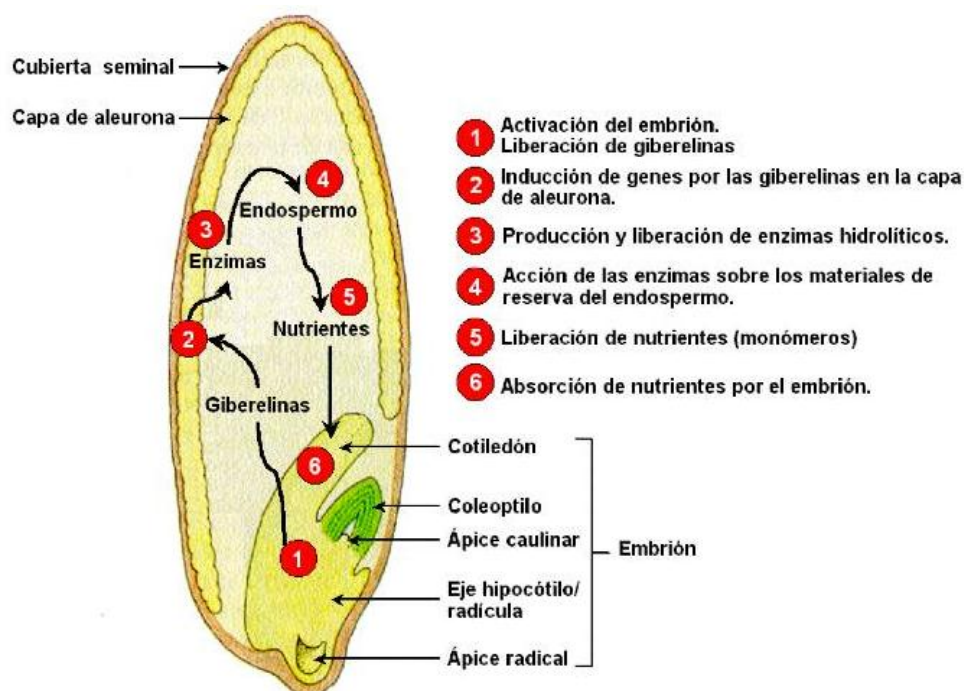


FIGURA 1.2 PROCESO DE GERMINACIÓN DE LOS CEREALES (17)

En resumen, durante el proceso de germinación ocurren varias reacciones químicas que promueven la movilización de sustancias de reserva logrando que el contenido de proteínas se incremente. Las proteínas se descomponen en aminoácidos, los almidones son modificados en azúcares simples, las grasas se transforman en ácidos grasos, los minerales se hacen más fáciles de asimilar, y el contenido de vitaminas se incrementa.

CAPÍTULO 2

2. PRUEBAS EXPERIMENTALES

2.1. Materias primas utilizadas

Las materias primas utilizadas fueron harinas provenientes de cereales germinados, leguminosas y tubérculo, los cuales son cultivados en la región y adquiridos en el mercado local de la provincia de Chimborazo.

Cereales: Quinoa (*Chenopodium quinoa Willd var. Tunkahuan*)

Leguminosas: Chocho (*Lupinus mutabilis sweet*)

Tubérculo: Papalisa o melloco (*Ullucus tuberosus*)

Adicionalmente se utilizó azúcar pulverizada y sulfato de Zinc.

Caracterización de las materias primas

Las materias primas (harinas) utilizadas deben ser caracterizadas para garantizar un proceso uniforme, por ello los análisis a considerar son los físico-químicos y microbiológicos de la tabla 10, los cuales se basaron en los procedimientos estándar de la norma AOAC e INEN.

TABLA 10
METODOLOGÍA UTILIZADA PARA EL ANÁLISIS DE LAS MATERIAS
PRIMAS

	Análisis	Método	Norma
Físicos – Químicos	Humedad	Termogravimétrico	AOAC 925.10
	Proteína	Kjehdal	AOAC 920.87
	Grasa	Soxhlet	AOAC 920.85
	Carbohidratos	Diferencia	AOAC 939.03
	Fibra	Gravimétrico	AOAC 985.29
	Cenizas	Gravimétrico	AOAC 923.03
	Acidez	Volumétrico	AOAC 950.15 ^a
	Granulometría		INEN 2 051:1995
Microbiológicos	Recuento total de mesófilos aerobios	Diluciones seriadas en agar PCA	AOAC 989.10
	Recuento de Mohos		AOAC 995.21
	Recuento de levaduras		AOAC 995.21

Elaborado por: Tanya Castro, 2014

Los métodos y normas utilizadas se describen a continuación (18):

Humedad: Se utilizó el método termogravimétrico que consiste en la desecación del alimento en estufa hasta peso constante, siguiendo la norma AOAC 925.10

Proteína: Utilizando el método Kjehdal y siguiendo la norma AOAC 920.87 se valora el nitrógeno total y se multiplica por un factor de conversión.

Grasa: Se utilizó el método Soxhlet, siguiendo la norma AOAC 920.85 Se determina por extracción con éter durante varias horas, luego el éter se evapora y el peso del residuo aceitoso se determina por pesada del matraz antes y después de la extracción y posterior evaporación del disolvente.

Carbohidratos Totales: Se determinó por diferencia gravimétrica, es decir, de un 100% de muestra se restó los valores de los otros análisis como: humedad, proteína, grasa, fibra y cenizas.

Fibra: la fibra bruta es el residuo orgánico lavado y seco que queda luego de la digestión de la muestra desengrasada con ácido sulfúrico e hidróxido de sodio, siguiendo la norma AOAC 985.29

Cenizas: En una mufla se colocó la muestra para su posterior calcinación, siguiendo la norma AOAC 923.03

Acidez: Se determinó el volumen de NaOH requerido para neutralizar el volumen presente de ácido predominante del producto utilizando un potenciómetro y siguiendo la norma AOAC 950.15^a

Granulometría: Utilizando un juego de tamices ASTM E 11-87 se determinó el contenido de partícula que atravesó el tamiz #70 (212 μm) agitando por 30 minutos, siguiendo la norma INEN 2 051: 1995 (Determinación del tamaño de las partículas).

Actividad de agua: se determinó por medio de un equipo marca Aw- WERT-MESSER, el cual consistía en calibrar el equipo con Cloruro de Bario (0,90 Aw) durante 3 horas, pesar

la muestra y realizar la medición después del tiempo de 2,5 horas para que el aire presente en dicha atmósfera se encuentre en equilibrio con la del producto. El valor tendrá un máximo de 1 y mínimo de 0.

Zinc: Utilizando el método de espectrofotometría de absorción atómica, se sometió las cenizas de la muestra a una digestión acida para luego diluirlas a un volumen determinado.

Energía: se multiplicó el contenido en gramos de proteína, carbohidratos y grasa por los factores de Altwater redondeados de acuerdo a:

proteínas = 4 Kca/g ó 16,70 kJ/g

carbohidratos = 4 Kcal/g ó 16,70 kJ/g

lípidos = 9 Kcal/g ó 37,70 kJ/g

Recuento Total de Mesófilos Aerobios: La siembra se realizó en Agar Plate Count (PCA) por duplicado en dilución 10^{-3} y 10^{-4} .

Recuento de Mohos y Levaduras: Su crecimiento es observable en Agar Patata Dextrosa (PDA), la siembra se realizó por duplicado en diluciones 10^{-1} y 10^{-2} .

En el anexo A se puede observar los resultados de dichos análisis.

2.2. Determinación de los parámetros de calidad de los nutrientes

Se consideran como parámetros de calidad de los nutrientes el contenido de proteínas, carbohidratos, grasas y energía de cada materia prima, los cuales se realizaron bajo los métodos descritos anteriormente y se observan en la tabla 11.

TABLA 11

ANÁLISIS NUTRICIONAL DE LAS HARINAS (%)

Determinación	Harina germinada Quinua	Harina Chocho	Harina Melloco
Proteínas	21,98 ± 0,03	49,6 ± 0,68	10,03 ± 0,05
Grasa	9,74 ± 0,05	23,1 ± 0,05	1,4 ± 0,05
Carbohidratos	56,82 ± 0,02	12,9 ± 0,10	73,18 ± 0,02
Energía (Kcal/g)	402,86	457,90	345,44

Elaborado por: Tanya Castro, 2014

Adicionalmente, se evaluó la calidad de la proteína de cada materia prima mediante su composición de aminoácidos como se muestra en la tabla 12.

TABLA 12
COMPOSICIÓN DE AMINOÁCIDOS DE LAS HARINAS (mg/100g harina)

	Quinoa germinada	Chocho	Melloco
Lisisna	1.241,33	2.435,00	481,0
Metionina + Cistina	381,00	493,00	311,0
Treonina	818,00	1.678,00	271,0
Triptófano	155,00	809,60	90,0

Elaborado por: Tanya Castro, 2014

2.3. Diseño de experimento

Se utilizó un diseño completamente aleatorio con modelo factorial A*B.

Para establecer la relación entre los factores de estudio se aplicó un diseño 2^2 , obteniendo 4 tratamientos, los mismos que al trabajar con 3 repeticiones para minimizar el error experimental nos da un total de 12 corridas experimentales, se consideró como variable a medir el contenido de proteínas.

Para el diseño experimental se utilizó el paquete estadístico STATGRAPHICS PLUS 4.0.

El procesamiento de datos se llevó a cabo de la siguiente manera:

- Análisis crítico de los valores obtenidos
- Verificación de información errónea
- Interpretación de datos

Factores, niveles y tratamientos

Se utilizó los factores y niveles indicados en la tabla 13.

TABLA 13

FACTORES Y NIVELES DEL DISEÑO EXPERIMENTAL

Factores	Niveles
A = Tiempo de germinación	A ₁ = 12 horas
	A ₂ = 24 horas
B = Temperatura de germinación	B ₁ = 20 °C
	B ₂ = 30 °C

Elaborado por: Tanya Castro, 2014

En la tabla 14 se observa los tratamientos resultantes de la combinación de los 2 factores con sus 2 niveles respectivos que se sometieron al ensayo.

TABLA 14
TRATAMIENTOS DEL DISEÑO EXPERIMENTAL

Tratamientos		Descripción	
#	Combinaciones	Tiempo	Temperatura
T1	A1B1	12 h	20°C
T2	A1B2	12 h	30°C
T3	A2B1	24 h	20°C
T4	A2B2	24 h	30°C

Elaborado por: Tanya Castro, 2014

Variables

El planteamiento de la hipótesis para la variable contenido de proteínas es la siguiente:

Hipótesis nula (H_0) = No existe diferencias significativas entre los tratamientos

Hipótesis alternativa (H_a) = Existen diferencias significativas entre los tratamientos

Factor A

H_0 = No existe incidencia del tiempo de germinación sobre el contenido de proteína

H_a = Existe incidencia del tiempo de germinación sobre el contenido de proteína

Factor B

Ho = No existe incidencia de la temperatura sobre el contenido de proteínas

Ha = Existe incidencia de la temperatura sobre el contenido de proteínas

Combinación Factor A y B

Ho = El comportamiento de un factor no depende de los niveles del otro factor sin evidenciar una dependencia entre factores que incida sobre el contenido de proteínas

Ha = El comportamiento de un factor depende de los niveles del otro factor evidenciando una dependencia entre factores que incide sobre el contenido de proteína

En la tabla 15 se observa el porcentaje del contenido de proteínas de cada tratamiento con sus respectivas repeticiones.

TABLA 15
CONTENIDO DE PROTEÍNA DE LOS TRATAMIENTOS

Tratamientos	Repeticiones			Total	Media
	I	II	III		
T1	15,66	14,87	14,92	45,45	15,15
T2	16,07	15,79	15,89	47,75	15,92
T3	15,98	15,86	16,11	47,95	15,98
T4	21,98	20,05	21,02	63,05	21,02

Elaborado por: Tanya Castro, 2014

Resultados

En la tabla 16 se presenta el análisis de varianza del contenido de proteína de la quinua germinada a diferentes tiempos y temperaturas.

TABLA 16
ANÁLISIS DE VARIANZA

	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Estimado de varianza	F calculado	F tabulado *
Total	11	73,74			
Tratamientos	3	65,29	21,76	74,55	7,59
Factor A	1	26,94	26,94	92,29	11,26
Factor B	1	31,35	31,35	107,41	11,26
Factor A*B	1	13,11	13,11	44,90	11,26
Error experimental	8	2,34	0,29		

*Significancia al 1% de probabilidad

Elaborado por: Tanya Castro, 2014

Para las hipótesis planteadas para la variable contenido de proteínas se concluye lo siguiente:

- Existe diferencia significativa entre los tratamientos, por lo tanto se acepta H_a y se rechaza H_0
- Para el factor A, se acepta H_a = el tiempo de germinación tiene incidencia significativa sobre el contenido de proteína, por lo tanto se rechaza H_0
- Para el factor B, se acepta H_a = la temperatura de germinación tiene incidencia significativa sobre el contenido de proteína, y se rechaza H_0
- Para la combinación de factores A*B, se acepta H_a = existe dependencia entre el comportamiento de los factores que incide significativamente sobre el contenido de proteína, y se rechaza H_0

En la tabla 17 se presenta la prueba Tukey para el contenido de proteína, con lo cual podemos definir lo siguiente:

- El tratamiento T4 es estadísticamente diferente a los demás tratamientos
- Los tratamientos T1, T2 y T3 estadísticamente son iguales entre sí
- Se selecciona el tratamiento T4 (24 h - 30 °C) ya que es el que tiene mayor contenido de proteína, además de ser diferente a los demás tratamientos.

TABLA 17
PRUEBA TUKEY

Tratamientos	Combinaciones	Contenido de proteína (g/100g)
T4	A2B2	21,02 _a
T3	A2B1	15,98 _b
T2	A1B2	15,92 _b
T1	A1B1	15,15 _b

Elaborado por: Tanya Castro, 2014

2.4. Formulación del producto

Para obtener las mezclas teóricas, primeramente se consideró una formulación teórica de la mezcla cereal-leguminosa como fuente de proteína en una relación de dos partes de cereal y una parte de leguminosa (15).

Con esta base, se procedió a realizar intervalos de adición de las harinas del 60-80% para la mezcla cereal-leguminosa y del 20-35% para el tubérculo como fuente energética.

De esta manera se obtiene las siguientes formulaciones que se muestran en la tabla 18.

TABLA 18
FORMULACIÓN DE MEZCLAS DE HARINAS

	Porcentajes (%)		
	Harina Quinoa germinada	Harina Chocho	Harina Melloco
Formulación 1	43	22	35
Formulación 2	47	23	30
Formulación 3	54	26	20

Elaborado por: Tanya Castro, 2014

Utilizando una hoja de cálculo de Excel, se calculó el aminograma de las tres formulaciones y se lo comparó con el aminograma del patrón de referencia recomendado por la FAO en niños, con especial interés en los aminoácidos esenciales MET+CIS, LIS, TRIP, TREO, como se muestra en el anexo B.

La tabla 19 muestra que para las tres formulaciones sólo en MET+CIS el valor es menor que el del patrón de referencia, mientras que para los demás aminoácidos el valor es mayor que el del patrón.

TABLA 19
CONTENIDO DE AMINOÁCIDOS COMPARADO CON LOS
REQUERIMIENTOS DE LA FAO EN PREESCOLARES
(mg aa/g de proteína)

	Formulación 1	Formulación 2	Formulación 3	Patron FAO niños 2-5 años
Lisina	68,01	63,97	68,27	58
Metionina + Cistina	20,94	19,16	19,32	25
Treonina	44,82	42,31	45,47	34
Triptófano	15,18	14,21	15,23	11

Elaborado por: Tanya Castro, 2014

Por otra parte, se calculó el cómputo químico teórico de cada mezcla formulada utilizando los aminogramas de las formulaciones, aplicando la siguiente fórmula:

$$\% \text{ CQ} = \frac{\text{mg de aa / g de proteína}}{\text{mg de aa / g de proteína patrón de referencia}} \times 100$$

En la tabla 20 se aprecia los valores obtenidos del cómputo químico teórico de aminoácidos de cada formulación, en donde se observa que las tres formulaciones presentan valores superiores a 65%, lo cual indica que es una proteína de buena calidad de acuerdo a los parámetros de la FAO (19).

TABLA 20
ANÁLISIS DEL CÓMPUTO QUÍMICO TEÓRICO DE AMINOÁCIDOS DE
LAS FORMULACIONES

	Formulación 1	Formulación 2	Formulación 3
Lisina	117,26	110,30	117,71
Metionina + Cistina	83,77	76,65	77,29
Treonina	131,83	124,44	133,74
Triptófano	137,99	129,19	138,45

Elaborado por: Tanya Castro, 2014

Sin embargo para validar estos resultados teóricos habría que realizar análisis más profundos para determinar realmente la calidad de la proteína, como son:

- Valor Biológico
- Índice de eficiencia proteica (PER)
- Coeficiente de digestibilidad
- Calificación de Aminoácidos corregida por la digestibilidad de la proteína (PDCASS)

Una vez comprobado que las distintas formulaciones cumplen con los requerimientos de aminoácidos, se procedió a formular el producto final con la adición de azúcar y zinc, obteniendo de esta manera los suplementos que se muestran en la tabla 21.

TABLA 21
FORMULACIONES DEL SUPLEMENTO EN POLVO (g)

Ingrediente	Suplemento 1	Suplemento 2	Suplemento 3
Harina quinua germinada	38,70	42,29	48,60
Harina chocho	19,80	20,70	23,40
Harina melloco	31,50	27,00	18,00
Azúcar	10,00	10,00	10,00
Zinc	0,01	0,01	0,01
Total	100,00	100,00	100,00

Elaborado por: Tanya Castro, 2014

2.5. Caracterización del producto

El producto obtenido es un suplemento en polvo fortificado con zinc destinado a niños de 6 a 36 meses de edad, el cual al ser diluido en agua tibia forma instantáneamente una papilla infantil.

El suplemento en polvo seleccionado T3 fue caracterizado y evaluado por análisis físicos-químicos, microbiológicos y nutricionales.

En la tabla 22 se aprecia las características del producto en 100 g de alimento.

TABLA 22
CARACTERIZACIÓN DEL SUPLEMENTO

Nutricionales

Determinación	Suplemento T3	Cantidades recomendadas por la FAO/OMS
Proteínas %	18,45	No menor a 15%
Grasa %	4,54	La mayor cantidad posible hasta 10%
Carbohidratos %	67,77	Por diferencia
Energía (Kcal/g)	384,00	360 - 415
Zinc (mg)	10,00	Máximo 40 mg

Físicos-químicos

Determinación	Suplemento T3	Cantidades recomendadas por la FAO/OMS
Humedad %	5,90	Máximo 15%
Cenizas %	3,15	No más del 5%
Fibra %	1,17	No más del 5%

Microbiológicas

Determinación	Suplemento T3	Cantidades recomendadas por la FAO/OMS
Mesófilos aerobios UFC/g	15×10^1	$10^4/g$
Mohos y levaduras UFC/g	<10	-

Elaborado por: Tanya Castro, 2014

El suplemento en polvo fue envasado en fundas de polietileno de 250 g obteniendo aproximadamente 6 porciones de 40 g, para ser consumidos en niños de 6 a 12 meses 2 veces al día y para niños de 13 a 36 meses 3 veces al día.

En la tabla 23 se muestra el peso de cada ingrediente para una porción de 40 g.

TABLA 23
CANTIDAD DE INGREDIENTES EN GRAMOS POR PORCIÓN

Ingrediente	Cantidad (g)
Harina quinua germinada	19,44
Harina chocho	9,36
Harina melloco	7,20
Azúcar	4,00
Zinc	0,004
Total	40,00

Elaborado por: Tanya Castro, 2014

Para reconstituir el suplemento en polvo, se adicionó 120 ml de agua caliente a 40 °C a una porción de 40 g.

La tabla 24 muestra el aporte nutricional de macronutrientes y energía de una porción de 40 g.

TABLA 24
APORTE NUTRICIONAL POR PORCIÓN DE PAPILLA

Alimento	Cantidad (g)	Energía Kcal	Proteína (g)	Grasa (g)	Carbohidratos (g)
Mezcla de harinas	36,00	138,34	7,38	1,82	23,12
Azúcar	4,00	15,26	0,00	0,00	3,99
Zinc	0,004	0,00	0,00	0,00	0,00
TOTAL suplemento	40,00	153,60	7,38	1,82	27,11

Elaborado por: Tanya Castro, 2014

La tabla 25 muestra el aporte energético de la papilla en niños de 6 a 36 meses de edad y como ésta cubre el 40% de este requerimiento si se cumple la toma de 2 porciones/día para niños de 6 a 12 meses y 3 porciones/día para niños de 13 a 36 meses.

TABLA 25
APORTE ENERGÉTICO DE LA PAPILLA EN NIÑOS DE 6 A 36 MESES DE EDAD

Edad (meses)	Peso Kg	Kcal/Kg peso	Requerimiento Kcal/día	Aporte suplemento Kcal	Cubrimiento de requerimiento %
6 - 9	7,8 - 9,2	91	773,50	307,199	40
10 - 12	9,5- 10,2	97	955,00	307,199	32
13 - 24	10,4 - 12,6	100	1.150,00	460,798	40
25 - 36	12,8 - 14,7	100	1.375,00	460,798	34

Elaborado por: Tanya Castro, 2014

En la tabla 26 se muestra el aporte proteico en niños de 6 a 36 meses de edad y como la papilla la satisface si se cumple la toma de 2 porciones/día para niños de 6 a 12 meses y 3 porciones/día para niños de 13 a 36 meses.

TABLA 26
APORTE PROTEICO DE LA PAPILLA EN NIÑOS DE 6 A 36 MESES DE
EDAD

Edad (meses)	Peso Kg	g/Kg peso corporal	Requerimiento g/día	Aporte suplemento (g)	Cubrimiento de requerimiento %
6 - 9	7,8 - 9,2	1,6	14	14,76	105
10 - 12	9,5- 10,2	1,6	14	14,76	105
13 - 24	10,4 - 12,6	1,2	16	22,14	138
25 - 36	12,8 - 14,7	1,2	16	22,14	138

Elaborado por: Tanya Castro, 2014

En cuanto al requerimiento de Zinc en niños que es de 10 mg/día, si se consume 2 porciones de 40 g al día cubrimos este requerimiento en un 80%, mismo que sería 100% si consideramos el contenido de Zinc de los demás alimentos ingeridos en el día.

2.6. Pruebas de aceptabilidad

El grado de satisfacción o aceptabilidad de un producto es medido a partir de las características: color, olor, sabor y textura pero sobre todos es la valoración que el consumidor realiza de acuerdo a su propia escala interna de apreciación al producto (20).

Para determinar si existe o no diferencia entre los suplementos, se realizó una pequeña evaluación de aceptabilidad, en donde se midió el grado de aceptación de los tres suplementos, mediante

escala hedónica facial gráfica de 5 puntos, obteniendo de esta manera 3 mezclas a degustar, las cuales se muestran en la tabla 27.

TABLA 27
SUPLEMENTOS SOMETIDOS A PRUEBA DE ACEPTABILIDAD

Tratamientos	Tiempo germinación	Formulación
T1	H. quinua germinada 24 h	Suplemento 1
T2	H. quinua germinada 24 h	Suplemento 2
T3	H. quinua germinada 24 h	Suplemento 3

Elaborado por: Tanya Castro, 2014

La evaluación se llevó a cabo con 20 niños de edades entre 3 y 5 años de una guardería de Riobamba seleccionados al azar, quienes degustaron las papillas en estudio y a través de la reacción facial percibida por el jefe de panel se calificaron cada una. La plantilla empleada para la evaluación se muestra en el anexo C.

Los niños tuvieron 5 posibilidades de reacción:

Muy malo

Malo

Ni bueno ni malo

Bueno

Muy bueno

Una vez realizadas todas las evaluaciones, se analizaron los resultados, los cuales se muestran en el anexo D, y se ponderó la calificación de cada escala como se aprecia en la tabla 28.

TABLA 28
PONDERACIÓN ESCALA HEDÓNICA

Escala	Ponderación
Muy bueno	5
Bueno	4
Ni bueno ni malo	3
Malo	2
Muy malo	1

Elaborado por: Tanya Castro, 2014

En la tabla 29 se detalla el análisis de varianza aplicada a la prueba de aceptabilidad, en donde se observa que el valor de F calculado para los tratamientos es inferior al F tabulado, por lo tanto se concluye que no existe diferencia significativa al 95% entre los tratamientos evaluados.

TABLA 29
ANÁLISIS DE VARIANZA

	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Estimado de varianza	F calculado	F tabulado *
Tratamientos	2	5,63	2,82	1,46	3,25
Jueces	19	1,01	0,05	0,03	1,85
Error	38	73,54	1,94		
Total	59	80,18			

*p < 0,05

Elaborado por: Tanya Castro, 2014

Para establecer comparaciones se realizó la prueba de Tukey cuyos resultados nos indica que no hay diferencia significativa ($p < 0,05$) en la aceptación de los tratamientos evaluados. Los tratamientos con mayor grado de aceptación son: T3 con una aceptabilidad promedio de 4, seguido por T2 con 3,6 y T1 con 3,25; como se muestra en la tabla 30.

TABLA 30
COMPARACIÓN MÚLTIPLE TUKEY

Tratamientos	Grado de Aceptabilidad
T3	4,00 _a
T2	3,60 _b
T1	3,25 _c

Elaborado por: Tanya Castro, 2014

2.7. Estimación de la vida útil

Por medio de la estabilidad del producto, se podrá determinar cuál va a ser el tiempo de vida útil del mismo cuando se encuentre en percha sin que se modifiquen sus características físico-químicas, microbiológicas, sensoriales y nutricionales, es decir que en el momento en el que alguno de estos parámetros de calidad se considere inaceptable, el producto habrá llegado al fin de su vida útil.

Para la determinación del tiempo de vida útil del producto envasado en fundas de polietileno, se realizaron ensayos de estabilidad a la muestra T3 que fue la que obtuvo mayor grado de aceptación.

Los ensayos se realizaron bajo dos condiciones durante 60 días con un intervalo de frecuencia de medición de 7 días:

- Condiciones normales: 20°C y 58 % de Humedad Relativa
- Condiciones aceleradas: 30°C y 70% Humedad Relativa

Las variables que se evaluaron durante esos 2 meses fueron:

- Variable físico-química
 - o Humedad
 - o Actividad de agua
 - o pH
- Variable microbiológica: debido a que el crecimiento es mínimo no se lo considero para el cálculo del tiempo de vida útil.

Humedad

El cálculo del tiempo de vida útil se efectuó mediante el porcentaje de ganancia de humedad del suplemento a lo largo del tiempo, donde se observó de acuerdo a los

resultados obtenidos que a partir de la semana 5 (35 días) existe un aumento progresivo de la humedad.

Al colocar las muestras a condiciones aceleradas observamos que también hubo incremento del %H a lo largo del tiempo, presentándose cambio un poco antes que a condiciones normales, tal y como se muestra en la tabla 31.

TABLA 31

CONTENIDO DEL % DE HUMEDAD DURANTE EL ALMACENAMIENTO

Semana	Días	Humedad (%)	
		C. normales	C. aceleradas
0	0	5,90	5,90
1	7	6,10	6,10
2	14	6,80	7,10
3	21	7,05	7,80
4	28	7,63	8,20
5	35	8,02	9,40
6	42	8,95	9,90
7	49	9,87	10,90
8	56	10,40	11,10
9	63	10,70	11,30

Elaborado por: Tanya Castro, 2014

Actividad de agua (Aw)

En general mientras disminuye la Aw, la capacidad de crecimiento de microorganismos también disminuye. Por ello,

se consideró que el suplemento cumplirá con su vida útil al alcanzar una A_w de 0,60, debido a que aproximadamente todas las bacterias se desarrollan a una $A_w > 0,91$, los mohos a una $A_w > 0,80$ y las levaduras sobreviven en ambientes más secos entre 0,65 y 0,60 pero se reproducen muy lentamente.

La tabla 32 muestra los resultados de la A_w del producto seleccionado a lo largo del tiempo.

TABLA 32
VARIACIÓN DE LA A_w EN EL TIEMPO

Semana	Días	A_w	
		C. normales	C. aceleradas
0	0	0,41	0,41
1	7	0,41	0,41
2	14	0,41	0,41
3	21	0,41	0,50
4	28	0,41	0,50
5	35	0,51	0,51
6	42	0,51	0,51
7	49	0,51	0,52
8	56	0,51	0,53
9	63	0,52	0,54

Elaborado por: Tanya Castro, 2014

Como podemos observar, el comportamiento de A_w es muy similar hasta los 28 días de almacenamiento, luego de este tiempo existe un aumento progresivo de la A_w que no llega a la $A_w = 0,6$ que se fijó como límite máximo; por lo que aún a la A_w de 0,52 que presentó el producto a los 60 días no se desarrollan microorganismos.

pH

De acuerdo a la bibliografía consultada, se definió que la acidez de una harina de trigo debe mantener un pH no inferior a 6, por lo tanto, al ser el suplemento nutricional una mezcla de harinas pre cocidas, se estableció que su tiempo de vida útil será hasta que llegue a $\text{pH} = 6$.

De acuerdo a los resultados de la tabla 33, se observa que a los 60 días de almacenamiento aún se mantiene un $\text{pH} > 6$ que fue el límite mínimo definido para la vida útil.

TABLA 33

VARIACIÓN DEL PH DURANTE EL ALMACENAMIENTO

Semana	Días	pH	
		C. normales	C. aceleradas
0	0	6,30	6,30
1	7	6,30	6,33
2	14	6,30	6,35
3	21	6,30	6,28
4	28	6,29	6,28
5	35	6,26	6,21
6	42	6,22	6,17
7	49	6,19	6,15
8	56	6,19	6,13
9	63	6,13	6,11

Elaborado por: Tanya Castro, 2014

CAPÍTULO 3

2. RESULTADOS

3.1. Diseño del proceso de producción

El proceso para la elaboración del suplemento infantil consiste básicamente en mezclar los ingredientes en seco para luego empacarlo y almacenarlo a temperatura ambiente.

El proceso para la obtención de harinas pre-cocidas consiste en realizar primeramente una limpieza y clasificación de las materias primas para luego someterlas a diferentes operaciones unitarias como se describe a continuación:

- Quinoa: el grano de quinoa desaponificado se lo somete a remojo, germinación, cocción, tostado, molido y tamizado.
- Chocho: el grano de chocho desamargado se lo somete a lavado, remojo, descascarado, triturado, cocción, secado, molido y tamizado.

- Melloco: el tubérculo se somete a rectificado, rebanado, escaldado, cocción, secado, molido y tamizado.

Obtención de harina de quinua germinada

Remojo

Los granos desaponificados fueron previamente clasificados y seleccionados para que haya homogeneidad (grano con tamaño superior a 1,5 mm) y para eliminar toda clase de impurezas. Luego fueron lavados tres veces con agua para eliminar el polvo y evitar el peligro de infección en la germinación y finalmente se escurrió el agua.

Posteriormente, los granos lavados se colocaron en recipientes adecuados tapados con una tela fina para realizar el remojo/hidratado de los mismos en una incubadora con periódicas agitaciones a $24 \pm 1^{\circ}\text{C}$ por 8 horas en una proporción 1:3 (p/v) hasta lograr su hinchamiento.

Transcurridas las 8 horas, se drenó el agua de remojo y los granos fueron lavados con abundante agua destilada. Se probó que el grano tomado entre el pulgar y el índice se aplaste con facilidad y que sus extremidades no pinchen.

Luego, se procedió a pesar para comprobar que el grano haya absorbido aproximadamente 40 – 45% de su peso en agua y con ello se verifica que el remojo ha terminado.

Germinación

Una vez finalizado el remojo, los granos son colocados dentro de un germinador a temperatura de 20 y 30 \pm 1°C por 12 y 24 horas, rociando con agua periódicamente y con agitaciones para mantener uniformidad en la temperatura. El control de temperatura y humedad se realizó cada 6 horas y la humedad fue de 45 a 50%.

A las 6 horas de iniciado el proceso observamos que el grano comienza a despuntar raicillas de color blanco (brotes) y a partir de las 12 a 24 horas, el cotiledón alcanza una longitud entre 1 a 1,5 veces el tamaño del grano. El proceso de germinación se detuvo una vez cumplido el tiempo de 12 y 24 horas (factor A).

Cocción

Los granos germinados se colocaron en una vaporera ubicada en una olla de aluminio con agua a ebullición (110°C) por 15 minutos.

Tostado

Los granos cocidos se colocaron en bandejas de acero galvanizado con un espesor no superior a 2 cm en un tostador (horno con calentamiento a gas) precalentado a 90°C, los granos se removieron cada 30 minutos con una espátula de acero inoxidable para obtener un tostado uniforme.

A los 180 minutos se observó un cambio en la coloración del grano de blanco a marrón, por lo que se retiraron del calor y se verificó que el porcentaje de humedad sea el adecuado para poder realizar la molienda.

Para determinar el tiempo de exposición al calor y la temperatura utilizada se tomó como referencia los datos reportados en investigaciones anteriores.

Molienda

Se realiza una pre molienda en un molino eléctrico para luego realizar una molienda más fina con un molino de martillo de 5 HP.

Tamizado

El producto molido se tamiza con las mallas No 20, 40, 50, 70 y 100 de la serie ASTM E 11-87.

Obtención de harina de chocho

Lavado

Los chochos desamargados o libres de alcaloides fueron clasificados y seleccionados manualmente eliminando los dañados para luego ser lavados con agua a presión a temperatura ambiente para eliminar impurezas de bajo diámetro de partícula.

Remojo

Se extendieron los chochos en una tina plástica para luego ser cubiertos con agua a temperatura ambiente, se dejaron en remojo por 3 horas hasta constatar que la cáscara se desprende fácilmente.

Descascarado

Se realizó manualmente y se separó mediante un clasificador la cáscara del grano.

Triturado

Se desintegró el chocho descascarado utilizando un molino de asistente de cocina por 2 minutos hasta obtener una pasta.

Cocción

Se realizó por un tiempo de 15 minutos en una vaporera con agua a ebullición a 110°C (Baño María) agitando constante la pasta.

Secado

La pasta cocida se colocó en un secador de bandejas a temperatura de 55°C por 48 horas hasta disminuir el contenido de humedad a 12%.

Molienda

Se realizó mediante un molino de martillo a velocidad constante.

Tamizado

Se realizó por 15 minutos, mediante un juego de tamices ASTM E 11-87, utilizando el tamiz superior No.20 y posteriormente los tamices No. 40, 50, 70 y 100, finalmente se pesó cada tamiz determinando así la cantidad de material retenido en cada uno de ellos.

Obtención de harina de melloco

Selección

Para la selección se debe considerar materia prima fresca, libre de cualquier daño o cualquier tipo de descomposición microbiana, de preferencia con un tamaño medio (3,6 mm de ancho x 10,7 mm de largo).

Una vez seleccionado el tubérculo se procede con el proceso de lavado con agua a presión con el fin de eliminar cualquier sustancia adherida a la superficie así como otros residuos contaminantes.

Rectificado

En el melloco se realiza el proceso de rectificado más no de pelado, el cual consiste en eliminar los ojos profundos y las partes dañadas del tubérculo.

Rebanado

El melloco es rebanado en rodajas de forma transversal con un espesor aproximado de 3 mm para favorecer la eliminación de humedad.

Escaldado

Las rebanadas de melloco se someten a un baño de agua a 92°C por 3 minutos, con la finalidad de inhibir la acción de las enzimas que provocan el pardeamiento y controlar el oscurecimiento no enzimático causado por la caramelización de los azúcares durante el secado.

Cocción

Se realizó empleando un autoclave a temperatura de 105°C por 6 minutos.

Secado

Para esta etapa se utilizó un secador de bandeja, en donde se colocó el melloco pre-cocido por 8 horas a 50°C logrando disminuir el contenido inicial de humedad hasta 12%. Para determinar el tiempo de exposición al calor y la temperatura utilizada en el secado se tomó como referencia los datos reportados en investigaciones anteriores.

Molienda

Se realizó mediante un molino de martillo a velocidad constante.

Tamizado

El producto molido se tamiza con las mallas No. 20, 40, 50, 70 y 100 de la serie ASTM E 11-87.

3.2. Diagrama de flujo del proceso

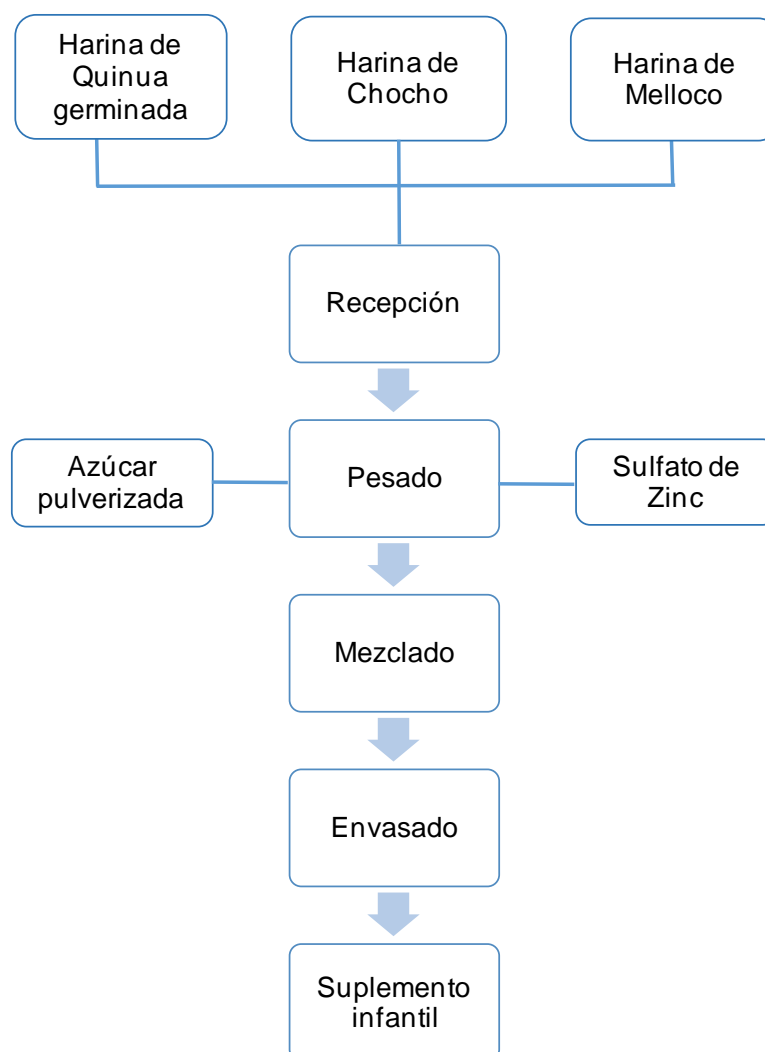
En la figura 3.1 se muestra el diagrama de flujo para la obtención de las harinas de quinua germinada, chocho y melloco de acuerdo a los procedimientos descritos anteriormente.



Elaborado por: Tanya Castro, 2014

FIGURA 3.1 DIAGRAMA DE FLUJO PARA LA OBTENCIÓN DE HARINA DE QUINUA GERMINADA, CHOCHO Y MELLOCO

En la figura 3.2 se muestra el diagrama de flujo para la obtención del suplemento infantil en polvo tipo papilla.



Elaborado por: Tanya Castro, 2014

FIGURA 3.2 DIAGRAMA DE FLUJO PARA LA OBTENCIÓN DEL SUPLEMENTO INFANTIL

El proceso de la elaboración del suplemento infantil se lo describe a continuación:

Recepción de las harinas pre cocidas

Se estandarizó la granulometría de las harinas, moliendo nuevamente las fracciones superiores a 212 μm .

Pesado

Se pesó cada uno de los ingredientes del suplemento infantil (harina de quinua germinada, harina de chocho, harina de melloco, azúcar y sulfato de zinc) de acuerdo a las formulaciones teóricas descritas en el capítulo 2.

Mezclado

Se realizó mecánicamente en una mezcladora rotatoria por 10 minutos para garantizar una mezcla homogénea de todos los ingredientes.

Envasado

El producto final se envasó en fundas de polietileno de 250 g.

3.3. Estimación de costos de elaboración

El costo que se calculó en este trabajo es el costo de las materias primas y del envase.

En la tabla 34 se presenta los costos de las materias primas para elaborar 250 g de suplemento nutricional infantil.

TABLA 34
COSTO DE MATERIAS PRIMAS DEL SUPLEMENTO

Materiales	Costo (Kg)	Costo (g)	Cantidad en g para elaborar 250 g de suplemento	Total USD
Quinoa	3,11	0,003	140,50	0,44
Chocho	2,00	0,002	69,05	0,14
Melloco	0,60	0,001	52,33	0,03
Azucar	2,16	0,002	25,00	0,05
Zinc	2,80	0,003	0,03	0,00
Funda polietileno				0,12
Total:				0,78

Elaborado por: Tanya Castro, 2014

Por lo tanto, el costo de la materia prima del suplemento infantil es de \$ 0,78.

CAPÍTULO 4

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

En el presente trabajo se elaboró un suplemento infantil obtenido a partir de la mezcla de cereal, leguminosa y tubérculo en un mismo alimento, el que es obtenido por medio de un tratamiento adecuado de germinación al grano de quinua, que es uno de los ingredientes (pruebas de germinación a 12 y 24 h y se observó que a 24 h y 30°C se obtenían los mejores valores), con el fin de aumentar su contenido en proteínas, lo que facilita su absorción, así como su fácil dispersión en agua. Aumentando la calidad de la proteína debido a que se produce una complementación de aminoácidos.

Este producto se lo presentó como un suplemento infantil en forma de polvo, a base de mezclas de harinas, que al reconstituirlo formó una

papilla que cubre en un 40% las necesidades calóricas y en 100% las necesidades proteicas en niños de 6 a 36 meses de edad.

Al fortificar el suplemento con zinc, se cubrió al 100% el requerimiento diario de zinc, para niños de 6 a 36 meses de edad, solucionando así la deficiencia de este micronutriente, de manera que este suplemento infantil, cumple con las normas de nutrición establecidas por la FAO/OMS para niños lactantes y prescolares.

Al utilizar materias primas de la región se garantizó la aceptabilidad del producto, por parte de los consumidores al estar familiarizados con el sabor, que fue bastante bueno alcanzando un puntaje de 4.

De igual manera al ser los ingredientes cultivados, cosechados y que se adquieren fácilmente en la región, el costo de elaboración de las materias primas se vuelve accesible siendo este de \$0,78.

Recomendaciones

Las materias primas que actualmente forman parte de los productos que entrega el Gobierno Ecuatoriano en su mayoría son importados,

por lo que se vuelve necesario desarrollar productos que aprovechen las materias primas locales como son los cereales y granos de cultivos andinos.

Se recomienda servir el suplemento infantil tipo papilla con otros grupos de alimentos para incrementar el aporte energético, o en su defecto reconstituirlo con leche y no con agua.

Sería importante realizar otros análisis para determinar realmente la calidad de la proteína de las formulaciones, para así complementar el cálculo teórico.

Se podría complementar el presente trabajo con un estudio antropométrico que permita verificar el crecimiento y desarrollo de los niños al ingerir el suplemento.

ANEXOS

ANEXO A

ANÁLISIS FÍSICOS-QUÍMICOS DE LAS HARINAS

Determinación	Harina germinada Quinua 12h / 30°C	Harina germinada Quinua 24 h / 30°C	Harina Chocho	Harina Melloco
Humedad	7,9 ± 0,03	6,29 ± 0,05	7,0 ± 0,31	8,8 ± 0,03
Proteínas	15,79 ± 0,05	21,98 ± 0,03	49,6 ± 0,68	10,03 ± 0,05
Grasa	6,10 ± 0,05	9,74 ± 0,05	23,1 ± 0,05	1,4 ± 0,05
Carbohidratos	64,51 ± 0,03	56,82 ± 0,02	12,9 ± 0,10	73,18 ± 0,02
Fibra	3,41 ± 0,03	1,42 ± 0,04	4,8 ± 0,04	2,29 ± 0,03
Cenizas	2,29 ± 0,02	3,75 ± 0,05	2,6 ± 0,06	4,3 ± 0,03
Acidez	0,10 ± 0,02	0,2 ± 0,03	0,023 ± 0,008	
Energía (Kcal/g)	376.088	402.86	457.9	345.44

Elaborado por: Tanya Castro, 2014

ANEXO A

ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS DE LAS HARINAS

Determinación	Harina germinada Quinoa 12 h / 30°C	Harina germinada Quinoa 24 h / 30°C	Harina Chocho	Harina Melloco
Recuento total de mesófilos aerobios UFC/g	22×10^1	20×10^1	$3,8 \times 10^3$	34×10^2
Recuento de mohos y levaduras UFC/g	<8	<10	<8	<10

Elaborado por: Tanya Castro, 2014

APNEXO A

ANÁLISIS DE GRANULOMETRÍA DE LA HARINA DE QUINUA

Tamiz #	Abertura (μm)	Masa retenida (g)	% retenidos Δx	x_i
20	850	1.42	1.42	98.58
40	425	2.56	3.98	96.02
50	300	3.16	7.14	92.86
70	212	9.03	16.17	83.83
100	150	0.12	99.86	0.14
Fondo	0	83.72	99.98	0.02
Total		100		

Elaborado por: Tanya Castro, 2014

ANEXO A

ANÁLISIS DE GRANULOMETRÍA DE LA HARINA DE CHOCHO

Tamiz #	Abertura (μm)	Masa retenida (g)	% retenidos Δx	x_i
20	850	0.23	0.23	99.77
40	425	2.25	2.48	97.52
50	300	8.25	10.73	89.27
70	212	9.53	20.25	79.75
100	150	10.85	31.1	68.9
Fondo	0	68.92	100	0
Total		100		

Elaborado por: Tanya Castro, 2014

ANEXO A

ANÁLISIS DE GRANULOMETRÍA DE LA HARINA DE MELLOCO

Tamiz #	Abertura (μm)	Masa retenida (g)	% retenidos Δx	x_i
20	850	1.61	0.65	99.35
40	425	2.67	2.92	97.08
50	300	3.9	10.83	89.17
70	212	9.43	20.04	79.96
100	150	10.2	29.97	70.03
Fondo	0	72.2	100	0
Total		100		

Elaborado por: Tanya Castro, 2014

ANEXO A

ANÁLISIS DE GRANULOMETRÍA DEL SUPLEMENTO INFANTIL

Tamiz #	Abertura (μm)	Masa retenida (g)	% retenidos Δx	x_i
20	850	0.57	0.57	99.43
40	425	2.79	3.36	96.64
50	300	4.15	7.51	92.49
70	212	5.14	12.65	87.35
100	150	6.32	18.97	81.03
Fondo	0	81.04	100	0
Total		100		

Elaborado por: Tanya Castro, 2014

APNEXO A

ANÁLISIS PROXIMAL DE LAS FÓRMULAS (MEZCLA DE HARINAS)

Determinación	Fórmula 1	Fórmula 2	Fórmula 3
Humedad	6.11	6.07	5.91
Proteínas	18.2	20.13	20.5
Carbohidratos	65.905	64.17	64.22
Grasa	3.725	4.01	5.05
Fibra	3.1	2.8	1.17
Cenizas	2.96	2.82	3.15
Energía	369.95	373.29	384.33

Elaborado por: Tanya Castro, 2014

ANEXO B

AMINOGRAMA TEÓRICO DE LA FÓRMULA 1

	Formulación 1							
	Quinua germinada	Chocho	Melloco	Quinua	Chocho	Melloco	Total	
	mg aa/100 g quinua	mg aa/100 g chocho	mg aa/100 g melloco	43%	22%	35%	mg aa/100 g mezcla	mg aa/g proteína
Lisina	1,241.33	2,435.00	481	533.77	535.70	168.35	1,237.82	68.012
Metionina + Cistina	381.00	493.00	311	163.83	108.46	108.85	381.14	20.942
Treonina	818.00	1,678.00	271	351.74	369.16	94.85	815.75	44.821
Triptofano	155.00	809.60	90	66.65	178.11	31.50	276.26	15.179

Elaborado por: Tanya Castro, 2014

ANEXO B

AMINOGRAMA TEÓRICO DE LA FÓRMULA 2

	Formulación 2							
	Quinua germinada	Chocho	Melloco	Quinua	Chocho	Melloco	Total	
	mg aa/100 g quinua	mg aa/100 g chocho	mg aa/100 g melloco	47%	23%	30%	mg aa/100 g mezcla	mg aa/g proteína
Lisina	1,241.33	2,435.00	481	583.4251	560.05	144.3	1,287.78	63.973
Metionina + Cistina	381.00	493.00	311	179.07	113.39	93.3	385.76	19.163
Treonina	818.00	1,678.00	271	384.46	385.94	81.3	851.70	42.310
Triptofano	155.00	809.60	90	72.85	186.208	27	286.06	14.211

Elaborado por: Tanya Castro, 2014

ANEXO B

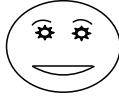




AMINOGRAMA TEÓRICO DE LA FÓRMULA 3

	Formulación 3							
	Quinoa germinada	Chocho	Melloco	Quinoa	Chchocho	Melloco	Total	
	mg aa/100 g quinua	mg aa/100 g chocho	mg aa/100 g melloco	54%	26%	20%	mg aa/100 g mezcla	mg aa/g proteina
Lisina	1,241.33	2,435.00	481	670.3182	633.1	96.2	1,399.62	68.274
Metionina + Cistina	381.00	493.00	311	205.74	128.18	62.2	396.12	19.323
Treonina	818.00	1,678.00	271	441.72	436.28	54.2	932.20	45.473
Triptofano	155.00	809.60	90	83.7	210.496	18	312.20	15.229

Elaborado por: Tanya Castro, 2014

ANEXO C

FORMATO PARA MEDIR EL GRADO DE ACEPTABILIDAD CON ESCALA GRÁFICA

Producto: Papilla		Código:		
Fecha:				
Por favor prueba el producto y marca con una X la carita según tu agrado:				
Muy bueno 	Bueno 	Ni bueno ni malo 	Malo 	Muy malo 
Escribe aquí tus comentarios:				
¡ MUCHAS GRACIAS!				

ANEXO D

CALIFICACIONES ASIGNADAS A CADA UNA DE LAS MUESTRAS POR LOS JUECES

Jueces	T1	T2	T3	Total
1	1	5	4	10
2	5	4	4	13
3	3	5	2	10
4	5	2	4	11
5	3	4	3	10
6	4	3	5	12
7	1	5	5	11
8	4	3	4	11
9	3	4	5	12
10	3	3	3	9
11	4	4	5	13
12	1	5	2	8
13	4	4	3	11
14	1	4	5	10
15	3	4	4	11
16	4	2	5	11
17	5	2	4	11
18	3	3	5	11
19	3	2	4	9
20	5	4	4	13
Total	65	72	80	217

Elaborado por: Tanya Castro, 2014

BIBLIOGRAFÍA

1. Insuficiencia nutricional en el Ecuador. Disponible en: http://www-wds.worldbank.org/external/default/WDSContentServer/IW3P/IB/2007/09/06/000020439_20070906112600/Rendered/PDF/386890SPANISH0101OFFICIAL0USE0ONLY1.pdf
2. Clasificación de la desnutrición. Disponible en: www.medicalcriteria.com/site/es/criterios/66-nutrition/275malnutrición.html
3. <http://www.fao.org/nutrition/requisitos-nutricionales/es>
4. GRANDY G. y Col., Deficiencia de hierro y zinc en niños, Bolivia, 2010. Disponible en: <http://www.ops.org.bo/textocompleto/msbp10490105.pdf>
5. HOTZ C., BROWN KH., International Zinc Nutrition Consultative Group (IZiNCG). Assessment of the risk of zinc deficiency in populations and options for its control. Food and Nutrition Bulletin 25: S91 – S204, 2004.

6. <http://www.odna.org.ec/boletines.html>
7. <http://www.ecuadorencifras.gob.ec>
8. http://www.codeso.com/TurismoEcuador/Mapa_Chimborazo.html
9. <http://www.eluniverso.com/2009/01/23/1/1384/ECAE7F31B53442849F59114237AAE0C9.html>
10. <http://es.scribd.com/doc/doc/79576498/DATOS-ESTADISTICOS-DE-DESNUTRICION-EN-EL-ECUADOR-EN-NINOS-MENORES-DE-1-ANO>
11. <http://www.andes.info.ec/es/no-pierda-sociedad/ecuador-tiene-objetivo-erradicar-desnutrici3n-cr3nica-infantil-hasta-2017.html>
12. http://www.unscn.org/en/resource_portal/index.php?&themes=16&resource=310
13. <http://www.pae.gob.ec>
14. Ministerio de Inclusi3n Econ3mica y Social (MIES). "Alim3ntate Ecuador-Nutrici3n", Plan Nacional de Desarrollo 2007-2010, Quito-Ecuador, 2007

15. TAPIA M., Cultivos andinos subexplotados y su aporte a la alimentación, Santiago-Chile, 1997

16. AYALA G., ORTEGA L., MORAN C., Valor nutritivo y usos de la quinua.
Disponible en:
<http://www.rlc.fao.org/es/agricultura/produ/cdrom/contenido/libro14/cap5.1.htm>

17. Germinación de semillas. Disponible en:
http://www.upv.es/varios/biología/temas/tema_17.htm

18. Association of official analytical chemist (AOAC), Official Methods of Analysis, 18^{va.} edición, 2005. Disponible en:
<http://www.eoma.aoac.org/methods/>

19. FAO/OMS, Protein Quality Evaluation. FAO Food and Nutrition paper 51, Roma-Italia, 1991, pp. 207

20. ANZALDÚA-MORALES ANTONIO, La evaluación sensorial de los alimentos en la teoría y la práctica, Editorial Acribia S.A., Zaragoza-España, 1994, páginas: 70-77, 85-87, 134, 163-167

21. FAO/OMS, Necesidades de energía y proteína. Informe de la Reunión Consultiva Conjunta de expertos de la FAO/OMS/UNU, Ginebra, 1985
22. FAO, Perfiles Nutricionales por países-Ecuador, Roma-Italia, 2001
23. FREIRE W. et al., Desnutrición y condiciones socioeconómicas en el Ecuador, CONADE, UNICEF, OPS/OMS, Quito-Ecuador, 1992
24. LUTTER C., El programa Integrado de Alimentación y Nutrición del Ecuador, PANN 2000, OMS-MSP, 2001
25. NARANJO P., Desnutrición: Problemas y Soluciones, Publicaciones del Ministerio de Salud, Quito-Ecuador, 1998
26. OLEAS M., Recomendaciones nutricionales para la población Ecuatoriana, Ministerio de Salud Pública, Quito-Ecuador, 1983
27. ALLEN L., Zinc and micronutrient supplements for children, Am J Clin Nutr 1998, 68: pp. 495-8
28. AYALA G., Aporte de los cultivos andinos a la nutrición humana, 2004

29. FAO, Manual sobre la utilización de los cultivos andinos subexplotados en la alimentación, Santiago-Chile, 1992

30. Suplemento alimenticio de alto contenido proteico para niños de 2-5 años. Desarrollo de la formulación y aceptabilidad. Disponible en: <http://www.unicauca.edu.co/biotecnología/ediciones/vol5/5.pdf>

31. Tablas de composición química, valor nutricional, cómputo de aminoácidos. Disponible en: http://www.rlc.fao.org/es/agricultura/produ/cdrom/contenido/libro07/cap3_3.htm

32. Instituto Nacional de Nutrición. Tabla de Composición de los Alimentos Ecuatorianos, Quito-Ecuador, pp. 5, 19, 21

33. <http://www.fao.org/docrep/005/AC854T/AC854T13.htm>

34. GROSS R., El cultivo y la utilización del tarwi, Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, Roma-Italia, 1982

35. TRIPOD, Harina de Quinoa, 2009. Disponible en:
<http://taninos.tripod.com/quinoa.htm>
36. Cultivos y disponibilidad. Disponible en:
http://www.rlc.fao.org/es/agricultura/produ/cdrom/contenido/libro10/cap03_1_3.htm
37. BARBOZA G., VEGA H., Deshidratación de alimentos, editorial Acribia S.A., Zaragoza-España, 2000, pp. 27-35, 130-5
38. BORNEO R., Ciencia y tecnología de los cereales. Disponible en:
[http://www. Cytcereales.blogspot.com/2008/06/molienda-de-cereales-2-molienda-seca-vs.html](http://www.Cytcereales.blogspot.com/2008/06/molienda-de-cereales-2-molienda-seca-vs.html)
39. FUENTEALBA C.H.P., Bioquímica de la germinación, santiago-Chile, 2008
40. KING S., S.GERSHOFF, Nutritional evaluation of three underexploited Andean tubers: *Oxalis tuberosa* (*oxalidaceae*), *Ullucus tuberosus* (*Basellaceae*) and *tropaeolum tuberosum* (*Tropaeolaceae*), 1977

41. Elaboración de harina de chocho. Disponible en:

<http://www.ingcasimiromontoya.blogspot.com/2010/03/elaboración-de-harina-de-chocho.html>

42. Secado de granos. Disponible en:

<http://www.fao.org/docrep/x5059s/x5059S01.htm>