



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**

**FACULTAD DE CIENCIAS**

**ESCUELA DE BIOQUÍMICA Y FARMACIA**

**“ELABORACIÓN Y CONTROL DE CALIDAD DE UN  
SUPLEMENTO ALIMENTICIO EN POLVO A BASE DE QUINUA  
(*Chenopodium quinoa*) Y GUAYABA (*Psidium guajava*)  
DESHIDRATADA”**

**TESIS DE GRADO**

**PREVIA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE**

**BIOQUÍMICO FARMACÉUTICO**

**PRESENTADO POR**

**ROSMARY TATIANA NARANJO ARELLANO**

**RIOBAMBA – ECUADOR**

**2012**

## **DEDICATORIA**

*El presente trabajo lo dedico a Dios, por ser la luz que ilumina mi senda, a mi abuelita Elvira quien en vida fue un ejemplo de perseverancia; a mis padres Nelson y Meli por ser el soporte de mi superación, y una mano extendida para no dejarme caer nunca; a mis hermanos Rodrigo, y Patricio por ser mis confidentes, a todos mis familiares en especial a mi tía Marlene, a la Dra. Olguita por su tiempo y paciencia, a todos mis amigos que tuvieron una palabra de apoyo, durante mis estudios; y con gran afecto a Stefannía de quien aprendí el valor de la amistad.*

## **AGRADECIMIENTO**

*Agradezco primeramente a **Dios** por ser mi fortaleza, y darme las herramientas necesarias para culminar esta etapa de mi vida.*

*A la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo por la formación académica ofrecida.*

*A mis padres por brindarme el apoyo incondicional a lo largo de la carrera, estando junto a mí en mis triunfos y fracasos con su amor, y comprensión para seguir adelante.*

*A mis queridos hermanos, a Patricio, y Rodrigo por ser mi compañía en todo momento.*

*A mis estimados amigos Stefania, Ma. José, Mercedes, Katty Byron y Carlitos, con quienes aprendí a sobrellevar este arduo camino.*

*A la Dra. Olguita Lucero y al Bqf. Diego Vinueza por el incondicional asesoramiento en la dirección de la presente investigación.*

*Y a cada una de las personas, quienes contribuyeron para que este período de mi vida rescinda con éxito.*

# ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

## FACULTAD DE CIENCIAS

### ESCUELA DE BIOQUÍMICA Y FARMACIA

El Tribunal de Tesis certifica que: El trabajo de investigación: “ELABORACIÓN Y CONTROL DE CALIDAD DE UN SUPLEMENTO ALIMENTICIO EN POLVO A BASE DE QUINUA (*Chenopodium quinoa*) Y GUAYABA (*Psidium guajava*) DESHIDRATADA”, de responsabilidad de la señorita egresada Rosmary Tatiana Naranjo Arellano, ha sido prolijamente revisado por los Miembros del Tribunal de Tesis, quedando autorizada su presentación.

	FIRMA	FECHA
Dra. Yolanda Díaz <b>DECANA FAC.CIENCIAS</b>	-----	-----
Dr. Luis Guevara <b>DIRECTOR DE ESCUELA DE BIOQUÍMICA Y FARMACIA</b>	-----	-----
Dra. Olga Lucero <b>DIRECTORA DE TESIS</b>	-----	-----
Bqf. Diego Vinueza <b>MIEMBRO DE TRIBUNAL</b>	-----	-----
Lic. Carlos Rodríguez <b>DIRECTOR CENTRO DE DOCUMENTACIÓN</b>	-----	-----
<b>NOTA DE TESIS ESCRITA</b>	-----	

Yo, Rosmary Tatiana Naranjo Arellano, soy responsable de las ideas, doctrinas y resultados expuestos en esta Tesis; y el patrimonio intelectual de la Tesis de Grado, pertenece a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

---

ROSMARY TATIANA NARANJO ARELLANO

## ÍNDICE DE ABREVIATURAS

AA	Aminoácidos
AOAC	Association of Official Analytical Chemist
Ab	Absorbancia
°C	Grados Celsius
g	Gramos
h	Hora
INEN	Instituto Ecuatoriano de Normalización
Kg	Kilogramo
L	Litro
m	Metro
min	Minutos
mg	Miligramos
mL	Mililitro
mm	Milímetro
msnm	Metros sobre el nivel del mar
NTE	Norma Técnica Ecuatoriana
PER	Relación de Eficiencia Proteínica
pH	Potencial de Hidrógeno
ppm	Partes por millón
t	Tiempo
UFC	Unidades formadoras de colonias

## ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ABREVIATURAS

ÍNDICE DE TABLAS

ÍNDICE DE CUADROS

ÍNDICE DE GRÁFICOS

ÍNDICE FIGURAS

ÍNDICE DE ANEXOS

INTRODUCCIÓN

1. MARCO TEÓRICO .....	- 1 -
1.1. SUPLEMENTO ALIMENTICIO .....	- 1 -
1.1.1. PARA QUE SIRVEN .....	- 1 -
1.1.2. ORIGEN DE LOS SUPLEMENTOS .....	- 2 -
1.1.3. CLASIFICACIÓN DE LOS SUPLEMENTOS ALIMENTICIOS .....	- 2 -
1.1.4.1. Legislación de los suplementos alimenticios en América Latina .....	- 3 -
1.2 QUINUA ( <i>CHENOPODIUM QUINOA</i> ) .....	- 8 -
1.2.1 ORIGEN E HISTORIA.....	- 8 -
1.2.2 CLASIFICACIÓN BOTÁNICA .....	- 8 -
1.2.3 HARINA DE QUINUA .....	- 12 -
1.2.4 USOS DE LA HARINA DE QUINUA .....	- 13 -
1.2.5 COMPOSICIÓN NUTRICIONAL DE LA QUINUA .....	- 14 -
1.3 GUAYABA ( <i>PSIDIUM GUAJAVA</i> ).....	- 19 -
1.3.1 ORIGEN E HISTORIA.....	- 19 -
1.3.2 Clasificación Botánica.....	- 19 -
1.3.2.1 Tallo .....	- 20 -
1.3.2.2 Hojas.....	- 20 -
1.3.2.3 Flores .....	- 20 -
1.3.2.4 Fruto .....	- 20 -
1.3.2.5 Semillas.....	- 21 -
1.3.3 Alimentos deshidratados .....	- 21 -
1.3.4 Composición nutricional de la Guayaba.....	- 24 -

1.3.4.1	Ácido L-Ascórbico (Vitamina C)	- 25 -
1.4	ENDULZANTES	- 30 -
1.4.1	STEVIA	- 30 -
1.5	ADITIVOS ALIMENTARIOS	- 31 -
1.6	MADURACIÓN DE LAS FRUTAS	- 32 -
1.7	ANÁLISIS PROXIMAL Y/O BROMATOLÓGICO	- 34 -
1.7.1	DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD	- 34 -
1.7.2	DETERMINACIÓN DE HUMEDAD	- 35 -
1.7.3	DETERMINACIÓN DE CENIZAS	- 36 -
1.7.4	DETERMINACIÓN DE FIBRA	- 36 -
1.7.5	DETERMINACIÓN DE PROTEÍNA	- 37 -
1.7.6	EXTRACTO ETÉREO	- 37 -
1.7.7	EXTRACTO LIBRE NO NITROGENADO	- 39 -
1.7.8	pH	- 39 -
1.7.9	ACIDEZ	- 39 -
1.8	ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO	- 40 -
1.8.1	LEVADURAS Y MOHOS	- 40 -
1.9	EVALUACIÓN SENSORIAL	- 41 -
1.9.1	Atributos sensoriales	- 42 -
2	PARTE EXPERIMENTAL	- 46 -
2.1	LUGAR DE INVESTIGACIÓN	- 46 -
2.2	MATERIALES, EQUIPOS Y REACTIVOS	- 46 -
2.2.1	MATERIAL VEGETAL	- 46 -
2.2.2	EQUIPOS	- 46 -
2.2.3	MATERIALES	- 47 -
2.2.4	REACTIVOS	- 48 -
2.3	MÉTODOS	- 48 -
2.3.1	FASE EXPERIMENTAL	- 48 -
2.3.1.1	Gelatinización del almidón de quinua	- 48 -
2.3.1.2	Solubilidad del almidón de quinua: (Yúfera E.)	- 50 -
2.3.1.4	DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE DE MADURACIÓN (Norma técnica colombiana)	- 51 -
2.3.1.4	Deshidratación de la guayaba:	- 51 -

2.3.1.5	Selección de aditivos y sus concentraciones: (Ponce e.).....	-53-
2.3.1.6	Pruebas de degustación .....	- 53 -
2.3.1.7	Proceso de elaboración del suplemento.....	- 54 -
2.3.1.8	Análisis bromatológico del suplemento alimenticio .....	- 55 -
2.3.1.9	Análisis microbiológico del suplemento alimenticio con . aceptabilidad.....	- 69 -
2.3.2	ANÁLISIS ESTADÍSTICO .....	- 71 -
2.3.2.1	Análisis de varianza ANOVA.....	- 71 -
3	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	- 73 -
3.1	GELATINIZACIÓN DEL ALMIDÓN DE QUINUA.....	- 73 -
3.3	ÍNDICE DE MADURACIÓN DE LA GUAYABA.....	- 75 -
3.4	DESHIDRATACIÓN DE LA GUAYABA .....	- 75 -
3.5	SELECCIÓN DE ADITIVOS Y SUS CONCENTRACIONES .....	- 76 -
3.6	TABULACIÓN DE DEGUSTACIONES. ....	- 77 -
3.7	RESULTADOS DEL CONTROL DE CALIDAD DEL SUPLEMENTO ALIMENTICIO.....	- 86 -
3.7.1	DETERMINACIÓN DE pH.....	- 86 -
3.7.2	DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD.....	- 87 -
3.7.3	DETERMINACIÓN DE PROTEÍNA.....	- 88 -
3.1.2	DETERMINACIÓN DE HUMEDAD .....	- 89 -
3.1.3	DETERMINACIÓN DE CENIZAS.....	- 90 -
3.1.4	DETERMINACIÓN DE FIBRA .....	- 91 -
3.1.5	DETERMINACIÓN DE EXTRACTO ETÉREO .....	- 92 -
3.1.6	DETERMINACIÓN DE EXTRACTO LIBRE NO NITROGENADO.....	- 93 -
3.1.7	DETERMINACIÓN DE VITAMINA C.....	- 94 -
3.3	ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DEL SUPLEMENTO ALIMENTICIO .....	- 97 -
	CONCLUSIONES. ....	- 106 -
	RECOMENDACIONES .....	- 108 -
	RESUMEN.....	- 109 -
	SUMARY.....	- 111 -
	BIBLIOGRAFÍA.....	- 112 -
	ANEXOS.....	- 123 -

## ÍNDICE DE TABLAS

TABLA N° 1 Clasificación botánica de la Quinoa.....	9
TABLA N° 2 Composición nutricional de la quinua.....	14
TABLA N° 3 Perfil de AA: %AA/100g de proteína de la quinua.....	16
TABLA N° 4 Contenido de minerales de la quinua.....	17
TABLA N° 5 Composición nutricional de la Guayaba.....	24
TABLA N° 6 Formulación del suplemento alimenticio.....	54
TABLA N° 7 Formulación del suplemento alimenticio.....	78
TABLA N° 8 Información nutricional del suplemento.....	99

## ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO No. 1 Evaluación del Aspecto de las cuatro formulaciones del suplemento...	78
CUADRO No. 2 Evaluación de la consistencia de las cuatro formulaciones del Suplemento.....	80
CUADRO No. 3 Evaluación del color de las cuatro formulaciones del suplemento.....	81
CUADRO No. 4 Evaluación del sabor de las cuatro formulaciones del suplemento.....	82
CUADRO No. 5 Evaluación del olor de las cuatro formulaciones del suplemento.....	83
CUADRO No. 6 Evaluación de la escala de preferencia de cada una de las Formulaciones del suplemento.....	85
CUADRO No. 7 Sensibilidad de las vitaminas a los diferentes factores.....	95
CUADRO No. 8 Resultados del análisis microbiológico.....	98
CUADRO No. 9 Resultados del control biológico de la proteína del suplemento.....	101

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

GRÁFICO N° 1	Relación de porcentaje en la evaluación del aspecto de las cuatro Formulaciones del suplemento a base de quinua y guayaba.....	79
GRÁFICO N° 2	Relación de porcentaje de la evaluación de la consistencia de las cuatro Formulaciones del suplemento.....	80
GRÁFICO N° 3	Relación de porcentaje del color de las cuatro formulas del suplemento de quinua y de guayaba deshidratada. ....	81
GRÁFICO N° 4	Relación de porcentaje de la evaluación del sabor de las cuatro fórmulas del suplemento alimenticio de quinua y guayaba deshidratada.....	83
GRÁFICO N° 5	Relación de porcentajes de la evaluación del olor de las cuatro fórmulas del suplemento alimenticio de quinua y guayaba deshidratada.....	84
GRÁFICO N° 6	Relación de porcentajes de la evaluación de la escala de preferencia de Las cuatro fórmulas del suplemento alimenticio de quinua y guayaba deshidratada.....	86
GRÁFICO N° 7	pH del suplemento a base de quinua y guayaba frente al pH de un suplemento de marca comercial “Super mix”.....	87
GRÁFICO N° 8	Densidad del suplemento a base de quinua y guayaba frente a la densidad de un suplemento de marca comercial “Super mix”.....	88
GRÁFICO N° 9	Relación del porcentaje de proteína esperado, con el porcentaje obtenido en el suplemento alimenticio.....	89

GRÁFICO N° 10 Relación del contenido de humedad en la quinua, guayaba y en el suplemento alimenticio.....	90
GRÁFICO N° 11 Relación del porcentaje de cenizas esperadas, con el porcentaje obtenido en el suplemento alimenticio.....	90
GRÁFICO N°12 Relación del porcentaje de fibra esperada, con el porcentaje obtenido en el suplemento alimenticio.....	92
GRÁFICO N° 13 Relación del porcentaje de extracto etéreo esperado, con el porcentaje obtenido en el suplemento alimenticio.....	93
GRÁFICO N°14 Relación del contenido de extracto libre no nitrogenado esperado con el experimental.....	94
GRÁFICO N° 15 Relación del contenido de vitamina C en la fruta fresca, frente al contenido de vitamina C en el suplemento.....	96
GRÁFICO N° 16 Relación del contenido de hierro teórico y práctico.....	97
GRÁFICO N° 17 Relación del contenido de hongos del suplemento alimenticio con relación a la NTE INEN 616:2006.....	98
GRÁFICO N° 18 Cajas y alambres de la diferencia del PER entre los grupos blanco, control y experimental.....	104

## ÍNDICE FIGURAS

FIGURA No. 1	Estructura química del ácido ascórbico.....	26
--------------	---	----

## ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO No. 1 Encuesta para las pruebas de degustación.....	123-125
ANEXO No. 2 Etiqueta de lo pelets Wayne para ratas.....	126-127
ANEXO No. 3 Ficha técnica de estabilizante.....	128-138
ANEXO No. 4 Análisis microbiológico del Suplemento alimenticio.....	139-140
ANEXO No. 5 Análisis de Hierro por Absorción atómica.....	141-142
ANEXO No. 6 Mail enviado de la Universidad de Granada- España.....	143-144
ANEXO No. 7 Fotografías.....	145-160

## INTRODUCCIÓN

Siendo la desnutrición un problema ligado con la alimentación, de acuerdo a la FAO (Food and Agriculture Organization), a nivel mundial en el 2011, 200 millones de niños en edad preescolar sufren de desnutrición; en nuestro país el problema es más grave, así lo indicó Helmut Rauch representante del PMA (Programa Mundial de Alimentación), al precisar que la desnutrición crónica afecta al 26 % de los niños ecuatorianos menores de cinco años, evidenciándose esta situación de forma más aguda en la Provincia de Chimborazo, misma que ocupa el penoso primer lugar en desnutrición por más de diez años consecutivos, donde el 52 % de los menores de cinco años padecen de desnutrición crónica; frente a este problema es importante plantear estrategias de solución, una de ellas es la elaboración de suplementos alimenticios que en el ámbito comercial y en apego al marco legal (Codex Alimentarius), que regula este grupo de productos se les conoce como: “Fuentes concentradas de vitaminas, minerales, y/o nutrientes deficientes en la dieta diaria; que se comercializan en formas como: cápsulas, tabletas, polvos, soluciones, que está previsto que se tomen en pequeñas cantidades unitarias (medidas), y no como alimentos convencionales, su finalidad es complementar la ingestión de ciertos nutrientes en la alimentación diaria”; y además a través de los Organismos del Estado y ONGs permitir que se canalice la distribución a los estratos poblacionales que lo requieren como son los niños en escuelas rurales y urbanas de los sectores marginales.

(4)

Estos suplementos alimenticios deben formularse a base de productos ancestrales como: la quinua, a la que la FAO cataloga como uno de los alimentos con más futuro a nivel mundial y como una fuente de solución a los graves problemas de la nutrición humana; por su aporte de proteína que cuenta con aminoácidos de gran valor biológico comparables a los de la proteína de la leche, también incluir en su elaboración frutas como: la guayaba que constituye un excelente complemento natural, que aporta vitaminas, minerales y azúcares naturales; esta fruta tanto fresca como deshidratada aporta entre sus componentes la vitamina C que actúa como antioxidante, contribuyendo

a reducir el riesgo de múltiples enfermedades, entre ellas, las cardiovasculares, y las degenerativas, aumentando la absorción del hierro que se encuentra en los alimentos lo que beneficia a las personas que tienen anemia ferropénica; tiene potasio, mineral que regula y protege al sistema nervioso; aporta con fibra que actúa como un leve laxante, reduciendo así el riesgo de infecciones; y utilizando el método de deshidratación que es el fruto de la innovación tecnológica en la industria alimentaria, siendo un método de conservación de los alimentos, que permite reducir a menos del 13% el contenido de agua. (5)

Es por esto que el objetivo de esta investigación fue elaborar y controlar la calidad de un suplemento alimenticio en polvo que aporte los nutrientes necesarios para complementar la dieta diaria, primeramente determinando las condiciones óptimas (temperatura y tiempo) para el tratamiento térmico de la quinua, que permita la solubilidad de su almidón en agua, estableciendo formulaciones e implantando la mejor fórmula a través de las pruebas de degustación, el posterior análisis físico químico y microbiológico, y además efectuando la evaluación de la Relación de Eficiencia de la Proteína (PER) que aportará la quinua a través del suplemento, prueba que se determina en ratas en un período de diez días, 3 de adaptación a las dietas y 7 de experimentación. (12)

Se comprobó que tratando la quinua a 160°C por 30 minutos se logra la solubilización del almidón de esta en agua fría, mediante el análisis físico químico y microbiológico se establece que el suplemento alimenticio aporta con un alto valor nutritivo a la dieta diaria y además es de buena calidad sanitaria; se estableció también que el PER (Relación de Eficiencia Proteínica) del suplemento alimenticio es mayor que la caseína, proteína utilizada como control, es decir la calidad de la proteína del suplemento alimenticio es de un alto valor biológico por los aminoácidos esenciales que contiene. (5)

Este trabajo de Investigación se lo realizó en la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO, en los laboratorios de la FACULTAD DE CIENCIAS.

Se recomienda utilizar otros tratamientos no térmicos para la solubilidad del almidón de la quinua en agua, para determinar si existe menor pérdida de proteína.

## **CAPÍTULO I**

### **1. MARCO TEÓRICO**

#### **1.1. SUPLEMENTO ALIMENTICIO**

Suplementos alimenticios: En el ámbito comercial y en apego al marco legal (Codex Alimentarius) que regula este grupo de productos se les conoce como: “Fuentes concentradas de vitaminas, minerales, y/o nutrientes deficientes en la dieta diaria; que se comercializan en formas como: cápsulas, tabletas, polvos, soluciones, que está previsto que se tomen en pequeñas cantidades unitarias (medidas), y no como alimentos convencionales, su finalidad es complementar la ingestión de ciertos nutrientes en la alimentación diaria”. (41)

En general, estos suplementos no están destinados para curar o tratar enfermedades o afecciones médicas, a menos que la Administración de Alimentos y Fármacos de los EE.UU. (FDA) los haya aprobado para el reclamo que éstos hacen con respecto a la salud. (65)

##### **1.1.1. PARA QUE SIRVEN**

Su única finalidad de uso es: incrementar la ingesta dietética total, complementarla o suplir alguno de sus componentes, pues algunas personas no obtienen en su alimentación todos los nutrimentos que necesitan, y por ello recurren a los suplementos alimenticios, para complementar su alimentación. No obstante, estas personas no lo usan para tratar una enfermedad, síntomas o padecimientos, pero si son importantes en la

complementación de tratamientos sobre todo en enfermedades inmunológicas que requieran adicionar en su dieta proteína, vitaminas y minerales. (63)

### 1.1.2. ORIGEN DE LOS SUPLEMENTOS

Hace algunas décadas la separación entre medicamento y alimento estaba muy definida, debido al aumento de la esperanza de vida y sobre todo la importancia que ha adquirido la salud y su vinculación con la alimentación, se ha abierto un mercado para un nuevo y variado grupo de productos, suplementos alimenticios, con efectos positivos para la salud debido a la presencia y características de la sustancia que contienen. (65)

El reconocimiento de la importancia de la alimentación para la salud y la constatación que la dieta alimenticia de los ciudadanos es, en términos generales, insuficiente ha generado una mayor demanda social en este terreno, además la preocupación por la seguridad alimentaria, y por la calidad de los productos alimenticios, los consumidores se sienten atraídos por los denominados suplementos naturales. (65)

### 1.1.3. CLASIFICACIÓN DE LOS SUPLEMENTOS ALIMENTICIOS

Existen cinco categorías de nutrientes utilizados en la manufacturación de los suplementos nutricionales, a partir de los cuales se pretende una clasificación de los suplementos alimenticios:

- **Naturales:** Nutrientes de origen vegetal, mineral o animal que tras un breve procesado mantienen su integridad nutricional básica tal como fue diseñada por la naturaleza. Dentro de estos suplementos nutricionales incluimos el aceite de hígado de pescado, polen de abeja, levadura, ajo, y todos los minerales.
- **Origen natural:** Productos que sufren un proceso o refinado pero que siguen siendo obtenidos de fuentes vegetales, minerales o animales. Se incluyen las vitaminas A y D del aceite de hígado de pescado, la vitamina E, lecitina, enzimas digestivas, polvos de proteínas y aminoácidos.

- **Idénticos a los naturales:** Nutrientes manufacturados en laboratorio que son idénticos en estructura molecular y actividad en el cuerpo humano que los nutrientes naturales. Estos nutrientes son manufacturados porque el coste o las dificultades de extracción del mismo nutriente de fuentes naturales lo harían demasiado caro o escaso. Dentro de ellos se incluyen la vitamina C y las vitaminas del complejo B.
- **Estrictamente sintéticos:** Nutrientes manufacturados en laboratorio que son de alguna manera distintos a los nutrientes naturales. Algunos nutrientes, como la vitamina E, no pueden ser copiados exactamente, de cualquier forma, los análogos sintéticos son muy baratos y son usados por muchos fabricantes.
- **Nutrientes obtenidos de levaduras cultivadas en medios enriquecidos:** Minerales y algunas vitaminas manufacturados farmacológicamente son añadidas al medio donde se cultivan levaduras del tipo *Sacharomyces*. De esta forma se obtendrán vitaminas y minerales asimilados en levaduras. (63)

#### 1.1.4. NORMATIVA

##### 1.1.4.1. Legislación de los suplementos alimenticios en América Latina

La ingesta de estos productos en países desarrollados se ha asociado con una mejor calidad de vida, y una mejor condición de salud es un factor determinante para su consumo.

En América Latina el mercado de suplementos alimenticios para el 2007 alcanzó los \$ 2 500 millones, donde Brasil y México juntos representaron el 67 % de consumo.

El marco regulatorio en América Latina es relativamente nuevo. El mercado más amplio de países como Brasil y México posee excelentes normas, pero la capacidad para hacer cumplir los reglamentos es limitada en muchos casos. De hecho los suplementos alimenticios sólo recientemente se están viendo como una clase separada de los productos procedentes de los productos farmacéuticos y alimenticios. Otro elemento adicional es que la denominación de estos productos no está estandarizada u homologada en el ámbito

latinoamericano, observándose que según el margen regulatorio son considerados como alimentos a excepción de Bolivia y Uruguay. (65) (45)

#### **1.1.4.2. Legislación de los suplementos alimenticios en el Ecuador**

Dentro de la normativa legal ecuatoriana no se identifica ningún instrumento legal que establezca el marco regulatorio de los suplementos alimenticios o suplementos dietéticos.

No obstante, las Normas y procedimientos para el registro y control de productos naturales de uso medicinal y de establecimientos en donde se fabrican, almacenan y comercializan en su Capítulo XII sobre Disposiciones Generales, artículo 47 establece que: Productos alimenticios como suplementos alimenticios se procederá conforme lo dispone el reglamento de Alimentos, además se debe tomar como guía las directrices del Codex Alimentarius. (65)

#### **1.1.5. DIRECTRICES DEL CODEX ALIMENTARIOS PARA SUPLEMENTOS (COMPLEMENTOS) ALIMENTICIOS**

##### **1.1.5.1. Ámbito de aplicación**

- Las presentes Directrices se aplican a los complementos alimentarios de vitaminas y minerales destinados a aportar a la alimentación diaria vitaminas y/o minerales suplementarios.
- Los complementos alimentarios que contienen vitaminas y/o minerales así como otros ingredientes también deben ser conformes a las reglas específicas sobre vitaminas o minerales estipuladas en las presentes Directrices.
- No se incluyen en las presentes Directrices los alimentos para regímenes especiales, según la definición de la Norma General para el Etiquetado y Declaraciones de Propiedades de Alimentos Preenvasados para Regímenes Especiales (CODEX STAN 146-1985). (65) (45)

### **1.1.5.2. Composición**

#### **1. SELECCIÓN DE LAS VITAMINAS Y MINERALES**

- Los complementos de vitaminas y minerales deben contener vitaminas/provitaminas y minerales cuyo valor nutricional para los seres humanos se haya demostrado con datos científicos y que la FAO y la OMS reconozcan como vitaminas y minerales. (65) (35)
  
- Las vitaminas y minerales podrán proceder de fuentes ya sea natural o sintética y su selección debe basarse en criterios como la inocuidad y la biodisponibilidad. Además, los criterios de pureza deberán tener en cuenta las normas de la FAO/OMS, o bien, en su defecto, las farmacopeas, o criterios internacionales reconocidos. En ausencia de los criterios mencionados podrá aplicarse la legislación nacional. (65) (45)
  
- Los complementos alimentarios de vitaminas y minerales pueden contener todas las vitaminas y los minerales que satisfagan los criterios del párrafo anterior, una única vitamina y/o mineral o una combinación adecuada de vitaminas y/o minerales. Ello se refiere a las formas físicas de los complementos alimentarios de vitaminas y minerales, no a la eficacia de los suplementos alimenticios. (CAC/GL 55 – 2005) (65)

#### **2. ENVASADO**

- El producto deberá envasarse en recipientes que protejan la higiene y demás cualidades del producto.
  
- Los recipientes, incluido el material de envasado, deberán fabricarse sólo con sustancias que sean inocuas y adecuadas para el uso a que están destinadas. Si la Comisión del Codex Alimentarius ha establecido una norma para cualquiera de las

sustancias que se utilicen como material de envasado, se aplicará dicha norma.  
(63) (65)

### **3. ETIQUETADO**

- Los complementos alimentarios de proteína, vitaminas y minerales deberán etiquetarse con arreglo a lo dispuesto en la Norma General del Codex para el Etiquetado de los Alimentos Preenvasados (CODEX STAN 1-1985, Rev.1-1991), así como en las Directrices Generales sobre Declaraciones de Propiedades (CAC/GL 1-1979).
- El nombre del producto será “complemento alimentario” ó “suplemento alimenticio”, con una indicación de la categoría o categorías de nutrientes o de la(s) vitamina(s) o mineral(es) que contenga el producto, según sea el caso.
- La cantidad de vitaminas y minerales presentes en el producto deben figurar en la etiqueta en forma numérica y su equivalente en UI cuando proceda. Las unidades utilizadas deberán ser unidades de peso o volumen, de conformidad con las Directrices del Codex para Etiquetado Nutricional (CAC/GL 2 – 1985 (Rev.1 – 1993)).
- Las cantidades de vitaminas y minerales declarados deben indicarse por la porción del producto que se recomienda en la etiqueta para el consumo diario y, si es diferente, también puede indicarse la cantidad unitaria para un solo uso.
- La información sobre vitaminas y minerales debe expresarse también como un porcentaje de los valores de referencia mencionados, según el caso, en las Directrices del Codex sobre Etiquetado Nutricional.
- Debe indicarse en la etiqueta la modalidad de uso del producto (cantidad, frecuencia, condiciones particulares).

- En la etiqueta debe figurar una recomendación al consumidor de que no sobrepase la cantidad máxima diaria sugerida por el fabricante.
- En la etiqueta no debe declararse o sugerirse que los suplementos puedan utilizarse en sustitución de comidas o de una dieta variada.
- La etiqueta debe llevar la indicación de que el suplemento debe mantenerse fuera del alcance de los niños. (41) (63) (65)

#### **4. CONTROL DE CALIDAD**

La garantía de calidad es la sección dentro de la gestión de la calidad que se centra en incrementar las aptitudes para cumplir con los requisitos de calidad según los estándares ISO vigentes. Los objetivos de garantía de calidad se logran cuando se han definido procesos con los que, si se siguen, se obtiene un complemento y/o suplemento alimenticio que cumple su especificación y presenta la calidad prevista, y cuando el producto terminado: (63)

- a. Contiene los ingredientes correctos en las proporciones adecuadas
- b. Se ha procesado correctamente según los procesos definidos
- c. Tiene la pureza requerida
- d. Esta dentro del recipiente adecuado
- e. Lleva la etiqueta adecuada (Marca e identificación adecuada)
- f. Se almacena, distribuye y se dan recomendaciones para su manipulación, posterior de conformidad con las condiciones de almacenamiento recomendadas, de tal forma que se mantenga su calidad durante toda su vida prevista o esperada. (63)

## 1.2 QUINUA (*CHENOPODIUM QUINOA*)

### 1.2.1 ORIGEN E HISTORIA

La quinua fue cultivada en los Andes bolivianos, peruanos y ecuatorianos desde hace unos 5000 años. Al igual que la papa, fue uno de los principales alimentos de los pueblos andinos preincaicos e incaicos. (59)

En yacimiento arqueológico ubicado en Zipaquirá, Colombia en un sitio excavado por M. Cardale (1981). T Van der Hammen identificó restos de *Chenopodiaceae* cultivada en una época anterior al año 150 a. C. En Funza, Colombia F. Bernal (1990) encontró restos de esta familia de planta. (58)

Por lo anterior se puede afirmar que su cultivo se extendió por la cordillera de los andes, además era considerada por el imperio inca como un alimento sagrado, siendo empleada además para usos diversos como alimento, jabón (gracias a la saponina) y medicina de acuerdo a algunos cronistas. Con la quinua se preparaban harinas de galletas, mazamorra etc. (58)

### 1.2.2 CLASIFICACIÓN BOTÁNICA

La quinua o quínoa, (*Chenopodium quinoa*), es un pseudocereal de la familia Chenopodiaceae que se produce en los Andes de Argentina, Bolivia, Chile, Colombia, Ecuador y el Perú además de los Estados Unidos, siendo Bolivia el primer productor mundial seguido de Perú y los Estados Unidos. Se le denomina pseudocereal porque botánicamente no pertenece a los cereales verdaderos, pero debido a su alto contenido de almidón su uso es el de un cereal, crece desde el nivel del mar en Chile y el Perú hasta los 4.000 metros en los Andes, aunque su altura más común es a partir de los 2 500m; así se puede observar en la tabla 1 su clasificación botánica más sintetizada. (64)

**TABLA 1. CLASIFICACIÓN BOTÁNICA DE LA QUINUA**

<b>Reino:</b>	Plantae
<b>División:</b>	Magnoliophyta
<b>Clase:</b>	Magnoliopsida
<b>Orden:</b>	Caryophyllales
<b>Familia:</b>	Amaranthaceae
<b>Género:</b>	<i>Chenopodium</i>
<b>Especie:</b>	<i>C. quinoa</i>

FUENTE: [HTTP://LAQUINUA.BLOGSPOT.COM/2009/05/CARBOHIDRATOS.HTML](http://LAQUINUA.BLOGSPOT.COM/2009/05/CARBOHIDRATOS.HTML)

La quinua, es una planta herbácea anual, de amplia dispersión geográfica, presenta características peculiares en su morfología, coloración y comportamiento en diferentes zonas agroecológicas donde se la cultiva, fue utilizada como alimento desde tiempos inmemoriales, se calcula que su domesticación ocurrió hace más de 7000 años antes de Cristo, presenta enorme variación y plasticidad para adaptarse a diferentes condiciones ambientales, se cultiva desde el nivel del mar hasta los 4000 msnm, desde zonas áridas, hasta zonas húmedas y tropicales, desde zonas frías hasta templadas y cálidas; muy tolerante a los factores abióticos adversos como son sequía, helada, salinidad de suelos y otros que afectan a las plantas cultivadas. (1) (3) (64)

### **1.2.2.1 Tallo**

El tallo es cilíndrico en el cuello de la planta y anguloso a partir de las ramificaciones, puesto que las hojas son alternas dando una configuración excepcional, el grosor del tallo también es variable siendo mayor en la base que en el ápice, dependiendo de los genotipos y zonas donde se desarrolla, la coloración del tallo es variable, desde el verde al rojo, este tallo por su riqueza y gran contenido de pectina y celulosa se puede utilizar en la fabricación de papel y cartón. El diámetro del tallo es variable, de 1 a 8 cm de diámetro. (21)

### **1.2.2.2 Hojas**

Las hojas son alternas y están formadas por peciolo y lámina, puede medir hasta 15 cm de largo por 12 cm de ancho, generalmente las quinuas de valle tienen un follaje abundante, incluso han permitido seleccionar como forrajeras por su alta producción de materia verde, en muchas zonas del área andina se utilizan las hojas tiernas previas a la floración como hortaliza de hojas apta en la alimentación humana, por su alto valor nutritivo ya que contiene vitaminas, minerales y proteínas de calidad, el color de las hojas es variable dependiendo de los genotipos, se han observado pigmentos rojos, púrpuras, amarillos, que están constituidos por betalainas, tanto del tipo, betacianinas (rojo- violeta) y betaxantinas (amarillas). (64)

### **1.2.2.3 Inflorescencia**

Es una panoja típica, constituida por un eje central, secundarios, terciarios y pedicelos que sostienen a los glomérulos así como por la disposición de las flores y porque el eje principal está más desarrollado que los secundarios, la longitud de la panoja es variable, dependiendo de los genotipos, tipo de quinua, lugar donde se desarrolla y condiciones de fertilidad de los suelos, alcanzando de 30 a 80 cm de longitud por 5 a 30 cm de diámetro, el número de glomérulos por panoja varía de 80 a 120 y el número de semillas por panoja de 100 a 3000, encontrando panojas grandes que rinden hasta 500 gramos de semilla por inflorescencia. (5) (21)

### **1.2.2.4 Flores**

Son pequeñas, incompletas, sésiles y desprovistas de pétalos, constituida por una corola formada por cinco piezas florales, pudiendo ser hermafroditas, pistiladas (femeninas) y androestériles, lo que indica que podría tener hábito autógamo como alógamo, alcanzan un tamaño máximo de 3 mm en caso de las hermafroditas y las pistiladas son más pequeñas, lo que dificulta su manejo para efectuar cruzamientos y emasculaciones. (5) (21) (64)

### **1.2.2.5 Fruto**

Es un aquenio, que se deriva de un ovario supero unilocular y de simetría dorsiventral, tiene forma cilíndrico- lenticular, levemente ensanchado hacia el centro, en la zona ventral del aquenio se observa una cicatriz que es la inserción del fruto en el receptáculo floral, está constituido por el perigonio que envuelve a la semilla por completo y contiene una sola semilla, de coloración variable, con un diámetro de 1.5 a 4 mm, la cual se desprende con facilidad a la madurez y en algunos casos puede permanecer adherido al grano incluso después de la trilla dificultando la selección, el contenido de humedad del fruto a la cosecha es de 14.5%.(5) (21) (64)

El perigonio tiene un aspecto membranáceo, opaco de color ebúrneo, con estructura alveolar, con un estrato de células de forma poligonal-globosa y de paredes finas y lisas. (21)

### **1.2.2.6 Raíz**

Es pivotante, vigorosa, profunda, bastante ramificada y fibrosa, la cual posiblemente le de resistencia a la sequía y buena estabilidad a la planta, se diferencia fácilmente la raíz principal de las secundarias que son en gran número, la profundidad de raíz, las ramificaciones y distribución de las raicillas, varían con los genotipos. (21) (64)

### **1.2.2.7 Semilla**

Constituye el fruto maduro sin el perigonio, es de forma lenticular, elipsoidal, cónica o esferoidal, presenta tres partes bien definidas que son: Epispermo, embrión y perisperma. El epispermo, está constituida por cuatro capas: una externa de superficie rugosa, quebradiza, la cual se desprende fácilmente al frotarla, tiene células de forma alargada con paredes rectas; la segunda capa es muy delgada y lisa, se observa sólo cuando la capa externa es translúcida; la tercera capa es de coloración amarillenta, delgada y opaca y la cuarta capa, translúcida, está constituida por un solo estrato de células (Villacorta y Talavera, 1976). (2) (23)

El embrión, está formado por dos cotiledones y la radícula y constituye el 30% del volumen total de la semilla el cual envuelve al perisperma como un anillo, con una curvatura de 320 grados, es de color amarillento mide 3.54 mm de longitud y 0.36 mm de ancho (Carrillo, 1992), en algunos casos alcanza una longitud de 8.2 mm de longitud y ocupa el 34 % de toda la semilla y con cierta frecuencia se encuentran tres cotiledones (Gallardo *et al.*; 1997), en forma excepcional a otras semillas, en ella se encuentra la mayor cantidad de proteína que alcanza del 35-40% , mientras que en el perisperma solo del 6.3 al 8.3 % de la proteína total del grano (Ayala, 1977); la radícula, muestra una pigmentación de color castaño oscuro. (2)

El perisperma es el principal tejido de almacenamiento y está constituido mayormente por granos de almidón, es de color blanquecino y representa prácticamente el 60% de la superficie de la semilla, sus células son grandes de mayor tamaño que las del endospermo, de forma poligonal con paredes delgadas, rectas y con grandes agregados de almidón, estos agregados están compuestos por miles de gránulos de almidón individuales, de forma exagonal en la mayoría de los casos. (2) (21)

### 1.2.3 HARINA DE QUINUA

La Harina de Quinua es un alimento que se obtiene al moler el grano de quinua previamente lavado, es producida y comercializa en el Perú, Bolivia y Colombia (aunque en menor cantidad), sustituyendo muchas veces a la harina de trigo, enriqueciendo así sus derivados de panes, tortas y galletas. (5) (48)

El aspecto más sobresaliente que destacan los científicos sobre ella es la gran cantidad de calcio que contiene y es asimilado totalmente por el organismo debido a la presencia de zinc, esto hace que evite la descalcificación y la osteoporosis, a diferencia de otros productos que también contiene calcio pero no son absorbidos por el cuerpo. (48) (59)

Esta harina dura seis meses en el cuerpo manteniendo inalterable sus cualidades, esto significa que la harina de Quinua tiene una importante calidad microbiológica, también

encontramos en ella fitoestrógenos que son sustancias medicinales que actúan sobre la parte hormonal, metabólica y circulatoria. (56)

Entre sus minerales encontramos un importante contenido en Litio, el cual es esencial para mejorar los estados depresivos, además este producto es completamente natural y no presenta en su consumo ninguna contraindicación. (48)

#### 1.2.4 USOS DE LA HARINA DE QUINUA

Tradicionalmente los granos de quinua se tuestan y con ellos se produce harina. También pueden ser cocidos, añadidos a las sopas, usados como cereales, pastas e incluso se le fermenta para obtener cerveza o chicha. (60)

La harina de quinua pre-tostada también es utilizada para enriquecer harinas de panificación en la elaboración de: galletas, barritas, tartas, batidos, pasteles, spaghetis, en refrescos, aportando un alto valor nutritivo. (57)

Se utiliza igualmente en la elaboración de salsas y alimentos rebozados, enriqueciéndolos conservando su humedad y aportando un sabor muy agradable así como una textura fina y especial. (57) (60)

Además de ser una excelente alternativa para elaborar alimentos para personas que no pueden consumir gluten. (47)

Ancestralmente la quinua es considerada también como una planta medicinal por la mayor parte de los pueblos tradicionales andinos. Entre sus usos más frecuentes se pueden mencionar el tratamiento de abscesos, hemorragias, luxaciones y cosmética. (47) (58)

### 1.2.5 COMPOSICIÓN NUTRICIONAL DE LA QUINUA

La quinua posee un excepcional balance de proteínas, con un alto grado de aminoácidos, entre los aminoácidos están la lisina y la arginina e histidina, básicos para el desarrollo humano durante la infancia. Igualmente es rica en metionina y cistina. (55)

El promedio de proteínas en el grano es de 16%, pero puede contener hasta 23%. El nivel de proteínas contenidas es muy cercano al porcentaje que dicta la FAO para la nutrición humana. La grasa contenida es de 4 a 9%, de los cuales la mitad contiene ácido linoléico, esencial para la dieta humana. También contiene un alto nivel de calcio, fósforo, hierro; se evidencia esta composición en la tabla 2. (27) (28)

**TABLA 2. COMPOSICIÓN NUTRICIONAL DE LA QUINUA**

<b>Componente</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Indicador</b>
<b>Calorías</b>	354	%
<b>Humedad</b>	13,1	g
<b>Proteína</b>	14.2	g
<b>Grasa</b>	4.3	g
<b>Carbohidratos</b>	62.1	g
<b>Fibra</b>	3.9	g
<b>Cenizas</b>	2.4	g
<b>Calcio</b>	68	mg
<b>Fósforo</b>	430	mg
<b>Hierro</b>	11,6	mg
<b>Caroteno</b>	0.03	mg
<b>Tiamina</b>	0.35	mg
<b>Riboflavina</b>	0.25	mg
<b>Niacina</b>	1.54	mg

FUENTE: TABLA DE COMPOSICIÓN DE ALIMENTOS ECUATORIANOS – INUVE 1965.

### 1.2.5.1 Proteína

Las proteínas son el principal componente estructural y funcional de todas las células del organismo. Los aminoácidos (AA) son los sillares de las proteínas los cuales actúan, además, como precursores de ácidos nucleicos, neurotransmisores y otras moléculas esenciales para la vida. Por lo tanto, un aporte dietético adecuado de proteína es esencial para mantener la integridad y la función celular. (2) (6)

Los requerimientos de AA se expresan en términos de proteína dietética y no como cantidades separadas de cada uno de ellos. En la dieta las proteínas se encuentran formando parte de numerosos alimentos, siendo su composición aminoacídica diferente según la fuente alimentaria. Por lo tanto, dependiendo de la cantidad y tipo de alimento que se consuma, se puede llegar o no a alcanzar las recomendaciones de ingesta. (20)

Nuestro organismo no es capaz de sintetizar todos los aminoácidos que le son necesarios para la biosíntesis proteica, aunque algunos podemos sintetizarlos otros deben ser ingeridos como parte de la alimentación, recibiendo el nombre de esenciales, siendo los que se deben considerar dentro de una formulación de un suplemento alimenticio: isoleucina, lisina, leucina, metionina, fenilalanina, treonina, triptófano, valina. Cabe destacar que si bien un adulto puede cubrir sus necesidades de histidina, un niño en crecimiento no, por lo que se requiere de manera esencial este aminoácido. (17) (18)

El índice de calidad proteínica de la quinua para la edad adulta es 125 %, esto indica que la proteína de la quinua cubre los requerimientos de aminoácidos esenciales, hasta sobrepasa un 25 % del requerimiento de proteínas. Pero si se consideran las pérdidas fecales del orden del 20 %, la cantidad de quinua que debe ingerir un adulto es 0.72 g/kg/d. Si el requerimiento de proteínas para el adulto es de 0.75 g/kg/d, con esta cifra llena los requerimientos de proteínas o nitrógeno total del adulto, y aporta también las cantidades requeridas de cada uno de los aminoácidos esenciales más limitantes para síntesis de proteína tisular en el organismo. Estas cifras sugieren que los índices de calidad proteínica son dependientes de la edad. (2) (31)

La quinua se caracteriza más que por la cantidad, por la calidad de sus proteínas dada por los aminoácidos esenciales, el Seladis estableció que la quinua real es el primer alimento que posee las proteínas completas, es decir 21 aminoácidos y entre los más conocidos está la lisina, tirosina, metionina y triptófano, y lo interesante es que se presentan en cantidades adecuadas y aptas para el consumo humano. Es una de las principales fuentes de proteína como se puede apreciar en la tabla 3. (22) (67)

**TABLA 3. PERIFIL DE AA: % AA/100g DE PROTEÍNA DE QUINUA**

<b>AMINOÁCIDOS</b>	<b>%</b>	<b>AMINOÁCIDOS</b>	<b>%</b>
Histidina *	4.6	Acido Glutámico	16.2
Isoleucina *	7.0	Cisterina	7.0
Leucina *	7.3	Serina	4.8
Lisina *	8.4	Tirosina	6.7
Metionina *	5.5	Argina *	7.4
Fenilalanina *	5.3	Prolina	3.5
Treonina *	5.7	Alanina	4.7
Triptofano *	1.2	Glicina	5.2
Valina *	7.6	Acido Aspártico	8.6

\*Aminoácidos esenciales

FUENTE: DICCIONARIO ENCICLOPÉDICO TECHNOLOGY OF CEREALS, KENT, N.L

La quinua es el alimento más completo con todas sus propiedades que incluso llega a reemplazar a la leche y carne. Se trata entonces de un regalo de la naturaleza, gracias también al aporte de minerales (Tabla 4). (21)

**TABLA 4. CONTENIDO DE MINERALES EN LA QUINUA**

<b>MINERALES</b>	<b>(mg)/ 100g</b>
Calcio	66,6
Fósforo	430,1
Magnesio	270,2
Potasio	1.040,2
Hierro	10,9
Manganeso	2,21
Zinc	7,47

FUENTE: DICCIONARIO ENCICLOPÉDICO TECHNOLOGY OF CEREALS, KENT, N.L.

Por su composición nutricional la harina de quinua es muy recomendada tanto para niños y sobre todo para personas celíacas. Es de excelente asimilación y equilibrada composición de aminoácidos es ideal incluir la quinua, en sus distintas preparaciones en nuestra dieta. (6)

### **1.2.5.2 Almidón**

El almidón se encuentra ampliamente distribuido en diferentes órganos de la planta de la quinua como carbohidrato de reserva. Es el componente más abundante del grano -66 %- y una fuente importante de carbohidratos para la alimentación humana. El almidón es una mezcla de dos glucanos: amilosa (almidón de cadena recta y ubicado en la zona amorfa) y amilopectina (almidón de cadenas ramificadas y ubicado en la zona cristalina. Es un importante aglutinante y espesante usado por ejemplo en alimentos infantiles, sopas, productos de panadería, salsas, y otras; aunque en otros alimentos el almidón resulta un inconveniente. (2) (21)

Los carbohidratos son la fuente de energía más abundante para el ser humano; sin embargo puede existir la imposibilidad de absorber un carbohidrato de forma adecuada y

en el lugar preciso, debido a una deficiencia enzimática o de un transportador (deficiencia primaria) o a una deficiencia producida por desnutrición, o una enfermedad (deficiencia secundaria) (Szepesi, 1991). (2)

Las características del diámetro de los granos de almidón de quinua son de 2 micras, mucho más pequeño que el grano de almidón de maíz (30 micras) y el almidón de la papa (140 micras). El almidón de la quinua es del tipo perispermo y no forma geles y se torna azul con el yodo, por el contrario, el almidón de los cereales se encuentra en el endospermo (Tapia et al., 1979). (2) (22)

### **1.2.6 Propiedades Nutraceuticas de la Quinua**

La quinua contiene fitoestrógenos, sustancias que previenen enfermedades crónicas como la osteoporosis, cáncer de mama, enfermedades del corazón y otras alteraciones femeninas ocasionadas por la falta de estrógenos durante la menopausia.

El bioquímico del Servicio de Laboratorio de Diagnóstico e Investigación en Salud (SELADIS), de la Universidad Mayor de San Andrés (UMSA) en La Paz-Bolivia, Roger Carvajal, durante una reunión con productores de quinua planteó la necesidad de certificar de manera científica, mediante estudios de laboratorio de alta tecnología, la presencia de fitoestrógenos en la quinua y sus niveles de concentración.

Esta certificación científica contribuirá a que los productores impulsen de forma decidida la comercialización de la quinua en el mercado nacional y en el ámbito internacional. De acuerdo a estudios científicos realizados por laboratorios internacionales, los fitoestrógenos se encuentran en la mayoría de los cereales y también en la soya.

Roger Carvajal señaló que en el altiplano boliviano se estableció que en las mujeres de esta región no se registran casos de osteoporosis, pero esta enfermedad se presenta en mujeres de otros segmentos sociales asentadas en las ciudades y donde el consumo de quinua es bajo.

Todo parece indicar que la ausencia de osteoporosis tiene relación con la dieta del altiplano que es rica en granos que contienen fitoestrógenos que son sustancias que permiten la absorción de calcio y esto hace que las mujeres de esta región no sufran osteoporosis. (50) (57)

### **1.3 GUAYABA (*PSIDIUM GUAJAVA*)**

#### **1.3.1 ORIGEN E HISTORIA**

La guayaba se considera originaria de América, posiblemente de algún lugar de Centroamérica, el Caribe, Brasil o Colombia. Es una especie que se encuentra prácticamente en todas las áreas tropicales y subtropicales del mundo, se adapta a distintas condiciones climáticas pese a su origen tropical, sin embargo, prefiere climas secos, se ubica en la franja paralela al Ecuador, no más allá del paralelo 30 de ambos hemisferios, se adapta a altitudes desde el nivel del mar hasta 1500 m sobre el nivel del mar. La especie es sensible a bajas temperaturas. Los más altos rendimientos se obtienen con temperaturas entre 23°C y 28°C (52)

Se cultiva en casi todos los países tropicales. Son países productores Brasil, Colombia, Perú, Ecuador, India, Sudáfrica, California, Estados Unidos, México, Filipinas, Venezuela, Costa Rica, Cuba y Puerto Rico. Las variedades que se comercializan en Europa se importan principalmente de Sudáfrica y Brasil. Comercialmente se agrupan en blancas y rojas, según el color de la pulpa. (32) (52)

La forma del fruto depende de la variedad, lo mismo que el color de la pulpa y la cáscara, los hay redondos como pelotas y ovalados en forma de pera. La madurez se observa en la cáscara cuando alcanza un color verde amarillento, o amarillo rosado. (32)

#### **1.3.2 CLASIFICACIÓN BOTÁNICA**

El guayabo o guayaba, es un arbusto o árbol pequeño natural de América tropical que se ha asilvestrado en otras zonas tropicales del planeta, Es un arbusto siempre verde de la familia de las Myrtáceas, frondoso que alcanza de 5 a 6 metros de altura en promedio, pero si se maneja adecuadamente con podas, no sobrepasa los 3 m, la temperatura ideal para su desarrollo oscila entre 23° y 28°C, con lluvias bien distribuidas, principalmente, en la fases de brotación, floración y desarrollo de frutos para que los mismos sean de buena calidad. (32)

#### **1.3.2.1 Tallo**

Cuando están tiernos son angulosos, su coloración se torna café claro cuando empiezan a madurar, es un tallo de tipo leñoso. (32)

#### **1.3.2.2 Hojas**

Nacen en pares, son de color verde pálido, coriáceo y de forma alargada, terminan en punta aguda con una longitud que oscila entre 10 y 20 cm, posee vellosidades finas y suaves en ambos lados, con una nervadura central y varias secundarias que resaltan a simple vista. (32)

#### **1.3.2.3 Flores**

Las flores nacen en las ramas más jóvenes, de 1 a 3 por nudo, tienen una gran cantidad de estambres y un solo pistilo. (32)

#### **1.3.2.4 Fruto**

Los frutos son redondeados y ovalados, en forma de pera dependiendo de la variedad, de ello también depende el color de la pulpa como puede ser amarilla o pulpa rosada, la madurez se observa en la cáscara cuando alcanzan un color verde amarillento, o amarillo rosado. (32)

La fruta se debe recolectar antes de que tome color para evitar posibles enfermedades y pudriciones y aumentar la capacidad de almacenamiento, tiene unos 4-12 centímetros de longitud y 4-7 de diámetro. Su peso oscila desde los 60 hasta los 500 gramos. (32)

### **1.3.2.5 Semillas**

Las semillas contienen cantidades variables de nutrientes que la planta utiliza para su germinación y establecimiento en el suelo. Estos nutrientes pueden ser utilizados por el hombre en lugar de ser desechados sin ninguna utilidad (Lawrence y col., 1990); pero para conocer su posible utilidad es importante estudiar la composición y cantidad de nutrientes tales como proteínas, carbohidratos, lípidos y fibra, y en base a las cantidades y características propias que presenten buscarles alguna posibilidad de uso. (67)

Existen pocos reportes de estudios diversos a cerca de la semilla de guayaba, entre los que se encuentran el de El y Yassen (1997) en donde proponen que la harina de la molienda de la semilla de guayaba se utilice en la preparación de galletas sustituyendo parte de la harina de trigo. Bourgeois y col., (1998) estudiaron el aceite de la semilla y proponen que puede tener utilidad en la elaboración de jabones, productos de baño y productos de belleza. El trabajo reportado por Jiménez-Escrig y col., (2001) indica que la fibra de la semilla de guayaba es una fuente de fibra dietaria con actividad antioxidante. El trabajo de Bernardino-Nicanor y col., (2001) reporta una caracterización bioquímica de la proteína de la semilla y sus características funcionales. Vasco-Méndez y col., (2002) reporta el perfil de ácidos grasos de la semilla de guayaba e indican que es una buena fuente de ácido linoléico, ya que es el ácido graso que se encuentra en mayor cantidad (80, 5%) en la semilla. (67)

### **1.3.3 ALIMENTOS DESHIDRATADOS**

La deshidratación consiste en eliminar al máximo el agua que contiene el alimento, bien de una forma natural (cereales, legumbres) o bien por la acción de la mano del hombre en la que se ejecuta la transformación por desecación simple al sol o por medio de una corriente a gran velocidad de aire caliente. (43) (44)

El significado del término deshidratación se considera como secado artificial en la industria alimenticia. (44)

En la actualidad, un alimento o ingrediente deshidratado puede competir en precio, en sabor, olor y apariencia con el producto fresco o con los procesados por otros medios. Se puede reconstituir fácilmente, retiene los valores nutritivos y tiene buena estabilidad de almacenamiento. (52)

En el secado, un alimento pierde su contenido de humedad, lo cual da como resultado una concentración de nutrientes en la masa restante. Las proteínas, grasa y carbohidratos están presentes en mayor cantidad, por unidad de peso en los alimentos secados, con relación en el producto fresco. (52)

Los productos alimenticios pueden ser secados en aire, vapor sobrecalentado, en vacío, en gas inerte y por la aplicación directa de calor. Generalmente se utiliza el aire como medio secador, debido a su abundancia, su conveniencia y a que puede ser controlado el sobrecalentamiento del alimento. El aire es usado para conducir el calor al alimento y para acarrear el vapor húmedo que libera éste. (43) (52)

La deshidratación tiene lugar a la transferencia de calor y la transferencia de masa. El calor es transferido al agua en el producto y el agua es evaporada. (43) (52)

### **1.3.3.1 Secador de Bandejas**

El secador de bandejas, o secador de anaqueles, consiste en un gabinete, de tamaño suficientemente grande para alojar los materiales a secar, en el cual se hace correr suficiente cantidad de aire caliente y seco. En general, el aire es calentado por vapor, pero no saturado, de modo que pueda arrastrar suficiente agua para un secado eficiente. (4) (9) (44)

Es necesario hacer notar una situación interesante de optimización de secadores. En este caso, cuando se calienta el aire con vapor, debe tomarse en cuenta varios aspectos, si nos situamos en la carta psicrométrica, el aire a utilizar, debe poseer una temperatura de bulbo húmedo alta, una entalpía alta, pero una humedad relativa baja. Puesto, que la operación de secado, como cualquier operación de transferencia, depende del tiempo de

contacto interfacial (el cual no varía notablemente en este tipo de secador debido a la variación de la velocidad del aire), el área de contacto interfacial, el gradiente de temperatura y de humedad y la resistencia. En general, en este tipo de secadores, las variables que pueden fijarse o variarse son los gradientes, he allí la importancia que el aire no entre frío ni húmedo, puesto que esto minimiza el gradiente y elimina la eficiencia del secador. (4) (52)

Esto último es cierto para todos los tipos de secadores, no obstante, es más marcado en este tipo de secador, puesto que en los demás tipos de secado, las otras variables no son tan rigurosamente fijas. (4) (14)

### 1.3.3.2 Efectos de la deshidratación en los alimentos

- **Textura** Principal causa de alteración de la calidad de los alimentos deshidratados se producen tensiones internas que producen roturas y distorsiones permanentes en las células la superficie del alimento adquiere un aspecto arrugado se produce endurecimiento superficial.
- **Redistribución de solutos** A medida que el agua se elimina los solutos se desplazan a la superficie del alimento.
- **Perdida de aroma** Por evaporación de compuestos volátiles, también por oxidación de pigmentos, vitaminas y lípidos durante el almacenamiento (baja actividad de agua) la oxidación durante el almacenamiento a baja temperatura preservando los antioxidantes naturales del alimento y adicionando antioxidantes sintéticos (ácido ascórbico).
- **Cambio de color** Por oxidación de carotenos, vitaminas y lípidos
- **Valor nutritivo** Los cambios se deben al pre-tratamiento empleado a la temperatura del proceso de deshidratación y las condiciones de almacenamiento. En general si el proceso de deshidratación es correcto se producen pocas alteraciones en las vitaminas. (4) (43)

### 1.3.4 Composición nutricional de la Guayaba

La tabla de composición de los alimentos ecuatorianos reporta los datos de la composición química de la guayaba por 100 g de la porción comestible (Tabla 5). (21)

**TABLA 5 COMPOSICIÓN NUTRICIONAL DE LA GUAYABA**

<b>Componente</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Unidad</b>
<b>Calorías</b>	60	%
<b>Humedad</b>	83.4	g
<b>Proteína</b>	1.1	g
<b>Grasa</b>	0.5	g
<b>Carbohidratos totales</b>	14.8	g
<b>Fibra</b>	4.8	g
<b>Cenizas</b>	0.8	g
<b>Calcio</b>	15	mg
<b>Fósforo</b>	21	mg
<b>Hierro</b>	0.5	mg
<b>Caroteno</b>	0.14	mg
<b>Tiamina</b>	0.03	mg
<b>Riboflavina</b>	0.03	mg
<b>Niacina</b>	1.04	mg
<b>Ácido Ascórbico</b>	192	mg

FUENTE: TABLA DECOMPOSICIÓN DE ALIMENTOS ECUATORIANOS – INUVE 1965.

Su componente mayoritario es el agua. Es de bajo valor calórico, por su escaso aporte de hidratos de carbono y menor aún de proteínas y grasas. (53)

Destaca su contenido en vitamina C; concentrada unas siete veces más que en la naranja. . La vitamina C interviene en la formación de colágeno, huesos y dientes,

glóbulos rojos y favorece la absorción del hierro de los alimentos y la resistencia a las infecciones, sin embargo los frutos muy maduros pierden vitamina C. (53)

Aporta en menor medida con vitaminas del grupo B (sobre todo niacina o B3, necesaria para el aprovechamiento de los principios inmediatos, hidratos de carbono, grasas y proteínas), también tiamina (B1), importante en el buen funcionamiento del sistema nervioso; riboflavina (B2), compuesto esencial para que los tejidos utilicen en forma adecuada el oxígeno como combustible, y niacina (B3), necesaria para que los tejidos quemem de manera eficaz los carbohidratos que producen energía. (53) (54)

Si la pulpa es anaranjada, es más rica en provitamina A (carotenos). La provitamina A o beta-caroteno se transforma en vitamina A en nuestro organismo conforme éste lo necesita. Dicha vitamina es esencial para la visión, el buen estado de la piel, el cabello, las mucosas, los huesos y para el buen funcionamiento del sistema inmunológico. Ambas vitaminas, cumplen además una función antioxidante. (53) (54)

Respecto a los minerales, destaca su aporte de potasio (aproximadamente 280 mg por 100 g), que ayuda a controlar la presión arterial, es necesario en la transmisión de impulsos nerviosos, evita calambres y contribuye en procesos mentales que permiten al cerebro estar alerta. Otros minerales contenidos en la guayaba son calcio, hierro, magnesio, sodio y zinc. (53) (54)

Su aporte de fibra es elevado por lo que posee un suave efecto laxante y previene o reduce el riesgo de ciertas alteraciones y enfermedades. (53) (54)

Los niveles de aminoácidos esenciales como el triptófano, lisina, y metionina, son muy altos y es rica en taninos. (53) (54)

#### **1.3.4.1 Ácido L-Ascórbico (Vitamina C)**

La vitamina C corresponde al grupo de las vitaminas hidrosolubles, y como la gran mayoría de ellas no se almacena en el cuerpo por un largo período de tiempo y se elimina en pequeñas cantidades a través de la orina. Por este motivo, es importante su

administración diaria, ya que es más fácil que se agoten sus reservas que las de otras vitaminas. La vitamina C es esencial para algunas reacciones metabólicas de plantas y animales y se crea por la mayoría de organismos a excepción de los seres humanos. (33)

La vitamina C se oxida rápidamente, por tanto es importante de tener cuidado al momento de exponerla al aire, calor y agua. Por ello cuanto menos calor se aplique, menor será la pérdida de contenido. (33)

### 1. CARACTERÍSTICAS

Es una sustancia de color blanco, estable en su forma seca, pero en solución se oxida con facilidad, más aún si se expone al calor. Un pH alcalino (mayor a 7), el cobre y el hierro, también aceleran su oxidación.

Su estructura química recuerda a la de la glucosa (en muchos mamíferos y plantas, esta vitamina se sintetiza a partir de la glucosa y galactosa).

Se llama con el nombre de vitamina C a todos los compuestos que poseen la actividad biológica del ácido ascórbico. En la figura 1 se muestra la estructura química del ácido ascórbico. (33)

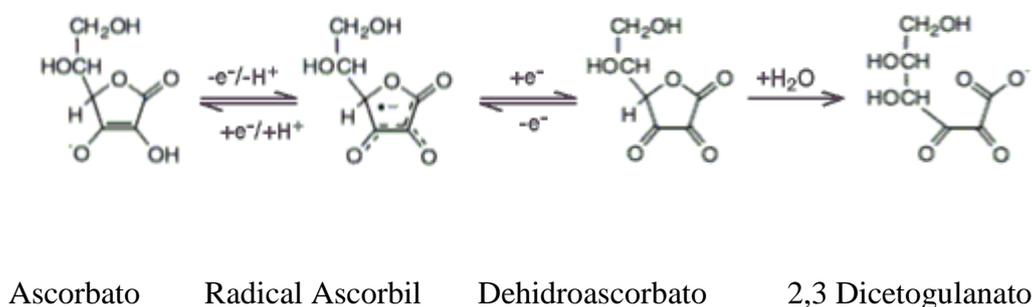


FIGURA N° 1 ESTRUCTURA QUÍMICA DEL ÁCIDO ASCÓRBICO

## 2. FUNCIONES

- Mejora la visión y ejerce función preventiva ante la aparición de cataratas o glaucoma.
- Es antioxidante, por lo tanto neutraliza los radicales libres, evitando así el daño que los mismos generan en el organismo.
- Su capacidad antioxidante hace que esta vitamina elimine sustancias tóxicas del organismo, como por ejemplo los nitritos y nitratos presentes en productos cárnicos preparados y embutidos. Los nitratos y nitritos aumentan la probabilidad de desarrollar cáncer.
- Su virtud como antioxidante nos protege ante el humo del cigarrillo, y como mejora el sistema inmune, es también utilizada en pacientes sometidos a radio y quimioterapia.
- Es antibacteriana, por lo que inhibe el crecimiento de ciertas bacterias dañinas para el organismo.
- Reduce las complicaciones derivadas de la diabetes tipo II
- Disminuye los niveles de tensión arterial y previene la aparición de enfermedades vasculares
- Tiene propiedades antihistamínicas, por lo que es utilizada en tratamientos antialérgicos, contra el asma y la sinusitis.
- Ayuda a prevenir o mejorar afecciones de la piel como eccemas o soriasis.
- Es cicatrizante de heridas, quemaduras, ya que la vitamina C es imprescindible en la formación de colágeno.

- Aumenta la producción de estrógenos durante la menopausia, en muchas ocasiones esta vitamina es utilizada para reducir o aliviar los síntomas de sofocos y demás.
- Mejora el estreñimiento por sus propiedades laxantes.
- Repara y mantiene cartílagos, huesos y dientes.
- Evita el envejecimiento prematuro (proteger el tejido conectivo, la "piel" de los vasos sanguíneos).
- Facilita la absorción de otras vitaminas y minerales.
- Evita las enfermedades degenerativas tales como arteriosclerosis, cáncer, enfermedad de Alzheimer.
- Es importante su participación en la formación del colágeno y mucopolisacáridos, ya que es necesaria junto con el  $O_2$  y el  $Fe^{+2}$  para formar hidroxiprolina e hidroxilisina (componentes del colágeno). El colágeno es una sustancia de la cual depende la integridad de todos los tejidos fibrosos, como son la piel, el tejido conjuntivo, la dentina, matriz ósea, cartílago y los tendones; en la formación de esta proteína radica su importancia como cicatrizante de heridas y fracturas.
- En modelos animales intoxicados con plomo, la vitamina C ha demostrado “efectos protectores” sobre las anomalías musculares y nerviosas inducidas por la intoxicación con plomo. En fumadores, los niveles sanguíneos de plomo disminuyen un 81% en promedio, cuando son suplementados con 1000 mg de vitamina C, mientras que 200 mg son inefectivos, sugiriendo que la vitamina C en suplementos puede ser una económica y conveniente ventaja para reducir niveles de plomo en sangre.
- Ensayos clínicos han encontrado que la vitamina C podría mejorar la cuenta, motilidad y morfología del espermatozoides en hombres infértiles. (33)

### 1.3.5 Propiedades Nutraceuticas de la Guayaba

Particularmente tiene usos medicinales en el tratamiento de problemas digestivos, catarro, tos y en afecciones de la piel. Se recomienda en casos de caries, inflamaciones, escarlatina, hemorragia vaginal, heridas, hemorroides, fiebre y deshidratación. (55)

- **Astringente** Las hojas, ramas o la corteza del árbol de guayaba preparada en infusiones, se pueden utilizar como astringentes intestinales y para dolores de estómago.
- **Tópico** El hacer gárgaras con la infusión de las hojas, es un tratamiento muy eficaz para las encías inflamadas o ulceradas y otras heridas en la boca.
- **Cicatrizante** También se pueden utilizar como compresas para la cicatrización de heridas y otras afecciones en la piel.
- **Antirreumático** Para los dolores de las articulaciones producidos por el ácido úrico se recomienda remojar durante tres horas, tres o cuatro guayabas maduras y picadas en un litro de agua previamente hervida. Esta infusión se consume durante el día, a lo largo de tres semanas a un mes.
- **Mineralizantes** Por ser rico en vitamina C y por su aporte de minerales es muy recomendable para los niños y personas debilitadas y anémicas.
- **Antigripal** Por ser una fruta más rica en vitamina C (interviene en la formación de colágeno, huesos y dientes, glóbulos rojos y favorece la absorción del hierro de los alimentos y la resistencia a las infecciones), aún más que limón, naranja o toronja, pues se calcula que en promedio 100 gramos de guayaba contienen más de 180 miligramos de esta vitamina, dosis más que suficiente para cubrir los 60 mg diarios que necesita una persona adulta. Por esta razón es el antigripal natural.
- **Desintoxicante** Se emplea para neutralizar la nicotina en el organismo de personas fumadoras que están en tratamiento para desintoxicarse, por su riqueza en vitamina C.

- **Antihipertensor** También ayuda a controlar la presión arterial, evita calambres y contribuye en procesos mentales que permiten al cerebro estar alerta, ya que cada 100 gramos de guayaba proporcionan aproximadamente 280 mg del mineral potasio.
- **Anti estrés** Sobre todo para quienes padecen constantemente de estrés, tienen las defensas disminuidas, sufren de cáncer, sida, diabetes (por su bajo índice de azúcar) o anemia, debido a que mejora la absorción del hierro hemínico y no hemínico.
- **Laxante** proporciona un suave efecto laxante. (52)

## 1.4 ENDULZANTES

### 1.4.1 STEVIA

Son hierbas y arbustos de la familia del girasol (Asteraceae), nativa de regiones subtropicales y tropicales de Suramérica y Centroamérica. Una de sus especies, *Stevia rebaudiana*, nombrada así por Moisés de Santiago Bertoni, conocida en guaraní como (hierba dulce), o, simplemente, «estevia», es ampliamente cultivada por sus hojas dulces. (8)

Las hojas de las plantas de este género tienen un dulzor más tenue al principio de su degustación y una duración más larga que los del azúcar común, aunque algunos de sus extractos pueden tener un sabor amargo o con un gusto parecido a los de las plantas de la especie *Glycyrrhiza glabra* en altas concentraciones. (8)

Por la singularidad de ser los extractos obtenidos de las plantas de este género son hasta 300 veces más dulces que el azúcar común, el género ha ido llamando la atención con la creciente demanda de alimentos con bajos contenidos de carbohidratos y azúcares.

Las investigaciones médicas que se han realizado acerca de ciertas especies del género han demostrado sus posibles beneficios en el tratamiento de la obesidad y la hipertensión arterial porque el consumo de los extractos de sus plantas tiene un efecto insignificante sobre los porcentajes de glucosa en la sangre, lo que también hace atractivos a estos para usos no medicinales como edulcorantes naturales. Sin embargo, las controversias políticas han limitado su disponibilidad en muchos países. Por ejemplo, Estados Unidos lo prohibió a principios de 1990 a menos que la etiqueta del envase lo indicara como un suplemento. Se utiliza ampliamente como edulcorante en el Japón, Chile y México producido por la empresa Iansa, y en Colombia es producido por la S. A. Incauca. Ahora está disponible en el Canadá como un suplemento dietético. También se anuncia en televisión en Francia.

Utilizada milenariamente por tribus o etnias de Sudamérica, principalmente por Paraguay, Bolivia y Argentina, existen diversas variedades que aún tienen un cultivo étnico y ecológico. (16) (25)

## **1.5 ADITIVOS ALIMENTARIOS**

Los aditivos alimenticios son cualquier sustancia o mezcla de sustancias que directa o indirectamente modifican las características físicas, químicas o biológicas de un alimento. (16) (25)

Los aditivos deben ser inocuos por sí mismos o a través de su acción; su empleo debe justificarse por razones tecnológicas, sanitarias, nutricionales o psicosensoriales necesarias y deben responder a las exigencias que establezca el código alimentario. (16) (25)

Todo aditivo alimentario que por haber sido empleado en las materias primas, u otros ingredientes de un alimento, se transfiera al alimento que se está elaborando en cantidad notable o suficiente para desempeñar una función tecnológica, debe ser incluido en la lista de ingredientes (16) (25)

### 1.5.1 AROMATIZANTES

Los aromatizantes son aquellas sustancias que proporcionan sabor a los alimentos, modificando sus características organolépticas y haciendo que se vuelvan más dulces, agrios, salados, ácidos. En la preparación de alimentos se emplean mucho porque son sustancias que aportan un determinado aroma para modificar el sabor u olor de los productos alimenticios o enmascararlos. (16) (25)

### 1.5.2 ESTABILIZANTES

Los estabilizantes son responsables de dar y mantener una textura determinada en alimentos como los batidos, los helados o las salsas. La esencia de este aditivo reside en su capacidad para mezclar ingredientes que no lo harían de forma natural, como la grasa y el agua. Espesantes o gelificantes forman parte del grupo de estabilizadores más utilizados. Como todos los aditivos, antes de ser aprobados, se someten a rigurosos controles que acreditan su inocuidad. (46)

## 1.6 MADURACIÓN DE LAS FRUTAS

Los distintos productos tienen distintas curvas de crecimiento, son sigmoideas. Hay una maduración organoléptica y otra fisiológica que es cuando madura el fruto. La maduración organoléptica se asocia a frutas y se llama “ripening”, que es la madurez comercial.

La madurez está relacionada con la vida de almacenamiento también con el crecimiento de la fruta, respiración climática, respiración no climática, etc. (16)

### 1.6.1 Determinación de la madurez

Existen distintas medidas para conocer la madurez de un fruto:

- Días desde la floración: cada fruto tiene un número de días desde la caída de los pétalos hasta la maduración, pero puede variar con el clima, altura, latitud, etc.

- Unidades de calor: cada fruto necesita X °C / día para que madure, así cuando acumula el calor necesaria ya ha madurado. Cada fruto tiene una temperatura mínima a la cual se desarrolla y esto nos ayuda a saber su maduración.
- Color de la pulpa o de la piel: se ve que con el cambio de color va a madurar el fruto, esto es según se va modificando es que va madurando. Otros frutos desarrollan un color de fondo típico. A parte de la vista para detectar ese cambio de color se pueden utilizar aparatos como el colorímetro Hunter.
- Color de semillas: cuando el 75% de las semillas están de color bastante oscuro el fruto está maduro. El inconveniente de esta técnica es que he de partir el fruto luego es una medida destructiva.
- Facilidad de desprendimiento del fruto: si el fruto se desprende fácilmente es que está maduro. A mayor resistencia menor madurez.
- Tamaño, peso y densidad: por ejemplo la patata está muy relacionada con su cantidad de almidón
- Dureza de la fruta: a medida que el fruto madura las sustancias pépticas se degradan, por lo que el producto se reblandece, así a mayor dureza menor maduración. Para valorar la dureza se utiliza la penetrometría, por la cual se introduce una aguja gruesa con cierta presión en el fruto. Según la resistencia que ponga el fruto se darán unos u otros datos en el ordenador. También lo que se puede utilizar es un texturómetro.
- Índices químicos de madurez:

Contenido en almidón: hay una reacción con el yodo que produce una coloración

Contenido en acidez: a mayor madurez menor contenido en ácidos.

Contenido en azúcares: se mide los grados Brix, es decir la cantidad de azúcares que hay. Para ello se usa el refractómetro. (16)

$$\text{Índice de madurez (IM)} = \text{° Brix} / \text{acidez}$$

- Medida de los gases internos: cromatografía de gases: medir el CO<sub>2</sub> o el etileno del fruto.

Con el transcurso del tiempo se van a dar cambios físico-químicos que van a hacer el fruto más comestible, apetecible, etc. Durante la maduración se van repitiendo los parámetros y se da una disminución de la clorofila, del pH, de la respiración, y más. Una excepción es la piña, porque en su maduración se da un aumento de ésteres, carotenos y además aumenta la acidez. (21)

## **1.7 ANÁLISIS PROXIMAL Y/O BROMATOLÓGICO**

Entendemos por Análisis Básico (proximal), la determinación conjunta de un grupo de sustancias estrechamente emparentadas. Comprende la determinación del contenido de agua, proteína, grasa (extracto etéreo), cenizas y fibra; las sustancias extractables no nitrogenadas (ELN) se determinan por cálculo restando la suma de estos 5 componentes de 100%, para subrayar que se trata de grupos de sustancias más o menos próximas y no de compuestos individuales, los analistas suelen usar el término bruta y/o cruda detrás de proteína grasa o fibra. (3) (29)

Dar valor de uno de estos parámetros definidos a continuación , significa que se da el valor de la medición realizada conforme al método que, aunque pueda diferir en ocasiones de la realidad, permite obtener valores homogéneos y reproducibles que permiten la comparación entre diversos alimentos. (3) (29)

### **1.7.1 DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD**

La densidad es una medida utilizada por la física y la química para determinar la cantidad de masa contenida en un determinado volumen. La ciencia establece dos tipos de densidades. La densidad absoluta o real que mide la masa por unidad de volumen, y es la que generalmente se entiende por densidad. Se calcula con la siguiente fórmula:

$$\text{Densidad} = \text{masa} / \text{volumen.}$$

Por otro lado, también existe la densidad relativa o gravedad específica que compara la densidad de una sustancia con la del agua; está definida como el peso unitario del material dividido por el peso unitario del agua destilada a 4°C. Se calcula con la siguiente fórmula: Densidad relativa = densidad de la sustancia / densidad del agua. A la hora de calcular una densidad, se da por hecho que es la densidad absoluta o real, la densidad relativa sólo se utiliza cuando se pide expresamente. (17)

### 1.7.2 DETERMINACIÓN DE HUMEDAD

El contenido de humedad de los alimentos es de gran importancia por muchas razones científicas, técnicas y económicas (Comité de Normas alimentarias, 1979), pero su determinación precisa es muy difícil. El agua se encuentra en los alimentos esencialmente en dos formas, como agua enlazada y como agua disponible o libre; el agua enlazada incluye moléculas de agua unidas en forma química, o a través de puentes de hidrógeno a grupos iónicos o polares, mientras que el agua libre es la que no está físicamente unida a la matriz del alimento y se puede congelar o perder con facilidad por evaporación o secado. Puesto que la mayoría de los alimentos son mezclas heterogéneas de sustancias, contienen proporciones variables de ambas formas. (3) (29)

En la mayoría de las industrias alimentarias la humedad se suele determinar a diario. Los niveles máximos se señalan frecuentemente en las especificaciones comerciales.

Existen para esto varias razones, principalmente las siguientes:

- El agua si está presente por encima de ciertos valores, facilita el desarrollo de microorganismos.
- El agua es el adulterante por excelencia para ciertos alimentos como leche, quesos, mantequilla, entre otros.
- Los materiales pulverulentos se aglomeran en presencia de agua. Por ejemplo la sal, azúcar.
- La cantidad de agua puede afectar la textura. Ejemplo carnes curadas.

- La determinación del contenido de agua representa una vía sencilla para el control de la concentración en las distintas etapas de la fabricación de alimentos. (35)  
(36)

### 1.7.3 DETERMINACIÓN DE CENIZAS

El concepto de residuo de incineración o cenizas se refiere al residuo que queda tras la combustión (incineración) completa de los componentes orgánicos de un alimento en condiciones determinadas, una vez que se eliminan otras impurezas posibles y partículas de carbono procedentes de una combustión incompleta, este residuo se corresponde con el contenido de minerales del alimento. (8)

La determinación de cenizas es importante porque:

- Nos da el porcentaje de minerales presentes en el alimento.
- Permite establecer la calidad comercial o tipo de harina.
- Da a conocer adulteraciones en alimentos, en donde se ha adicionado sal, talco, yeso, cal, carbonates alcalinos, etc., como conservadores, material de carga, auxiliares ilegales de la coagulación de la leche para quesos, neutralizantes de la leche que empieza a acidificarse, respectivamente.
- Establece el grado de limpieza de materias primas vegetales (exceso de arena, arcilla).
- Sirve para caracterizar y evaluar la calidad de alimentos. (8)

### 1.7.4 DETERMINACIÓN DE FIBRA

La fibra cruda o bruta representa la parte fibrosa e indigerible de los alimentos vegetales, químicamente está constituida por compuestos poliméricos fibrosos carbohidratados (celulosa, hemicelulosa, pectinas, gomas, mucílagos) y no carbohidratados (lignina, polímero del fenilpropano). El organismo humano carece de sistemas enzimáticos que degradan estos polímeros y por ello aparecen inalterados en el intestino grueso (colon)

ejerciendo una acción reguladora del peristaltismo, además facilitando la evacuación de las heces fecales. (14)

El AOAC define a la fibra cruda como “la porción que se pierde tras la incineración del residuo seco obtenido después de digestión ácida-alcalina de la muestra seca y desengrasada en condiciones específicas”. La fibra contribuye a la textura rígida, dura y a la sensación de fibrosidad de los alimentos vegetales. (14)

### 1.7.5 DETERMINACIÓN DE PROTEÍNA

Entre todos los compuestos químicos, las proteínas deben considerarse ciertamente como los más importantes, puesto que son las sustancias de la vida.

Las proteínas son necesarias para la formación y renovación de los tejidos. Los organismos que están en período de crecimiento necesitan un adecuado suministro de proteínas para su aumento de peso.

Las proteínas de los alimentos contienen aminoácidos que tienen varios grupos funcionales, por lo que muestran una amplia variedad de reacciones químicas. Debido a que los alimentos contienen mezclas de proteínas, los métodos directos para la estimación de proteínas deben ser calibrados contra un método estándar de referencia para nitrógeno, por ejemplo, el procedimiento de Kjeldhal. (14)

### 1.7.6 EXTRACTO ETÉREO

Los cuerpos grasos o lípidos son mezclas de esteres resultantes de la combinación de glicerina con los ácidos grasos superiores, principalmente el palmítico, oleico y esteárico. Son pocos los cuerpos grasos en cuya composición intervienen, en cantidad considerable, los ácidos grasos inferiores (mantequilla, por ejemplo). (14)

Los lípidos son insolubles en el agua y menos densos que ella. Se disuelven bien en disolventes no polares, tales como el éter sulfúrico, sulfuro de carbono, benceno, cloroformo y en los derivados líquidos del petróleo. Se encuentran lípidos, tanto en vegetales como en los animales. Muchos vegetales acumulan considerables cantidades de lípidos en los frutos y semillas. Los animales tienen grasa en las diferentes partes de su cuerpo, especialmente entre la piel y los músculos, en la médula de los huesos y alrededor de las vísceras. (14)

Hay lípidos sólidos, denominados grasas, y líquidos denominados aceites. El término grasa se emplea para aquellas mezclas que son sólidas o semisólidas a temperatura ambiente, en tanto que el término aceite se aplica a mezclas que son líquidas a temperatura ambiente.

Los lípidos desempeñan diversas funciones biológicas importantes, actuando:

- 1) Como componentes estructurales de las membranas,
- 2) Como formas de transporte y almacenamiento del combustible catabólico,
- 3) Como cubierta protectora sobre la superficie de muchos organismos, y
- 4) Como componentes de la superficie celular relacionados con el reconocimiento de las células, la especificidad de especie y la inmunidad de los tejidos.

El contenido en lípidos libres, los cuales consisten fundamentalmente de grasas neutras (triglicéridos) y de ácidos grasos libres, se puede determinar en forma conveniente en los alimentos por extracción del material seco y reducido a polvo con una fracción ligera del petróleo o con éter dietílico en un aparato de extracción continua. Se dispone de éstos en numerosos diseños, pero básicamente son de dos tipos el tipo Bolton o Bailey-Walker y el tipo Soxhlet. (14)

### 1.7.7 EXTRACTO LIBRE NO NITROGENADO

Eminentemente energético, son sustancias que producen calor y energía de movimiento. Lo componen los azúcares y en particular la fibra, el almidón o fécula, se determina por cálculo restando la suma de los 5 componentes restantes como son: proteína, fibra, cenizas, grasa, y humedad. (14)

### 1.7.8 PH

La acidez medida por el valor de pH, junto con la humedad son, probablemente, las determinaciones que se hacen con más frecuencia. El pH es un buen indicador del estado general del producto ya que tiene influencia en múltiples procesos de alteración y estabilidad de los alimentos, así como en la proliferación de microorganismos.

Se puede determinar colorimétricamente mediante los indicadores adecuados, pero, para su mayor exactitud, se ha de recurrir a métodos eléctricos mediante el uso de pH-metros. (20)

### 1.7.9 ACIDEZ

La acidez de una sustancia es el grado en el que es ácida. La escala más común para cuantificar la acidez o la basicidad es el pH, que sólo es aplicable para disolución acuosa. Sin embargo, fuera de disoluciones acuosas también es posible determinar y cuantificar la acidez de diferentes sustancias.

En alimentos el grado de acidez indica el contenido en ácidos libres. Se determina mediante una valoración (volumetría) con un reactivo básico. El resultado se expresa como el % del ácido predominante en el material.

La acidez de una sustancia se puede determinar por métodos volumétricos, es decir, midiendo los volúmenes. (14)

## 1.8 ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO

El conocimiento de la microbiología es la base para el manejo adecuado de los productos alimenticios. Así pues el estudio del número y tipo de microorganismos presentes en un alimento depende de:

- Conocer la fuente de contaminación del producto en exámenes
- Evaluar las condiciones higiénicas de trabajo en las que se procesan o preparan los alimentos.
- Detectar la posible presencia de flora patógena que causa problemas de salud en el consumidor.
- Establecer en qué momento se producen fenómenos de alteración en los distintos, alimentos, con el propósito de delimitar su período de conservación.
- Y si bien el desarrollo microbiano desenfrenado y sus productos indeseables ocasionan problemas al dañar nuestros alimentos, los microorganismos también se usan benéficamente para producir alimentos y bebidas de alto valor gastronómico.

### 1.8.1 LEVADURAS Y MOHOS

Las levaduras y los mohos crecen más lentamente que las bacterias en los alimentos no ácidos que conservan humedad y por ello pocas veces determinan problemas en tales alimentos. Sin embargo, en los alimentos ácidos y en los de baja actividad de agua, crecen con mayor rapidez que las bacterias, determinando por ello importantes pérdidas por la alteración de frutas frescas y jugos, vegetales, quesos, productos cerealícolas, alimentos salazonados y encurtidos, así como en los alimentos congelados y en los deshidratados, cuyo almacenamiento se realiza en condiciones inadecuadas. Además, existe el peligro de producción de micotoxinas por parte de los mohos, que se les considera causantes de la aparición de cáncer en el organismo humano. (3)

Las levaduras crecen más rápidamente que los mohos, pero con frecuencia junto a ellos. Mientras que los mohos son casi siempre aerobios estrictos, las levaduras generalmente crecen tanto en presencia como en ausencia de oxígeno, aunque con mayor rapidez y hasta poblaciones más elevadas en presencia de este gas. La fermentación es completamente un proceso anaeróbico. (3)

Únicamente cuando el alimento contiene cifras elevadas de levaduras o mohos visibles, el consumidor se dará cuenta de la alteración. La alteración por levaduras no constituye un peligro para la salud. (3)

## **1.9 EVALUACIÓN SENSORIAL**

La evaluación sensorial se centra en todos los sentidos, a pesar de que se entienda comúnmente que es tan sólo el sabor el único involucrado

La Evaluación sensorial se trata del análisis normalizado de los alimentos que se realiza con los sentidos. La evaluación sensorial se emplea en el control de calidad de ciertos productos alimenticios, en la comparación de un nuevo producto que sale al mercado, en la tecnología alimentaria cuando se intenta evaluar un nuevo producto. (18)

El Análisis Sensorial o Evaluación Sensorial es una disciplina científica usada para evocar, medir, analizar e interpretar las reacciones a aquellas características de los alimentos que se perciben por los sentidos de la vista, el oído, el olfato, el gusto y el tacto, por lo tanto, la Evaluación Sensorial no se puede realizar mediante aparatos de medida, el "instrumento" utilizado son personas. La palabra sensorial se deriva del latín *sensus*, que quiere decir sentido. (16)

El análisis sensorial es un auxiliar de suma importancia para el control y mejora de la calidad de los alimentos ya que a diferencia del análisis físico - químico o microbiológico, que solo dan una información parcial acerca de alguna de sus propiedades, permite hacerse una idea global del producto de forma rápida, informando su grado de aceptación o rechazo. (16).

### **1.9.1 Atributos sensoriales**

- Gusto y sabor
- Aroma y olor
- Color y apariencia

#### **1.9.1.1 Gusto y sabor**

Se entiende por gusto a la sensación percibida a través del sentido del gusto, localizado principalmente en la lengua y cavidad bucal. Se definen cuatro sensaciones básicas: ácido, salado, dulce y amargo. (16)

El resto de las sensaciones gustativas proviene de la mezcla de estas cuatro, en diferentes proporciones que causan variadas interacciones.

Se define por sabor como la percepción percibida a través de las terminaciones nerviosas de los sentidos del olfato y gusto principalmente, pero no debe desconocerse la estimulación simultánea de los receptores sensoriales de presión, y los cutáneos de calor, frío y dolor. (16)

#### **1.9.1.2 Aroma y olor**

Olor es la sensación producida al estimular el sentido del olfato.

Aroma es la fragancia del alimento que permite la estimulación del sentido del olfato, por eso en el lenguaje común se confunden. (16)

### **1.9.1.3 Color y apariencia**

El color que percibe el ojo depende de la composición espectral de la fuente luminosa, de las características físicas y químicas del objeto, la naturaleza de la iluminación base y la sensibilidad espectral del ojo. Todos estos factores determinan el color que se aprecia:

Longitud de onda, intensidad de luz y grado de pureza.

El sentido de la visión es estimulado por impresiones luminosas o radiantes que pueden provenir de grandes distancias, éstas pasan por las lentes de los ojos y son enfocadas como imágenes en la retina. (16)

La visión es de importancia fundamental para la evaluación de aspecto y color.

El color adquiere importancia como índice de madurez y/o deterioro, por lo que constituye un parámetro de calidad.

El consumidor espera un color determinado para cada alimento, cualquier desviación de este color puede producir disminución en la demanda, además es importante para la sensación gustativa y olfativa.

Se puede afirmar que la visión es el primer sentido que interviene en la evaluación de un alimento, captando todos los atributos que se relacionan con la apariencia: aspecto, tamaño, color, forma, defectos, etc. (16)

### **1.9.2 PRUEBAS AFECTIVAS O HEDÓNICAS**

Son aquellas en las cuales el juez expresa su reacción subjetiva ante el producto, indicando si le gusta o le disgusta, si lo acepta o lo rechaza, o si lo prefiere a otro. Entre las pruebas afectivas se encuentran las de preferencia, medición del grado de satisfacción y las de aceptación.

Los ensayos afectivos o hedónicos son, en general, una etapa previa en todo programa de análisis sensorial, suministrando:

- Información preliminar sobre el mercado de consumo

- Preferencias y necesidades de los consumidores
- Actitud de los consumidores ante un producto nuevo
- Actitud de los consumidores ante un producto de características modificadas (16)

## **1.10 EVALUACIÓN BIOLÓGICA DE LA PROTEÍNA DEL SUPLEMENTO**

Cuando se habla de proteínas hay que tomar en cuenta dos aspectos básicos: la cantidad y la calidad. La cantidad de proteína es el cálculo que se lo hace a través del análisis proximal; sin embargo esta cantidad no es tan importante como la eficiencia con la que el cuerpo puede utilizar las proteínas ingeridas. Esto lleva al segundo punto, el de la calidad de la proteína de quinua, y aquí se trata de la superioridad en contenido de aminoácidos esenciales. (4) (20)

Por ello la calidad nutritiva de una proteína, se define como la capacidad de ésta o de una mezcla de ellas para cubrir los requerimientos de un individuo (4); depende fundamentalmente de la composición de aminoácidos y de la biodisponibilidad de los mismos. Para medir la calidad proteica de un alimento, existen métodos químicos, biológicos y microbiológicos. Dentro de los biológicos se han usado, y se siguen usando, el coeficiente de eficacia proteica (PER), el valor biológico (VB) y la utilización neta proteica (NPU). (20)

### **1.10.1 COEFICIENTE DE EFICACIA PROTEICA**

Es un índice que se utiliza para determinar la calidad proteica en función del aumento de peso del animal, es el método más simple de evaluar el valor nutritivo de una proteína, mide la tasa de crecimiento de animales jóvenes alimentados con una dieta sometida a prueba y relaciona el peso ganado en gramos con la proteína ingerida en gramos. (2) (20)

$$\mathbf{PER} = \text{Peso ganado (g)} / \text{Proteína ingerida (g)}$$

### **1.10.1.1 Las ratas (*Rattus norvegicus*)**

Comúnmente se usan para la investigación tres estirpes exogámicas de ratas de laboratorio: Wistar de Filadelfia, los datos fisiológicos más importantes a tomarse en cuenta dentro de un estudio de investigación enfocado al estudio de la eficiencia del coeficiente proteico son:

- Consumo de agua: 24-60 ml por día ó 10-12 por cada 100 g de peso corporal diariamente
- Consumo de alimento: 15-30 g por día ó 5- 6 g por cada 100 g de peso corporal diariamente.
- Heces: Las heces deben ser una masa dura y alargada de color marrón oscuro con extremos redondeados.
- Orina: La orina de la rata debe ser transparente y amarilla.

Para este estudio se requiere ratas destetadas de aproximadamente 21 días de nacidas y con un peso no mayor a 65 g. (20)

## CAPÍTULO II

### 2 PARTE EXPERIMENTAL

#### 2.1 LUGAR DE INVESTIGACIÓN

La investigación se llevó a cabo en los siguientes laboratorios de la Facultad de Ciencias de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo: Alimentos, Bioquímica, Química industrial, Microbiología, Química Instrumental y el laboratorio del Centro de Servicios Técnicos y Transferencia de Tecnología Ambiental. CESTTA-ESPOCH

#### 2.2 MATERIALES, EQUIPOS Y REACTIVOS

##### 2.2.1 MATERIAL VEGETAL

- La quinua (*Chenopodium quinoa*) procedente de las Escuelas Radiofónicas del Ecuador (Supermercado Camari)
- La guayaba (*Psidium guajava*) proveniente del Mercado Mayorista de San Pedro de Riobamba.

##### 2.2.2 EQUIPOS

- Autoclave
- Balanza analítica
- Balanza de precisión
- Bomba de vacío (Ruchi)
- Cabina extractora de gases

- Cámara Fotográfica
- Computadora
- Cronómetro
- Dean Stark
- Densímetro
- Desecador
- Digestor de vidrio
- Equipo Kjeldhal
- Equipo Soxhlet
- Espectrofotómetro
- Estufa
- HPLC
- Mufla
- pHmetro
- Refrigeradora
- Reloj
- Selladora

### 2.2.3 MATERIALES

- Bureta
- Cápsulas de porcelana
- Crisoles de porcelana
- Espátula
- Matraces volumétricos
- Papel filtro
- Probeta graduada
- Pinza de bureta
- Pipetas volumétricas
- Pizetas
- Secador de bandejas
- Soporte Universal

## 2.2.4 REACTIVOS

- Ácido Bórico
- Ácido Clorhídrico
- Ácido Fosfórico
- Ácido Sulfúrico
- Ácido Tricloro Acético
- Agua Bidestilada, desionizada
- Alcohol n-amílico
- Azul de metileno
- Éter etílico
- Hidróxido de Sodio
- Lentejas de Zinc metálico
- Metanol
- Rojo de metilo
- Solución de Fehling A y B
- Sulfato de sodio

## 2.3 MÉTODOS

### 2.3.1 FASE EXPERIMENTAL

#### 2.3.1.1 Gelatinización del almidón de quinua

##### 1. PRINCIPIO

Si se calienta una suspensión de almidón en agua, los enlaces de hidrógeno que mantienen unido el grano se rompen. El agua empapa el almidón y el grano se hincha y puede estallar. Este proceso se llama gelatinización. La temperatura de

gelatinización es aquella en la que se produce la hinchazón de todos los granos de almidón.

En esta etapa hay un repentino incremento de la viscosidad (consistencia) de la suspensión; esto puede utilizarse como indicador de que se ha alcanzado la temperatura de gelatinización de la suspensión del almidón.

El almidón se hace más digestible por la gelatinización, puesto que las moléculas no se encuentran ya tan estrechamente agrupadas y las enzimas digestivas pueden entonces llegar al interior del grano de almidón.

## **2. PROCEDIMIENTO**

- Calentar 10 o 15 mL de la suspensión de almidón (5 u 8%) en un tubo de ensayo (o en un vaso de 250 mL) hasta alcanzar los 50°C, con agitación continua. Mantenerlo así unos pocos minutos y retirar el tubo de ensayo.
- Enfriar y poner una gota de la suspensión en un portaobjetos.
- Observar al microscopio, añadir solución de lugol, observar el color y anotar.
- Volver a poner el tubo con la suspensión de almidón en el baño de agua, ahora hasta 55°C y repetir la observación al microscopio.
- Repetir la prueba a 60°C, 65°C, 70°C, 75°C, 80°C, 85°C, 90°C.
- Examinar todos los portaobjetos y comparar su estructura, observar la hinchazón de los granos a cada temperatura, así como cualquier característica de los mismos que pudiera apreciarse.
- Dibujar las series de esquemas que muestren el efecto del calor en las suspensiones de almidón.
- Anotar la temperatura después de la cual no se produce más hinchazón de los granos de almidón, es decir la temperatura de gelatinización, tomar una cantidad del almidón gelatinizado y añadir solución de lugol, observar la coloración y anotar (en caso positivo en la temperatura de gelatinización habrá un cambio de color rojizo a azul verdoso).

### **2.3.1.2 Solubilidad del almidón de quinua: (Yúfera E.)**

#### **1. PRINCIPIO**

Cuando el almidón se somete a calentamiento, una vez alcanzada la temperatura de gelatinización o temperatura crítica, el gránulo pierde su estructura organizada, y ya no se observan las cruces de polarización.

#### **2. PROCEDIMIENTO**

Para lograr la solubilidad del almidón de la quinua se llevó a cabo dos procedimientos, uno por vía húmeda y otro por vía seca, con diferentes condiciones cada una para así finalmente determinar el mejor tratamiento.

##### **- Tratamiento por vía Húmeda.**

Las muestras previa desaponificación, se colocaron en un tamiz metálico ubicado en una marmita con agua a ebullición, cuidando que el agua no tenga contacto con la base del tamiz y las muestras; se probaron diferentes tiempos desde 30, 35, 40, 45,50, 60, y 70 minutos, luego a cada muestra se realiza un secado en estufa a 70°C por 20 minutos.

##### **- Tratamiento por vía Seca**

Las muestras previa desaponificación, se colocaron en una estufa con humedad relativa controlada, a una temperatura de 150°C, y se ensayaron diferentes tiempos desde 30, 35, 40, 45,50, 60, y 70 minutos.

##### **- Pruebas para establecer la solubilidad del almidón tratado térmicamente**

Las muestras tratadas térmicamente por vía húmeda y/o seca se colocan en tubos de ensayo con agua destilada fría se agita y se calientan en baño maría

observándose su solubilidad, y añadiendo solución de lugol se anota la coloración producida. Estableciéndose el tratamiento térmico óptimo.

### **2.3.1.3 Determinación del índice de maduración (Norma técnica colombiana)**

#### **Principio**

Con el transcurso del tiempo después de la recolección del fruto, se presentan cambios físico-químicos que van a hacerlo más comestible, apetecible, etc. Durante la maduración se van repitiendo los parámetros y se da una disminución de la clorofila, del pH, de la respiración, y más. (30)

#### **Procedimiento**

- Se mide los ° Brix, colocando una gota de la muestra filtrada en el refractómetro para leer
- Se determina la acidez, para ello se pesa una cantidad de muestra (previamente realizado el desmuestre), comprendida entre 5 a 10 g y colocar en un erlenmeyer de 250 mL.
- Añadir agua destilada 50 a 100 mL y agitar por dos minutos, tomar el pH dejar en reposo un minuto.
- Titular con NaOH N/10 en presencia de solución indicadora de fenolftaleína hasta coloración rosa persistente (si la muestra es coloreada titular potenciométricamente hasta pH 8,4)

$$\text{Índice de madurez (IM)} = \text{° Brix} / \text{acidez}$$

### **2.3.1.4 Deshidratación de la guayaba: (Guaygua G.)**

Para la deshidratación se utilizó un secador de bandejas de capacidad de 3 Kg cada una. Una vez que se lavaron las guayabas con un índice de maduración apropiado, se las secó, se retiró la piel (cáscara) y se mantuvo las semillas, -porque allí hay una cantidad significativa de ácidos grasos esenciales importantes en la complementación de la dieta diaria-, seguidamente se cortó en rodajas delgadas y se ubicaron en las bandejas; para el efecto se sometió a una temperatura de 70 °C, en un tiempo de 8 horas, que son las

condiciones establecidas por Guaygua G. (2010 “Efecto de la deshidratación en secador de bandejas sobre el valor nutritivo de dos variedades de guayaba (*Psidium guajava*)”), resaltando que utilizó la fruta desmondada y despepitada. (30)

### **2.3.1.5 Selección de aditivos y sus concentraciones: (Ponce E.)**

#### **1. PRINCIPIO**

La aceptación de un alimento depende de muchos factores, entre los que destacan sus propiedades sensoriales como el color, aspecto, el sabor, el aroma, la textura, y hasta el sonido que se genera durante la masticación en caso de los alimentos sólidos, están en mínimas concentraciones, pero tienen efecto fundamental en la calidad y aceptación de los alimentos. (16)

#### **2. PROCEDIMIENTO**

##### **- Elección del aromatizante y su concentración**

Se realizaron varias pruebas con diferentes aromatizantes naturales y artificiales: canela en polvo, etilvainillina, vainillina y aromatizante de vainilla; cada uno a diferentes concentraciones, considerando las cantidades máximas permitidas para alimentos por el Codex alimentario y la NTE INEN 2074 (Anexo 7).

##### **- Elección del estabilizante y su concentración**

Se utilizaron con la finalidad de dar estabilidad a la mezcla del suplemento en líquido, se probaron: dihidroximetilcelulosa, y Carboximetilcelulosa + celulosa microcristalina, a diferentes concentraciones de acuerdo a la NTE INEN 2074 y a la ficha técnica correspondiente. (Anexo 7)

- **Concentración adecuada de estevióside**

El poder edulcorante se mide subjetivamente tomando como base de comparación la sacarosa, a la que se le da un valor arbitrario de 1-100, es decir se prepara la sacarosa y el estevióside en 100 mL de agua, a diferentes concentraciones (0,25; 0,5; 1; y 1,25 %), y a través de la degustación se determina que concentración da el dulzor adecuado para el suplemento alimenticio, comparando las concentraciones de sacarosa frente a las del estevióside. (2)

**2.3.1.6 Pruebas de degustación**

**1. PRINCIPIO**

La evaluación sensorial de los productos alimentarios es un aspecto relevante del análisis general y de ellos derivan estudios de aceptación de un determinado producto. (42)

**2. PROCEDIMIENTO**

Para la evaluación sensorial se utilizó un test descriptivo que permitió evaluar las cuatro formulaciones del suplemento alimenticio, de acuerdo a una escala de calidad, el test constó de 5 preguntas (Anexo 1), la degustación se practicó en 25 personas de los dos sexos, donde cada una a través de los órganos de los sentidos: vista, olfato, y gusto manifestó en las encuestas las reacciones que produjo el suplemento. (24) (Anexo 7)

**2.3.1.7 Proceso de elaboración del suplemento a base del 70%, u 80% de quinua tratada térmicamente con el 30 %, ó 20% de guayaba deshidratada.**

**1. INGREDIENTES**

Para la elaboración del suplemento se utilizó lo siguiente:

- Quinoa tratada térmicamente (vía seca), molida y tamizada (212 µm)
- Guayaba deshidratada en polvo y tamizada (212 µm)
- Stevia (endulzante)
- Aromatizante de vainilla
- Carboximetilcelulosa + celulosa microcristalina

**2. PROCEDIMIENTO**

1. Establecer cuatro formulaciones para el suplemento:

**TABLA N° 6. FORMULACIONES DEL SUPLEMENTO ALIMENTICIO**

FÓRMULAS	INGREDIENTES				
	QUINUA	GUAYABA	ADITIVOS		
			Aromatizante*	Estabilizante**	Edulcorante***
F <sub>1</sub> (VERDE)	70%	30%	-	+	+
F <sub>2</sub> (ROSADA)	80%	20%	-	+	+
F <sub>3</sub> (NARANJA)	70%	30%	+	+	+
F <sub>4</sub> (AMARILLA)	80%	20%	+	+	+

\* Aromatizante de vainilla

\*\* Hidroximetilcelulosa+ celulosa microcristalina

\*\*\* Estevióside

(+) Presencia

(-) Ausencia

2. Aplicar el tratamiento térmico por vía seca a la quinua en grano.
3. Moler la quinua hasta un tamaño de partícula adecuado.

4. Pasar el polvo de la quinua por un tamiz estandarizado ISO 565, para lograr partículas de 212  $\mu\text{m}$ , y conservar en recipiente hermético.
5. Deshidratar la guayaba desmondada previamente pesada, en el secador de bandejas a las condiciones establecidas por Guaygua G. (30).
6. Moler la guayaba deshidratada.
7. Pasar el polvo de la guayaba por un tamiz estandarizado ISO 565, para lograr partículas de 212  $\mu\text{m}$ , y conservarla en recipiente hermético.
8. Mezclar la quinua, guayaba, estevia, aromatizante y estabilizante en las proporciones establecidas en las formulaciones (Tabla N° 6), de manera que el producto resulte homogéneo.
9. Envasar en fundas de aluminio, sellar y colocar en sus respectivas cajas, para su conservación.
10. Realizar una evaluación sensorial del producto en sus cuatro formulaciones (Color, Olor, Sabor, Textura).

### **2.3.1.8 Análisis bromatológico del suplemento alimenticio con mayor aceptabilidad**

#### **1. DETERMINACIÓN DEL PH NTE INEN 389**

##### **Principio**

- Si la muestra corresponde a productos densos o heterogéneos, homogenizarla con ayuda de una pequeña cantidad de agua (recientemente hervida y enfriada) con agitación.
- Colocar en el vaso de precipitación aproximadamente 10g de la muestra preparada, añadir 100mL de agua destilada (recientemente hervida y enfriada) y agitar suavemente.
- Si existen partículas en suspensión, dejar en reposo el recipiente para que el líquido se decante.
- Determinar el pH introduciendo los electrodos del potenciómetro, en el vaso de precipitación con la muestra, cuidando que estos no toquen las paredes del recipiente ni las partículas sólidas.

## 2. DETERMINACIÓN DE ACIDEZ NTE INEN 381

### Principio

- Pesar entre 5 a 10g de muestra en un erlenmeyer de 250 mL.
- Añadir de 25 a 50 mL de agua destilada y agitar.
- Colocar de 3 a 4 gotas de solución indicadora de fenolftaleína y titular con NaOH N/10 hasta un color rosa persistente. (10)

### Cálculos

$$A = V \times N \times Eq. / 10 \times p$$

En donde:

A= acidez en g /100g (%)

V= volumen del álcali empleado por la muestra en mL

N= normalidad de álcali empleado

Eq= Equivalente químico del ácido representativo de la muestra.

p= peso de muestra en g

## 3. DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD BADUIS

### Principio

La densidad (símbolo  $\rho$ ) siendo una magnitud escalar referida a la cantidad de masa contenida en un determinado volumen de una sustancia, se expresa como la masa del suplemento alimenticio dividida por el volumen que ocupa en el líquido (agua). (9)

### Procedimiento

- Tarar un picnómetro previamente

- Pesar el picnómetro vacío
- Pesar el picnómetro con el suplemento alimenticio, previa disolución en agua.

### **Cálculos**

$$m = (m_2 - m_1)$$

$$\rho = \frac{m}{V}$$

### **Dónde**

$m_2$  = masa del picnómetro con la muestra

$m_1$  = masa del picnómetro vacío

$\rho$  = densidad

$m$  = masa de la muestra

$V$  = volumen del líquido en el que esta diluida la muestra

## **4. DETERMINACIÓN DE HUMEDAD (Método de desecación en estufa de aire caliente)**

### **Principio**

Secar la muestra en la estufa a 103 °C hasta peso constante.

### **Procedimiento**

- Tarar la cápsula de porcelana previamente.
- Pesar 5 g de muestra (Previamente realizado su desmuestra) en un vidrio reloj.
- Colocar en la estufa a 103°C ±3°C por un lapso de 3 horas.
- Enfriar en el desecador hasta temperatura ambiente y pesar.
- La determinación debe realizarse por duplicado.

**Cálculos:**

$$\text{HUMEDAD (\%)} = \{(m_1 - m_2) / (m_1 - m)\} \times 100$$

$$\% \text{ SS} = 100 - \% \text{ HUMEDAD}$$

**Dónde:**

SS = Sustancia seca en porcentaje en masa

m = Masa de la cápsula en g

m<sub>1</sub> = Masa de cápsula con la muestra en g

m<sub>2</sub> = Masa de la cápsula con la muestra después del calentamiento en g

**5. DETERMINACIÓN DE CENIZAS (Método de incineración en mufla)**

**Principio**

Esta determinación se da por medio de la incineración seca, donde se quema la sustancia orgánica de la muestra problema en la muestra a una temperatura de 500°C donde las cenizas permanecen como residuo luego de la calcinación de la materia orgánica del alimento.

**Procedimiento**

- Colocar la cápsula con la muestra seca resultado de la determinación del contenido de humedad en la Sorbona sobre un mechero, para calcinar hasta la ausencia de humos.
- Transferir la cápsula a la mufla e incinerar a 500 °C por un lapso de 2 – 3 horas, hasta obtener cenizas libres de residuo carbonoso.

- Sacar la cápsula y colocar en desecador, enfriar.
- Pesar la cápsula.
- Realizar la determinación, debe hacerse por duplicado.

**Cálculos:**

$$\% C = \{(m_1 - m_2) / (m_1 - m)\} \times 100$$

**Dónde:**

**%C** = Contenido de cenizas en porcentaje de masa.

**m** = Masa de la cápsula vacía en g

**m<sub>1</sub>** = Masa de cápsula con la muestra antes de la incineración en g

**m<sub>2</sub>** = masa de la cápsula con las cenizas después de la incineración en g

**6. INVESTIGACIÓN DE AZÚCARES Método de FEHLING (Guía de prácticas de Bromatología. Lucero, O.)**

**Principio**

Los azúcares que tienen en su estructura grupos aldehídicos o cetónicos libres reaccionan como agentes reductores libres y se llaman azúcares reductores. Estos incluyen a todos los monosacáridos y los disacáridos como la maltosa, lactosa y celobiosa. Los disacáridos como la sacarosa y la rafinosa, así como otros oligosacáridos están formados por azúcares simples unidos a través de grupos aldehídicos o cetónicos y por tanto son carbohidratos no reductores (hasta que son hidrolizados en los azúcares reductores que los forman). Estas propiedades se usan para cuantificar azúcares por la medición de la reducción del Cu (I) al Cu (II).

El licor de Fehling consiste en tartrato cúprico alcalino y se convierte en óxido cuproso insoluble al calentarse a ebullición con una solución de azúcar reductor. (17)

## 1. AZÚCARES REDUCTORES

### Procedimiento

- Colocar 3 mL de solución problema en un tubo de ensayo
- Añadir 1 mL de solución de Fehling (0,5 mL de Fehling A y 0,5 mL de Fehling B).
- Calentar hasta ebullición en un baño de agua

### Resultado

- El precipitado del color rojo ladrillo indica la presencia de azúcares reductores

## 2. AZÚCARES NO REDUCTORES

### Procedimiento

#### Si es positivo para azúcares reductores

- Colocar 3 ml de solución problema en un tubo de ensayo
- Añadir 1 mL de solución de Fehling (0,5 mL de Fehling A y 0,5 mL de Fehling B)
- Calentar hasta ebullición en un baño de agua
- Filtrar
- Colocar el filtrado en un tubo de ensayo
- Añadir 3 mL de HCl diluido al (10%)
- Calentar a ebullición en un baño de agua, durante dos minutos
- Enfriar
- Añadir Carbonato sódico sólido para neutralizar el exceso de ácido, hasta que se produzca efervescencia

- Añadir 1 mL de solución de Fheling (0,5 mL de Fheling A y 0,5 mL de Fheling B)
- Calentar hasta ebullición en un baño de agua (17)

### **Resultado**

- El precipitado de color rojo ladrillo indica la presencia de azúcares no reductores

### **Si es negativo para azúcares reductores**

- Colocar 5 ml de solución problema en un tubo de ensayo
- Añadir 3 ml de HCl diluido al (10%)
- Calentar a ebullición en un baño de agua, durante dos minutos, enfriar
- Añadir Carbonato sódico sólido para neutralizar el exceso de ácido, hasta que se produzca efervescencia
- Añadir 1 ml de solución de Fheling (0,5 mL de Fheling A y 0,5 mL de Fheling B)
- Calentar hasta ebullición en un baño de agua (17)

### **Resultado**

- El precipitado de color rojo ladrillo indica la presencia de azúcares no reductores (17)

## **7. DETERMINACIÓN DE GRASA O EXTRACTO ETÉREO MÉTODO DE SOXHLET (Guía de prácticas de Bromatología. Lucero O.)**

### **Principio**

Los lípidos son insolubles en el agua y menos densos que ella. Se disuelven bien en disolventes no polares, tales como el éter sulfúrico, sulfuro de carbono, benceno, cloroformo y en los derivados líquidos del petróleo. (17)

El contenido en lípidos libres, los cuales consisten fundamentalmente de grasas neutras (triglicéridos) y de ácidos grasos libres, se puede determinar en forma conveniente en los alimentos por extracción del material seco y reducido a polvo con una fracción ligera del petróleo o con éter dietílico en un aparato de extracción continua. (17)

### **Procedimiento**

- Pesar 2 g de muestra seca y colocar en el dedal, luego introducirlo en la cámara de sifonación
- En el balón previamente tarado, adicionar 50 mL de éter etílico o éter de petróleo (se puede usar también hexano) o la cantidad adecuada dependiendo del tamaño del equipo Embonar la cámara de sifonación al balón.
- Colocar el condensador con las mangueras sobre la cámara de sifonación
- Encender la parrilla, controlar la entrada y salida de agua y extraer por 8 a 12h
- Al terminar el tiempo, retirar el balón con el solvente más el extracto graso y destilar el solvente
- El balón con la grasa bruta o cruda colocar en la estufa por media hora, enfriar en desecador y pesar

### **Cálculos**

$$\%G (\% \text{ Ex. E}) = \{(P_1 - P) / m\} \times 100$$

$\%G$  = grasa cruda o bruta en muestra seca expresado en porcentaje en masa

$P_1$  = masa del balón más la grasa cruda o bruta extraída en g

$P$  = masa del balón de extracción vacío en g

$m$  = masa de la muestra seca tomada para la determinación en g.

## 8. DETERMINACIÓN DE FIBRA (Técnica AOAC 7050)

### Principio

La Fibra es el residuo orgánico combustible e insoluble que queda después de que la muestra se ha tratado en condiciones determinadas que se basa en la separación sucesiva de la ceniza, proteína, grasa y sustancia extraída libre de nitrógeno. Las condiciones más comunes son tratamientos con petróleo ligero, ácido sulfúrico diluido hirviente, hidróxido de sodio diluido hirviente, ácido clorhídrico diluido, alcohol y éter. Este tratamiento empírico proporciona la fibra cruda que consiste principalmente del contenido en celulosa además de la lignina y hemicelulosa contenidas en la muestra. (30)

### Procedimiento

- Se pesa 1 gramo de la muestra problema por adición en un papel aluminio y se registra este peso. ( $W_1$ )
- Se coloca la muestra en el vaso y se pesa el papel con el sobrante y se anota este peso. ( $W_2$ )
- A cada vaso con la muestra se coloca 200 mL de  $H_2SO_4$  al 7% mas 2 mL de alcohol n-amílico; estos vasos colocamos en las hornillas del digestor levantando lentamente haciendo coincidir los vasos con los bulbos refrigerantes.
- Se deja por el tiempo de 25 minutos regulando la temperatura de la perilla en 7, también controlando que el reflujo de agua se encuentre funcionando adecuadamente (etapa de digestión acida).
- A los 25 minutos se baja la temperatura de la posición 7 a 2.5 y se añade 20 mL de NaOH al 22 % manejando los vasos con sumo cuidado y se deja por unos 30 minutos exactos. Los tiempos se toman desde que empieza la ebullición.
- Una vez terminada la digestión alcalina se arma el equipo de bomba de vacío, preparando además los crisoles de Gooch con su respectiva lana de vidrio para proceder a la filtración.
- Se coloca los crisoles en la bomba, filtrando de esta manera el contenido de los vasos realizando su lavado con agua destilada caliente.

- En las paredes del vaso se raspa con el policia los residuos que están adheridos para enjuagar posteriormente.
- El lavado se realiza con 200 mL de agua, se debe tratar con cuidado la filtración para evitar que se derrame por las paredes del crisol.
- Luego se coloca los crisoles en una caja petri y sobre la sustancia retenida en la lana de vidrio se añade acetona hasta cubrir el contenido en el crisol para eliminar agua, pigmentos y materia orgánica.
- Posteriormente se pasa los crisoles con toda la caja petri a la estufa por el lapso de 8 horas para secar a una temperatura de 105 °C. Se saca al desecador y se realiza el primer peso registrando en primera instancia. (30)
- Una vez pesados son llevados hasta la mufla a una temperatura de 600 °C por un tiempo de 4 horas como mínimo una vez que la mufla ha alcanzado la temperatura indicada.
- Terminado este tiempo los crisoles son sacados de la mufla al desecador por un tiempo de 30 minutos para finalmente realizar el segundo peso del crisol más las cenizas (W4).
- Finalmente por diferencia de pesos se realiza el cálculo de la fibra bruta. (30)

### **Cálculos**

$$\text{Porcentaje de Fibra} \quad \% F = \frac{W3 - W4}{W2 - W1} \times 100$$

### **Dónde:**

F = Fibra

W1 = Peso del papel solo

W2 = Peso del papel más muestra húmeda

W3 = Peso del crisol más muestra seca

W4 = Peso del crisol más cenizas

#### FIBRA BRUTA EN BASE SECA

$$\% \text{ F.B.S} = \frac{100 \times \% \text{ FB}}{\% \text{ MS}}$$

#### Dónde

%F.B.S = % Fibra en base seca

% F.B = % Fibra Bruta

% M.S = % Materia Seca

### 9. DETERMINACIÓN DE PROTEÍNA (Técnica AOAC 2049: MicroKjeldhal)

#### Principio

Sometiendo a un calentamiento y digestión una muestra problema con ácido sulfúrico concentrado, los hidratos de carbono y las grasas se destruyen hasta formar CO<sub>2</sub> y agua, la proteína se descompone con la formación de amoníaco, el cual interviene en la reacción con el ácido sulfúrico y forma el sulfato de amonio este sulfato en medio ácido es resistente y su destrucción con desprendimiento de amoniaco sucede solamente en medio básico; luego de la formación de la sal de amonio actúa una base fuerte al 50% y se desprende el nitrógeno en forma de amoníaco, este amoníaco es retenido en una solución de ácido bórico al 2.5% y titulado con HCl al 0.1 N. (30)

#### Procedimiento

- Se pesa primeramente el papel bond, (W<sub>1</sub>) luego por adición se pesa 1 gramo de muestra y se registra el peso del papel solo y del papel más la muestra. (W<sub>2</sub>) En este contenido del papel más la muestra se añade 8 gramos de sulfato de sodio más 0,1 gramos de sulfato cúprico.

- Todo este contenido se coloca en cada balón al cual se añade 25 mL de  $\text{H}_2\text{SO}_4$  concentrado (grado técnico).
- Cada balón con todo este contenido es llevado al Macro Kjeldahl para su digestión, a una temperatura graduada en 2.9 por un tiempo de 45 minutos a partir del momento que se clarifica la digestión.
- Luego de este tiempo son enfriados hasta que se cristalice el contenido de los balones.
- Una vez terminada la fase de digestión se procede a preparar la etapa de destilación para lo cual colocamos en los matraces erlenmeyer 50 mL. de ácido bórico al 2.5% y los colocamos en cada una de las terminales del equipo de destilación.
- En cada balón con la muestra cristalizada se coloca 250 mL. de agua destilada más 80 mL. de hidróxido de sodio al 50% añadiendo también 3 lentejas de zinc, con todo esto contenido son llevados a las hornillas para dar comienzo a la fase de destilación.
- El amoníaco como producto de la destilación es receptado hasta un volumen de 200 mL en cada matraz
- Se retira los matraces con su contenido, mientras que el residuo que se encuentra en el balón es desechado y se recupera las lentejas de zinc.
- Para la fase de titulación se arma el soporte universal con la bureta y el agitador magnético.
- En cada matraz se coloca 3 gotas del indicador Macro Kjeldahl. Las barras de agitación magnética son colocadas en el interior de cada matraz y llevados sobre el agitador magnético y se carga la bureta con  $\text{HCl}$  al 0.1 N.
- Se prende el agitador y se deja caer gota a gota el ácido clorhídrico hasta obtener un color grisáceo transparente que es el punto final de la titulación.
- El número de ml de  $\text{HCl}$  al 0.1 N. gastado se registra para el cálculo respectivo (30)

### Cálculos

$$\text{Porcentaje de Proteína: } \frac{NHCl \times 0,014 \times 100 \times 6,25 \times mLHCL}{W_2 - W_1}$$

Dónde:

%PB = % Proteína Bruta

W<sub>1</sub> = Peso del papel solo

W<sub>2</sub> = Peso del papel más muestra

0.014 = Mil equivalente del N<sub>2</sub>

6.25 = Factor para convertir el % de N<sub>2</sub> a % de proteína

mL HCl = mL de Ácido Clorhídrico N/10 utilizados al titular.

Proteína en Base Seca:

$$\%P.B.S = \frac{100 \times \%PB}{\%M.S}$$

Dónde:

%P.B.S = % Proteína en Base Seca.

%FB = % Proteína Bruta

%M.S = %Materia Seca.

## 10. DETERMINACIÓN DE VITAMINA C: Cromatografía líquida de alta resolución HPLC

### Principio

Técnica utilizada para separar los componentes de una mezcla basándose en diferentes tipos de interacciones químicas entre las sustancias analizadas y la

columna cromatográfica. Consiste en una cromatografía de partición en fase reversa, con una fase móvil polar. (30) (51)

### Condiciones

Columna	C18
Flujo	1mL/min
Detector	UV/ Visible
Fase móvil	25 – 75 (Metanol – Agua)

### Preparación del estándar de Vitamina C

- Pesar 0,5 mg de ácido ascórbico estándar (5ppm)
- Aforar a 100 mL con ácido fosfórico 0.05 M grado HPLC
- Filtrar el sobrenadante con acrodiscos de membrana
- Colocar en vial de vidrio para su inyección

### Extracción del principio activo del suplemento

- Pesar 10 g de la muestra
- Aforar a 100 mL ácido oxálico
- Tomar una alícuota de 5 mL y se afora a 25 ml con ácido fosfórico 0.05 M grado HPLC
- Filtrar el sobrenadante con acrodiscos de membrana
- Colocar en vial de vidrio para su inyección (51)

### Cuantificación Vitamina C

1. Concentración de vitamina C en la muestra (mg /L) =  $\frac{A.M \times C.E}{A.E.}$

**Dónde:**

**A.M** = Área de la muestra

**A.E** = Área del Estándar

**C.E** = Concentración del Estándar

$$2. \text{ Concentración de Vitamina C en mg /100 g} = \frac{C.M \times F.D}{10 \times P.M}$$

**Dónde:**

**C.M** = Concentración de la muestra

**F.D** = Factor de dilución

**P.M** = Peso de la muestra

### **2.3.1.9 Análisis microbiológico del suplemento alimenticio con mayor aceptabilidad.**

#### **1. DETERMINACIÓN DE HONGOS (MOHOS Y LEVADURAS) RECuento EN PLACA POR SIEMBRA EN PROFUNDIDAD. NTE NO. 1529-10:1998**

- Utilizando una sola pipeta estéril, pipetear por duplicado alícuotas de 1mL de cada una de las disoluciones decimales en la placa petri adecuadamente identificadas.
- Iniciar por la disolución menos concentrada.
- Inmediatamente verter en cada una de las placas inoculadas aproximadamente 20mL de Saboraud dextrosa fundida y templada a  $45 \pm 2^{\circ}\text{C}$ . la adición del cultivo no debe pasar más de 15 minutos, a partir de la preparación de la primera dilución.
- Delicadamente mezclar el inóculo de siembra en el medio de cultivo, imprimiendo a la placa movimientos de vaivén 5 veces en una dirección, hacer girar 5 veces en sentido de las agujas del reloj, volver a imprimir movimientos de vaivén en una dirección que forme ángulo recto con la primera y hacerla girar 5 veces en sentido contrario de las agujas del reloj.

- Dejar las placas en reposo hasta que solidifique el agar.
- Invertir las placas e incubarlas entre 22 y 25°C por 5 días.
- Examinar a los 2 días y comprobar si se ha formado o no micelio aéreo. (7) (15)

#### **2.3.1.10 Evaluación biológica de la proteína del suplemento frente a una proteína control en ratas Wistar.**

##### **Principio**

La calidad nutritiva de una proteína, se define como la capacidad de ésta o de una mezcla de ellas para cubrir los requerimientos de un individuo; depende fundamentalmente de la composición de aminoácidos y de la biodisponibilidad de los mismos. Para medir la calidad proteica de un alimento, existen métodos químicos, biológicos y microbiológicos. Dentro de los biológicos se han usado, y se siguen usando, el coeficiente de eficacia proteica (PER), el valor biológico (VB) y la utilización neta proteica (NPU).

##### **Método**

Se utilizan 12 ratas Wistar 6 hembras y 6 machos, de 21 días de nacidos con un peso que no supere los 65 g; divididos en tres grupos, el primer grupo fue alimentado con la dieta normal para ratas que son pelets granulados de Wayne SESA N°. 36 (Anexo 2), el segundo grupo fue alimentado con una dieta donde la única proteína es caseína (Dieta control) y el tercer grupo con el suplemento alimenticio donde la proteína de la dieta es aportada por la quinua (Dieta experimental); durante 10 días. Se determina el índice de eficacia proteica (PER), controlando la cantidad de alimento en gramos que se da diariamente a las ratas de acuerdo al peso de cada una de ellas, y registrando el peso ganado de las ratas diariamente. (20)

$$\text{PER} = \text{Peso ganado (g)} / \text{Proteína ingerida (g)}$$

El estudio se realizó en dos fases, la primera en el Laboratorio de Bromatología de la Facultad de Ciencias y la segunda en el Laboratorio de Investigación y experimentación animal de dicha Institución. En la primera fase se elabora pellets a partir del suplemento alimenticio, y de la proteína control (Caseína), simulando a las dietas diarias de las ratas, y en la segunda fase se evaluó el producto de nutrición “Suplemento alimenticio a base de quinua y guayaba”; para la evaluación el producto que está en pellets para ser consumidos, se adaptó a las necesidades y requerimientos nutricionales de la rata, se siguieron las recomendaciones de la dieta AIN-93G. (20)

## **2.3.2 ANÁLISIS ESTADÍSTICO**

### **2.3.2.1 Análisis de varianza ANOVA**

El análisis de la varianza (ANOVA, según terminología inglesa) es una colección de modelos estadísticos y sus procedimientos asociados, en el cual la varianza esta particionada en ciertos componentes debidos a diferentes variables explicativas.

El análisis de varianza sirve para comparar si los valores de un conjunto de datos numéricos son significativamente distintos a los valores de otro o más conjuntos de datos. El procedimiento para comparar estos valores está basado en la varianza global observada en los grupos de datos numéricos a comparar. Típicamente, el análisis de varianza se utiliza para asociar una probabilidad a la conclusión de que la media de un grupo de puntuaciones es distinta de la media de otro grupo de puntuaciones. (39) (40)

El ANOVA parte de algunos supuestos que han de cumplirse:

La variable dependiente debe medirse al menos a nivel de intervalo.

Independencia de las observaciones.

La distribución de los residuales debe ser normal.

Homocedasticidad: homogeneidad de las varianzas.

La técnica fundamental consiste en la separación de la suma de cuadrados (SS, 'sum of squares') en componentes relativos a los factores contemplados en el modelo. Como ejemplo, mostramos el modelo para un ANOVA simplificado con un tipo de factores en diferentes niveles.

$$SS_{\text{Total}} = SS_{\text{Error}} + SS_{\text{Factores}}$$

El número de grados de libertad (gl) puede separarse de forma similar y se corresponde con la forma en que la distribución chi-cuadrado describe la suma de cuadrados asociada.

(39) (41)

$$gl_{\text{Total}} = gl_{\text{Error}} + gl_{\text{Factores}}$$

## CAPÍTULO III

### 3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 3.1 GELATINIZACIÓN DEL ALMIDÓN DE QUINUA

La temperatura de gelatinización del almidón de la quinua es 70° C, donde se produce el máximo de hinchazón de los granos de almidón visto al microscopio (lente 40X), y sin las estrías características del gránulo; estos resultados se ratifican con lo que dice Yúfera E. (1979) “Cuando el almidón se somete a calentamiento, en presencia de agua, la apariencia de los gránulos no cambian hasta que se alcanza una temperatura crítica, denominada temperatura de gelatinización. En este momento el gránulo pierde su estructura organizada, no observándose ya las cruces de polarización.” (25); y al añadir la solución de lugol a las muestras calentadas a diferentes temperaturas, las muestras de 50, 55, 60, y 65 °C presentaron color rojizo; mientras que las muestras calentadas a temperaturas de 70, 75, 80, 90 °C se observaron de color azul verdoso, esto se debe a que el almidón es una mezcla de dos polisacáridos muy similares (amilosa y la amilopectina), la amilosa que en términos generales se encuentra en un 17-27% en el almidón, por su naturaleza cristalina sólo se hincha a una temperatura elevada, y en presencia de yodo (lugol) se presenta bajo la forma de ovillo estadístico o hélices; precisamente de esta forma lo expresa Valdés. S (2006) “El yodo reacciona con la amilosa y forma un fuerte color azul característico debido al complejo que se establece entre una molécula de éste con cada 7-8 glucosas; para desarrollar adecuadamente la coloración se requiere un mínimo de 40 residuos de monosacárido, las cadenas muy cortas de amilosa, en lugar de

azul, producen un color rojo, por otra parte la amilopectina sólo forma complejos con una pequeña cantidad de yodo y desarrolla una coloración roja” (3), esto explica porque a partir de 70°C se presenta una coloración azul, porque a partir de esta temperatura la amilosa se hincha y presenta la reacción con el yodo, en tanto que en las temperaturas inferiores a los 70°C únicamente reacciona la amilopectina con el yodo dando el color rojo característico. (Anexo 7) al dejar enfriar las muestras sometidas a diferentes temperaturas no hay gelificación (formación de geles), porque el almidón de la quinua no tiene la capacidad de formar geles, para la elaboración del suplemento esto resulta un beneficio, así lo manifiesta Wolf “El almidón de la quinua es el tipo de perisperma diferente del almidón de los cereales, no forma geles, aunque si se torna azul con el yodo” (2)

### **3.2 SOLUBILIDAD DEL ALMIDÓN**

Se estableció como tratamiento térmico óptimo para la formulación del suplemento, el realizado a 150°C en estufa por 30 minutos, porque al disolver la muestra en agua se observó un sistema homogéneo lo que explica la solubilidad alcanzada por el almidón con este tratamiento, y presentó un color pardo agradable; lo que corrobora lo expuesto por Yúfera (1979) “Si se continua el calentamiento del almidón por encima de la temperatura de gelatinización, se continúan rompiendo puentes de hidrógeno, aumentando la penetración de moléculas de agua en el gránulo, las cuales se asocian a grupos hidroxilos liberados durante el proceso, ello origina un aumento progresivo del volumen del grano, de la solubilidad del almidón y de la transparencia y viscosidad del preparado” (25); y el color es el resultado de la producción de dextrinas que son una gama muy amplia de productos originados a partir del almidón por calentamiento del mismo, y las pirodextrinas denominadas comúnmente gomas pardas que se obtienen tratando el almidón a temperaturas altas como la de 160° C en tiempos prolongados lo que produce una hidrólisis lenta de los enlaces  $\alpha$ -D-(1-4) del almidón, y una reordenación de cadenas con formación de enlaces  $\alpha$ -D-(1-6) y  $\beta$ -D-(1-6), alcanzando un mayor grado de ramificación frente al almidón original, y los productos que se obtienen a más de ser de color oscuro son de elevado peso molecular, presentando una solubilidad alta en agua fría, (Yúfera pp. 109), también los granos de la quinua adquieren una coloración marrón

después del tratamiento térmico por la presencia de azúcares reductores que producen una reacción de Maillard entre los grupos épsilon-amino de los restos de lisina, que en presencia de glucosa conducen a la formación de epsilon-N-desoxi-fructosil-1-lisina ligadas a las proteínas, este pardeamiento no enzimático se acelera por la temperatura de 160 ° C a la que fue sometida la quinua, siendo un efecto beneficioso el color y aroma que se presentan para el suplemento (Anexo 7), corroborando con lo que expresan: Larrañaga J., y otros. (16) “No obstante el pardeamiento no enzimático tiene efectos beneficiosos y buscados, como el aroma y color que caracterizan a determinados alimentos transformados”, y Montejano J (3) “La reacción de Maillard es un conjunto de transformaciones que dan origen a los colores y algunos sabores típicos de muchos alimentos, cuando se someten a tratamiento térmico; de acuerdo con la intensidad, la coloración varía desde un amarillo ligero hasta un café intenso”.

### **3.3 ÍNDICE DE MADURACIÓN DE LA GUAYABA**

El índice de maduración de la guayaba que se utilizó como ingrediente para el suplemento alimenticio fue de 16,37 que es un valor aceptable con respecto al valor de referencia que es de 16,00 (Norma técnica colombiana 659 y 404); porque posterior al estado de madurez óptimo, sigue inmediatamente la senectud y desorganización de los tejidos; ablandamiento excesivo, pardeamiento enzimático, acompañados de la síntesis específica de ciertas enzimas responsables de los cambios de color, olor, textura, sabor y entre esto la pérdida de nutrientes, así lo expresan Cheftel J. y Cheftel H. (3) “Las frutas una vez alcanzada la madurez, están muy expuestas al deterioro, debido a su fisiología, se puede presentar pardeamiento enzimático o ataque por microorganismos.” Es por ello importante calcular el índice de madurez de la fruta previo la deshidratación. (Anexo 7)

### **3.4 DESHIDRATACIÓN DE LA GUAYABA**

La deshidratación de la guayaba se realizó bajo las condiciones de temperatura y tiempo (70° C: 8 horas) establecidas por Guaygua G. (2010), salvo que se utilizó la fruta con las semillas por su aporte al valor nutritivo y nutracéutico en ácidos grasos esenciales y en

fibra dietética respectivamente (Vasco N., Vásquez J., y Padilla S. 2005); las mismas que no modificaron el tiempo de deshidratación porque estas contienen un gran porcentaje de materia seca, que va desde 88-92%. (Anexo 7)

### **3.5 SELECCIÓN DE ADITIVOS Y SUS CONCENTRACIONES**

#### **3.5.1 Aromatizantes**

Se probaron diferentes aromatizantes:

- Canela en polvo por ser un aromatizante natural su concentración máxima está limitada por Buenas Prácticas de Manufactura (BPM ), se disolvió en el suplemento a diferentes concentraciones (1; 0,75; 0,5; y 0,25%), no se obtuvo un resultado esperado, porque se necesitan altas concentraciones y calentamiento para obtener el aroma esperado, porque la molécula estimulante es volátil (de bajo peso molecular), a más de la insolubilidad de la canela en líquidos fríos, y la modificación del color original del suplemento que se tornaba muy oscuro.
- Vainillina en la cantidad máxima permitida por la FDA (Food and Drogues Asociation) 70 ppm, no obteniéndose el aroma deseado.
- Aromatizante de vainilla (Ecuaromas), según la ficha técnica se debe usar hasta el 4% del aroma, este aditivo dio un excelente resultado, que es importante porque el aroma juega un papel indiscutible en la aceptación y elección de alimentos. (Anexo 7)

#### **3.5.2 Estabilizantes**

Por ser el suplemento en polvo para preparar una bebida instantánea, que debe permanecer estable y homogénea por un tiempo prudencial, fue necesario utilizar un estabilizante, probándose los siguientes:

- Hidroxipropil metil celulosa (Hipromelosa), es un tensoactivo polimérico soluble en agua fría, su concentración máxima permitida para alimentos por la FDA

(Food and Drogues Asociation) es 2 %, concentración a la cual no se obtuvo el efecto deseado.

- Celulosa microcristalina + Carboximetilcelulosa sódica (VIVAPUR MCG) proporciones (1:1), se utilizó en una concentración de 2,26% que según la ficha técnica es la dosis permitida (Anexo 3); el resultado fue excelente ya que se hinchan los componentes del suplemento después de la disolución en agua, aumentando su viscosidad, y estableciendo una red tridimensional evitando que las partículas insolubles se precipiten y manteniendo la estabilidad del suplemento.

### **3.5.3 Edulcorante**

El sabor dulce es importante para el gusto de los consumidores, sin embargo se pretendió evitar la sacarosa por el aporte de calorías, y lo perjudicial para personas que tienen diabetes; es así que se probó con un edulcorante (Stevia life) que contiene esteviósido (extracto de hojas de estevia Rebaudiana) y sólidos de jarabe de maíz; se comprobó el dulzor a diferentes concentraciones (0,25; 0,5; y 1g por 100 mL de suplemento preparado), determinando mediante pruebas de degustación que la concentración más óptima de edulcorante es 1 g en 100 mL de suplemento preparado al 8 %.

### **3.6 TABULACIÓN DE DEGUSTACIONES.**

Para las pruebas de degustación se utilizaron muestras independientes del suplemento alimenticio en polvo a base de quinua y guayaba, en diferentes proporciones de los ingredientes básicos para las cuatro formulaciones, asignándoles colores a cada fórmula para no influir en la decisión de la población. (Tabla 7)

**TABLA 7. FORMULACIONES DEL SUPLEMENTO ALIMENTICIO EN POLVO**

FÓRMULAS	INGREDIENTES				
	QUINUA	GUAYABA	ADITIVOS		
			Aromatizante*	Estabilizante**	Edulcorante***
F <sub>1</sub> (VERDE)	70%	30%	-	+	+
F <sub>2</sub> (ROSADA)	80%	20%	-	+	+
F <sub>3</sub> (NARANJA)	70%	30%	+	+	+
F <sub>4</sub> (AMARILLA)	80%	20%	+	+	+

\* Aromatizante de vainilla

(+) Presencia

\*\* Hidroximetilcelulosa+ celulosa microcristalina

(-) Ausencia

\*\*\* Esteviósideo

Para la evaluación sensorial se utilizó los órganos de los sentidos: vista, olfato, gusto, para medir las reacciones que produce las cuatro formulaciones, permitiendo una valoración a cada una de ellas.

La degustación se practicó en 25 personas, alumnos del tercer año de bachillerato del Colegio “Camilo Gallegos Toledo”, donde cada uno a través de las encuestas emite su criterio. (Anexo 7)

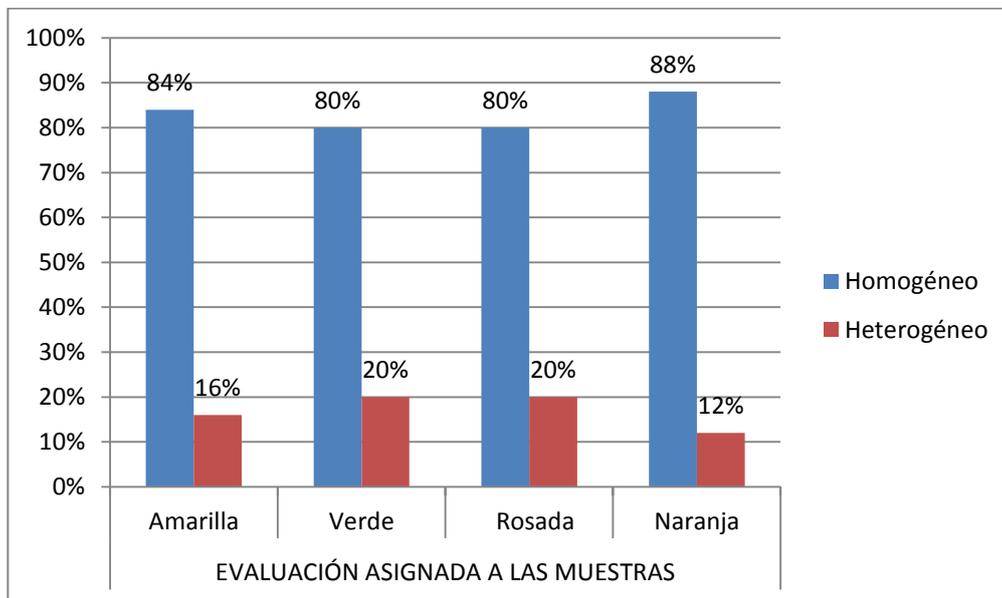
En el Cuadro N° 1 y el gráfico N° 3 se observan los resultados de la evaluación del aspecto del producto para las cuatro formulaciones del suplemento alimenticio.

**CUADRO N° 1 EVALUACIÓN DEL ASPECTO DE LAS CUATRO FORMULACIONES DEL SUPLEMENTO**

ATRIBUTOS DE CALIDAD	EVALUACIÓN ASIGNADA A LAS MUESTRAS			
	Amarilla	Verde	Rosada	Naranja
Homogéneo	84%	80%	80%	88%
Heterogéneo	16%	20%	20%	12%

Las pruebas de degustación determinan que el 88% de la población establecen como homogéneo a la formulación F<sub>3</sub> (Naranja) que contiene quinua y guayaba en proporciones 70:30 respectivamente, alcanzando: una apariencia homogénea, viscosidad adecuada y

total solubilidad, gracias al tratamiento térmico aplicado a la quinua lo que concuerda con lo explicado por Yúfera E. (25) “El proceso de solubilidad del almidón, y la transparencia del preparado, continúan hasta que se alcanza la viscosidad máxima en cuyo momento las fuerzas de cohesión que mantienen la estructura del granulo se debilitan hasta tal punto que pierde su integridad, y la viscosidad comienza a disminuir debido a que se solubilizan un gran número de moléculas”. Los demás resultados no tienen gran diferencia entre sí lo que ratifica que el tratamiento térmico aplicado a la quinua dio un buen resultado en el aspecto de las cuatro formulaciones, y que las proporciones de guayaba no influyen en la consistencia del suplemento, porque la guayaba deshidratada y en polvo tiene una buena solubilidad en líquidos.



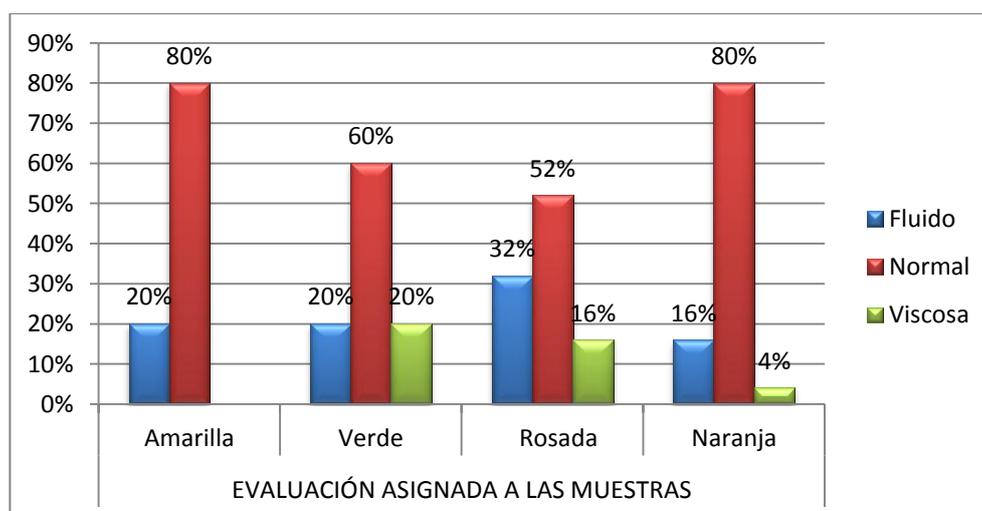
**GRÁFICO N°1 RELACIÓN DE PORCENTAJE EN LA EVALUACIÓN DEL ASPECTO DE LAS CUATRO FORMULACIONES DEL SUPLEMENTO A BASE DE QUINUA Y GUAYABA.**

Los resultados de la evaluación de la consistencia del suplemento alimenticio, se observan en el Cuadro 2 y gráfico N° 2.

**CUADRO Nº 2 EVALUACIÓN DE LA CONSISTENCIA DE LAS CUATRO FORMULACIONES DEL SUPLEMENTO.**

ATRIBUTOS DE CALIDAD	EVALUACIÓN ASIGNADA A LAS MUESTRAS			
	Amarilla	Verde	Rosada	Naranja
Fluido	20%	20%	32%	16%
Normal	80%	60%	52%	80%
Viscosa		20%	16%	4%

El 80 % de la población evalúa la consistencia de las fórmulas F<sub>3</sub> (naranja) y F<sub>4</sub> (amarilla) como normal, estos resultados no concuerdan con las proporciones empleadas de los ingredientes básicos y además las dos formulaciones contienen el mismo porcentaje de estabilizante; este resultado se debe a que estas dos formulaciones del suplemento contienen edulcorante a base de estevósido y la población se dejó llevar por el sabor dulce para dar su criterio, porque en realidad lo que contribuye a la consistencia del producto, es el estabilizante (Celulosa microcristalina + Carboximetilcelulosa sódica) que está presente en la misma proporción en las cuatro formulaciones; así lo expresa Chavarrías M.- (46) “Los estabilizantes, son responsables de dar y mantener una textura determinada en alimentos”; es así como se puede notar los resultados plasmados en el gráfico 2, a la fórmula F<sub>2</sub> (rosada) un 52 % de la población lo cataloga como normal; y a la formulación F<sub>1</sub> (verde), el 60 % de la población lo aprueba como normal.



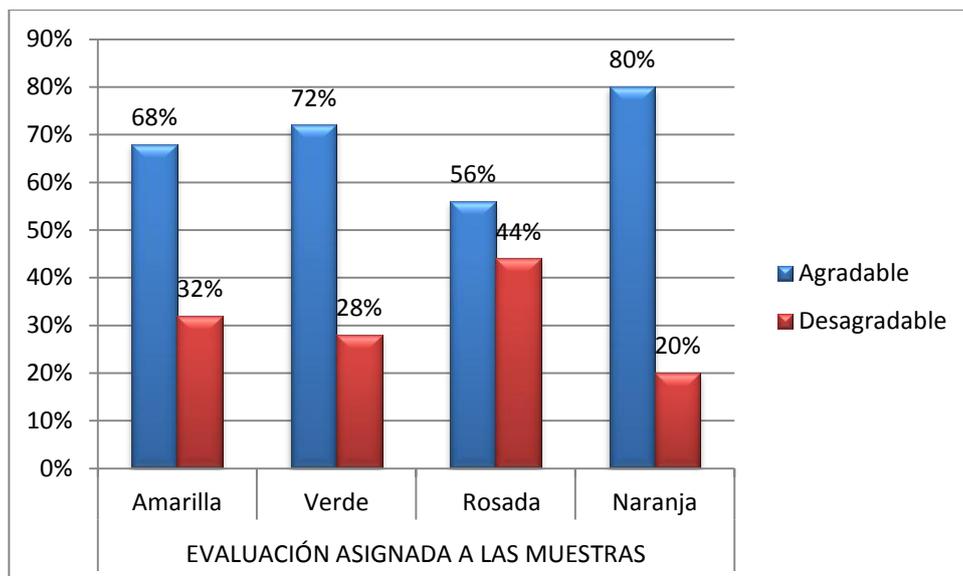
**GRÁFICO Nº2 RELACIÓN DE PORCENTAJE DE EVALUACIÓN DE LA CONSISTENCIA DE LAS CUATRO FORMULACIONES DEL SUPLEMENTO.**

Los resultados del análisis del color del producto se observan en el Cuadro 3 y Gráfico N° 3.

**CUADRO N°3 EVALUACIÓN DEL COLOR DE LAS CUATRO FORMULACIONES DEL SUPLEMENTO**

ATRIBUTOS DE CALIDAD	EVALUACIÓN ASIGNADA A LAS MUESTRAS			
	Amarilla	Verde	Rosada	Naranja
Natural o típico	68%	72%	56%	80%
Anormal o desagradable	32%	28%	44%	20%

Estos análisis indican que el 80 % de la población percibe como normal el color de la fórmula F<sub>3</sub> (Naranja), manifestándose la ventaja de la utilización de un 10 % más de guayaba deshidratada para este tipo de producto, porque a más del aporte de azúcares y minerales contribuye al color del producto, así lo manifiesta Yúfera P. “El color constituye uno de los factores organolépticos más atractivos de las frutas y es debido a los pigmentos: clorofila, flavonoides (flavonoles y antocianinas) y carotenoides” .



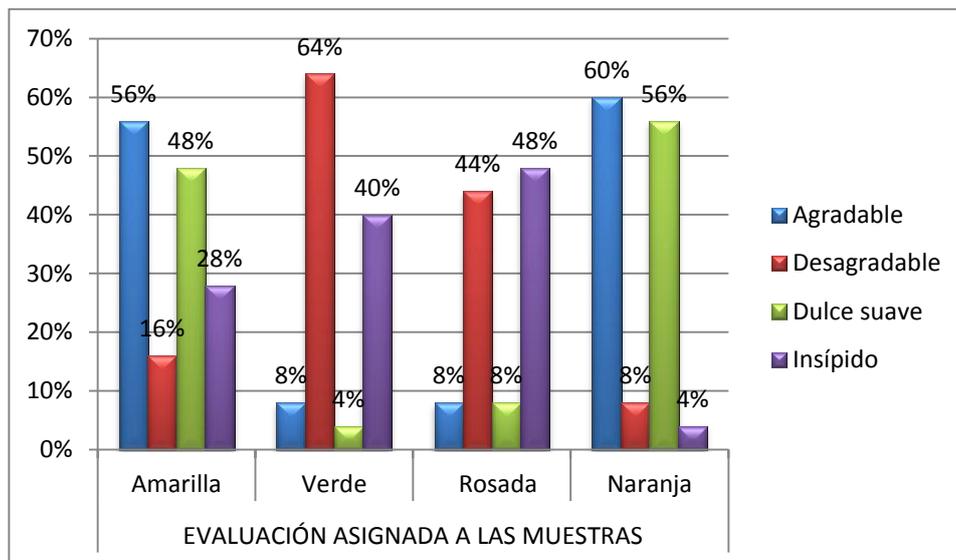
**GRÁFICO N°3 RELACIÓN DE PORCENTAJE DEL COLOR DE LAS CUATRO FORMULAS DEL SUPLEMENTO DE QUINUA Y DE GUAYABA DESHIDRATADA.**

Los resultados expresados en el Cuadro N°4 y Gráfico N° 4 son los que se obtuvieron al analizar el sabor de cada una de las fórmulas del suplemento alimenticio.

**CUADRO N°4 EVALUACIÓN DEL SABOR DE LAS CUATRO FORMULACIONES DEL SUPLEMENTO.**

ATRIBUTOS DE CALIDAD	EVALUACIÓN ASIGNADA A LAS MUESTRAS			
	Amarilla	Verde	Rosada	Naranja
Agradable	42%	8%	8%	60%
Desagradable	16%	64%	44%	8%
Dulce suave	48%	4%	8%	56%
Insípido	28%	40%	48%	4%

El 60% de la población lo cataloga como agradable a la fórmula F<sub>3</sub> (naranja), en tanto que el 42 % de la población denota a la fórmula F<sub>4</sub> (amarilla) como agradable, esta diferencia en el porcentaje de agrado se debe a las proporciones de ingredientes en cada una de estas formulaciones, siendo mayor la proporción de guayaba en la formulación F<sub>3</sub> (naranja) aportando con azúcares que incrementan el sabor agradable, porque si comparamos entre el pseudocereal y la fruta, es la fruta la que aporta mejor sabor a la formulación, sí lo expresan: Larrañaga I., y otros (16). “Los azúcares dispuestos en las frutas maduras lo hacen, en su práctica totalidad, en forma de glúcidos simples, como la fructosa y la glucosa siendo los determinantes del delicioso sabor dulce que suelen presentar, la mayor parte de las frutas contienen entre un 15 y un 25 % de glúcidos.”; esto explica que sea la formulación F<sub>3</sub> (naranja) la que le agrade al mayor porcentaje de la población; y al 56 y 48% de la población les pareció dulce suave las formulaciones F<sub>3</sub> (naranja) y F<sub>4</sub> (amarilla) respectivamente, porque las dos formulaciones contienen el edulcorante, corroborando lo que dice Badui S (3). “El sabor dulce se asocia, habitualmente a compuestos hidrocarbonados como la sacarosa o el azúcar de mesa; no obstante existen otras muchas sustancias capaces de desencadenar esta sensación de dulzor, y se denominan edulcorantes.”



**GRÁFICO N°4 RELACIÓN DE PORCENTAJE DE LA EVALUACIÓN DEL SABOR DE LAS CUATRO FÓRMULAS DEL SUPLEMENTO ALIMENTICIO DE QUINUA Y GUAYABA DESHIDRATADA**

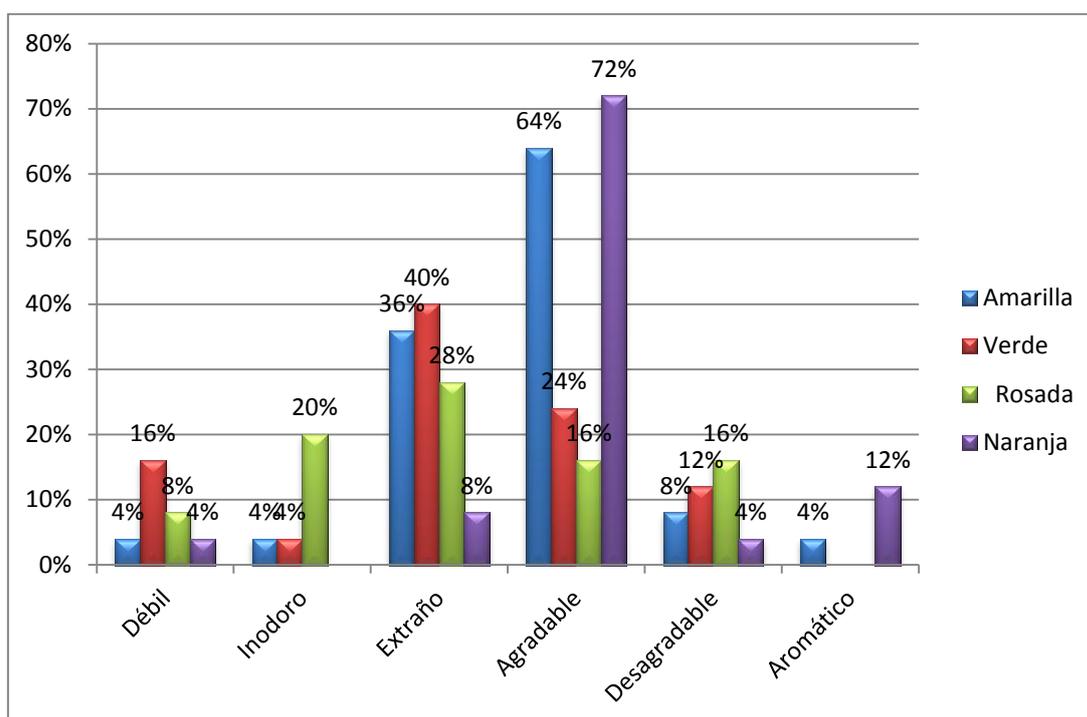
En el Cuadro N° 5 y gráfico N° 5 se observan los resultados de la evaluación del olor de las cuatro fórmulas del suplemento alimenticio.

**CUADRO N°5 EVALUACIÓN DEL OLOR DE LAS CUATRO FORMULACIONES DEL SUPLEMENTO.**

ATRIBUTOS DE CALIDAD	Amarilla	Verde	Rosada	Naranja
Débil	4%	16%	8%	4%
Inodoro	4%	4%	20%	----
Extraño	36%	40%	28%	8%
Agradable	64%	24%	16%	72%
Desagradable	8%	12%	16%	4%
Aromático	4%	----	----	12%

Al evaluar el olor del suplemento alimenticio, lo perciben como agradable a la fórmula F<sub>3</sub> (naranja) y F<sub>4</sub> (amarilla) con porcentajes de 72% y 64% respectivamente, esta diferencia se debe a que la fórmula F<sub>3</sub> (naranja) contiene mayor porcentaje de guayaba (30%), frente a la formulación F<sub>4</sub> (amarilla) que contiene 20 % de guayaba, se corrobora con lo que

expresan: Larrañaga I., y otros (16). “El éxito comercial de la fruta está muy condicionado por su aroma, las sustancias aromatizantes aisladas de las frutas son entre dos mil y tres mil, participando en su aroma pequeñas cantidades de glúcidos, lípidos y aminoácidos que se transforman en compuestos volátiles durante el climaterio y van deprimiéndose con la senescencia”, ratificándose con los resultados de las formulaciones F<sub>1</sub> (verde) y F<sub>2</sub> (rosada) donde el 24 y 16 % de la población percibe como agradable su olor, estos resultados permiten apreciar que la proporción de la guayaba en cada una de las formulaciones es un componente que de alguna manera determina el aroma del suplemento; aunque por otra parte en los resultados se evidencia que la población se dejó llevar por el sabor de la muestra para dar su criterio porque precisamente son las dos formulaciones F<sub>3</sub> (naranja) y F<sub>4</sub> (amarilla) las que contienen estevósido, y el aromatizante de vainilla que es el factor que predomina en el aroma del suplemento está presente con el mismo porcentaje en las cuatro formulaciones.



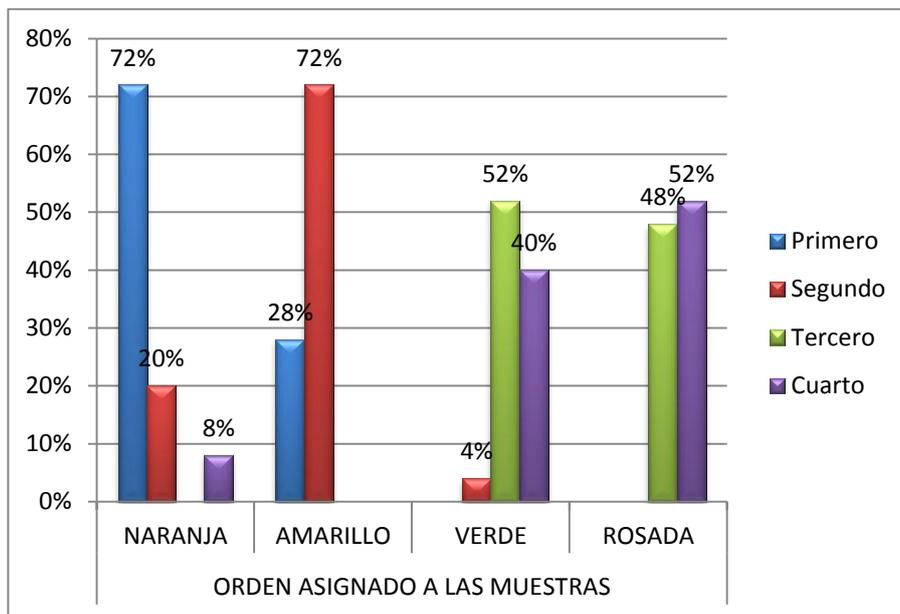
**GRÁFICO Nº5 RELACIÓN DE PORCENTAJES DE LA EVALUACIÓN DEL OLOR DE LAS CUATRO FÓRMULAS DEL SUPLEMENTO ALIMENTICIO DE QUINUA Y GUAYABA DESHIDRATADA**

En los resultados expresados en el Cuadro N°6 y Gráfico N°6 se evidencia la preferencia de la población por las diferentes fórmulas del suplemento alimenticio.

**CUADRO N° 6 EVALUACIÓN DE LA ESCALA DE PREFERENCIA DE CADA UNA DE LAS FORMULACIONES DEL SUPLEMENTO**

Escala de preferencia	ORDEN ASIGNADO A LAS MUESTRAS			
	F <sub>4</sub> (naranja)	F <sub>3</sub> (amarillo)	F <sub>1</sub> (verde)	F <sub>2</sub> (rosada)
Primero	72%	28%		
Segundo	20%	72%	4%	
Tercero			52%	48%
Cuarto	8%		40%	52%

Al evaluar la escala de preferencia de las cuatro fórmulas del suplemento, el 72 % de la población lo define en primer lugar a la fórmula F<sub>4</sub> (naranja) este resultado se ratifica con los parámetros de calidad analizados en los gráficos anteriores donde al mayor porcentaje de la población la agrado el sabor, color, consistencia y olor de esta formulación, se puede notar que la población prefiere un suplemento alimenticio con un sabor ligeramente dulce y agradable, por ello la importancia de usar un edulcorante que enmascare el sabor propio de la quinua y que no aporte calorías, concordando con lo expresado por Badui S (3). “Los edulcorantes son sustancias que endulzan los alimentos. Pueden ser naturales o sintéticos, clasificándose en función de su contenido energético en calóricos y acalóricos”



**GRÁFICO N°6 RELACIÓN DE PORCENTAJES DE LA EVALUACIÓN DE LA ESCALA DE PREFERENCIA DE LAS CUATRO FÓRMULAS DEL SUPLEMENTO ALIMENTICIO DE QUINUA Y GUAYABA DESHIDRATADA**

### **3.7 RESULTADOS DEL CONTROL DE CALIDAD DEL SUPLEMENTO ALIMENTICIO**

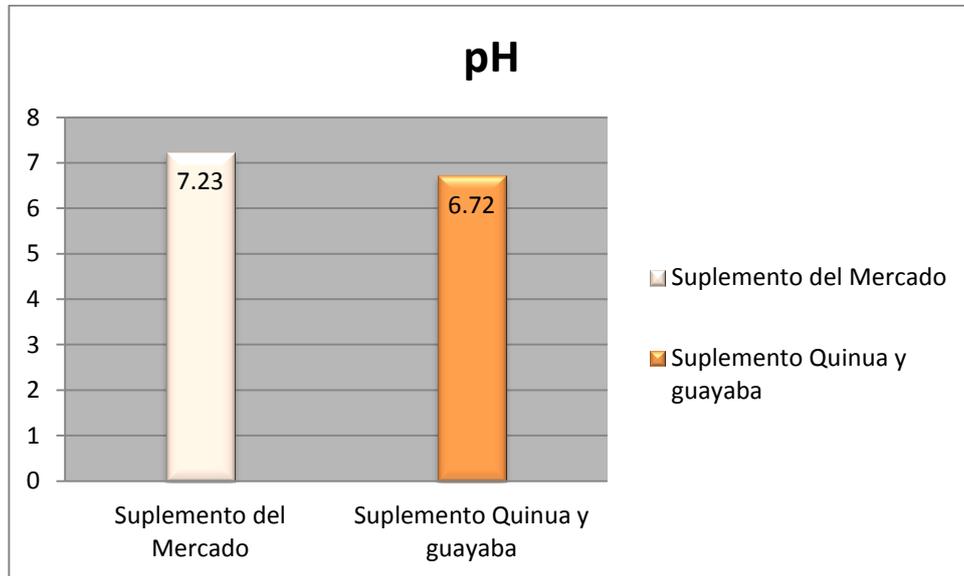
Mediante la evaluación sensorial se determinó que el suplemento alimenticio con mayor aceptabilidad es el que contiene 70% de quinua, 30% de guayaba deshidratada, y 12,5 % de estevia como endulzante, manteniendo características importantes para un suplemento alimenticio en polvo como son: sabor, olor, aspecto, consistencia al ser diluido en líquidos; después de estos resultados, se realizó la evaluación nutricional.

### **PRUEBAS FÍSICAS**

#### **3.7.1 DETERMINACIÓN DE PH**

Como se observa en el gráfico 7, hay una diferencia entre el pH del suplemento del mercado “Super Mix” y el suplemento elaborado a base de quinua y guayaba, esto se

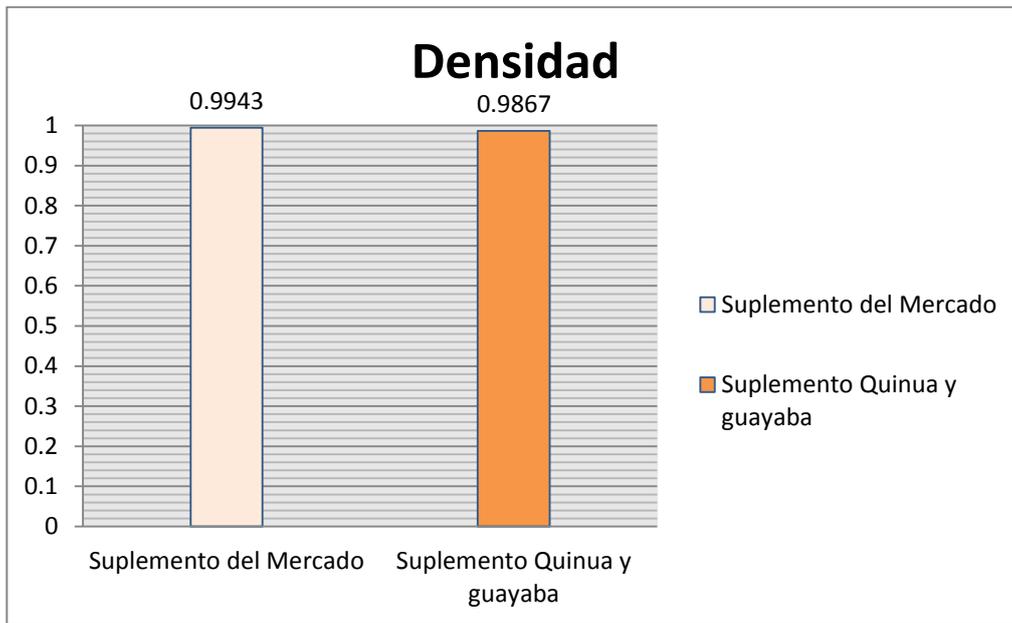
debe a la composición de cada uno, en el caso del suplemento a base de quinua y guayaba se tiene un pH menor, debido a la composición de la guayaba deshidratada que tiene un pH ácido de 5,1.



**GRÁFICO Nº 7 pH DEL SUPLEMENTO A BASE DE QUINUA Y GUAYABA FRENTE A LA DENSIDAD DE UN SUPLEMENTO DE MARCA COMERCIAL “SUPER MIX”**

### 3.7.2 DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD

Al determinar la densidad del suplemento de quinua y guayaba frente al suplemento de la marca comercial “Super mix”, no se observa una diferencia significativa, sin embargo el suplemento de la marca comercial es mínimamente más denso que el suplemento elaborado en la presente investigación, así se puede observar en el Gráfico 8.



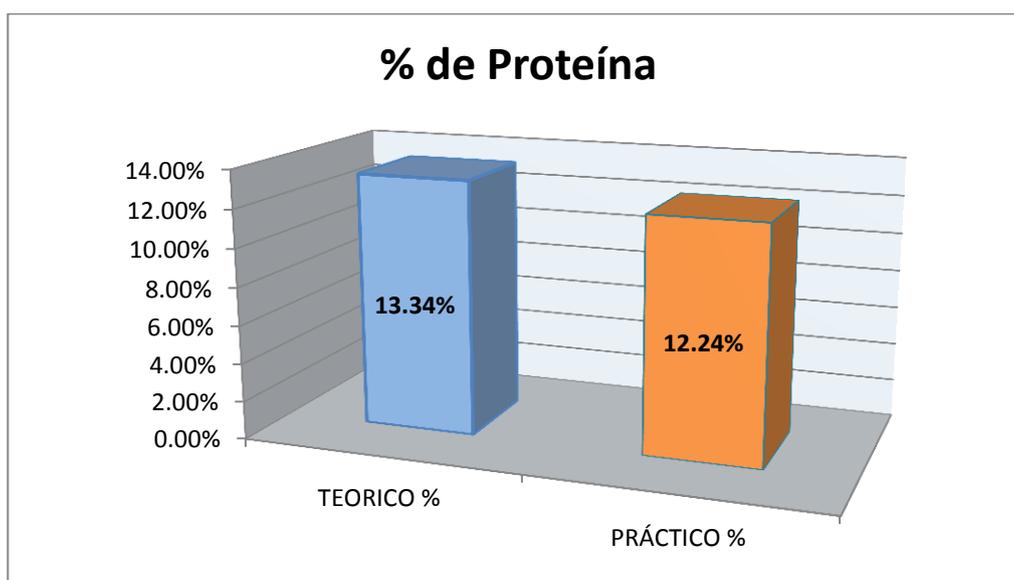
**GRÁFICO Nº 8 DENSIDAD DEL SUPLEMENTO A BASE DE QUINUA Y GUAYABA FRENTE A LA DENSIDAD DE UN SUPLEMENTO DE MARCA COMERCIAL “SUPER MIX”**

## **PRUEBAS QUÍMICAS**

### **3.7.3 DETERMINACIÓN DE PROTEÍNA**

Como se observa en el Gráfico Nº 9 la proteína en el suplemento alimenticio disminuye respecto al porcentaje esperado en los cálculos teóricos, se esperaba un 13,34 % de proteína y se obtuvo 12,24 %, esta diferencia se debe a la cantidad de proteína proveniente de la quinua que se perdió en el tratamiento térmico, debido a la reacción de oscurecimiento (reacción de Maillard), donde interviene la proteína (Lysina con los grupos amino libres), esto no afecta directamente al valor biológico del suplemento porque la quinua no es deficitario en Lysina, así lo corroboran Ayala G., Ortega L., y Morón C. (2) “Con el proceso térmico, se facilita la digestibilidad de la proteína y de los almidones del grano de quinua (gelatinización). Se entiende por desnaturalización de una

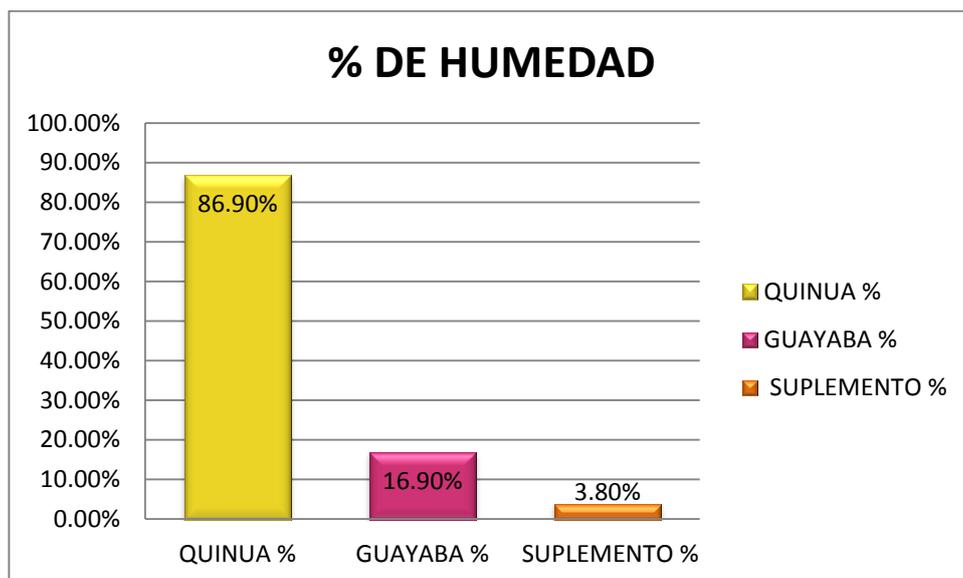
proteína a la alteración irreversible de la conformación nativa (estructura secundaria, terciaria, cuaternaria), que se produce sin la ruptura de enlaces covalentes (con excepción de los enlaces disulfuro).” Y además añaden “La calidad nutricional del grano de quinua es importante por su contenido y calidad proteínica, siendo rico en los aminoácidos lisina y azufrados, mientras que, por el contrario, las proteínas de los cereales son deficientes en estos aminoácidos.”



**GRÁFICO Nº 9 RELACIÓN DEL PORCENTAJE DE PROTEÍNA ESPERADO, CON EL PORCENTAJE OBTENIDO EN EL SUPLEMENTO ALIMENTICIO**

### 3.1.2 DETERMINACIÓN DE HUMEDAD

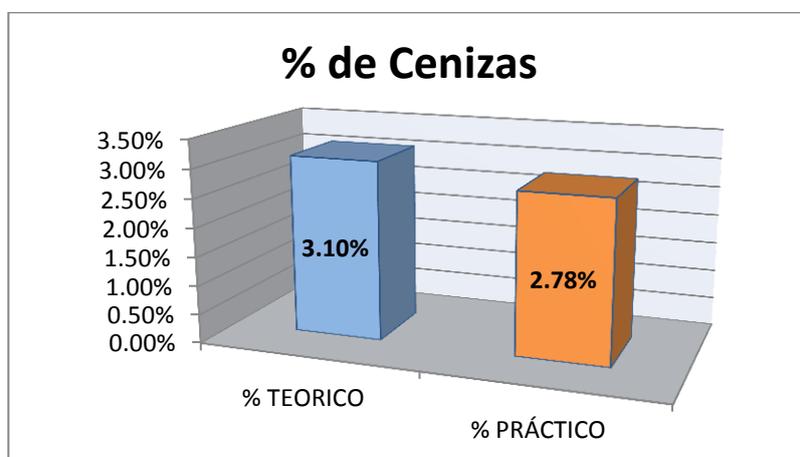
Como se observa en el Gráfico Nº 10 la humedad de la quinua fue 13,1 % y de la guayaba fue de 16,9 % en tanto que en el suplemento alimenticio la humedad resultó de 3,8% siendo muy apropiada para la preservación, y óptima conservación del producto, sabiendo que la disponibilidad de agua en los alimentos influye en el crecimiento microbiano.



**GRÁFICO Nº 10 RELACIÓN DE CONTENIDO DE HUMEDAD EN LA QUINUA, GUAYABA Y EN EL SUPLEMENTO ALIMENTICIO**

### 3.1.3 DETERMINACIÓN DE CENIZAS

Como se observa en el Gráfico Nº11, de cenizas según los cálculos teóricos se esperaba 3,10 %, mientras que en la práctica se obtuvo 2,78%, esto se debe a que una parte de minerales se pierden en el proceso de molienda de la quinua, porque quedan retenidos subproductos como es el epispermo del grano, donde se halla una parte considerable de minerales y la celulosa que son más abundantes en las porciones externas que en las internas.



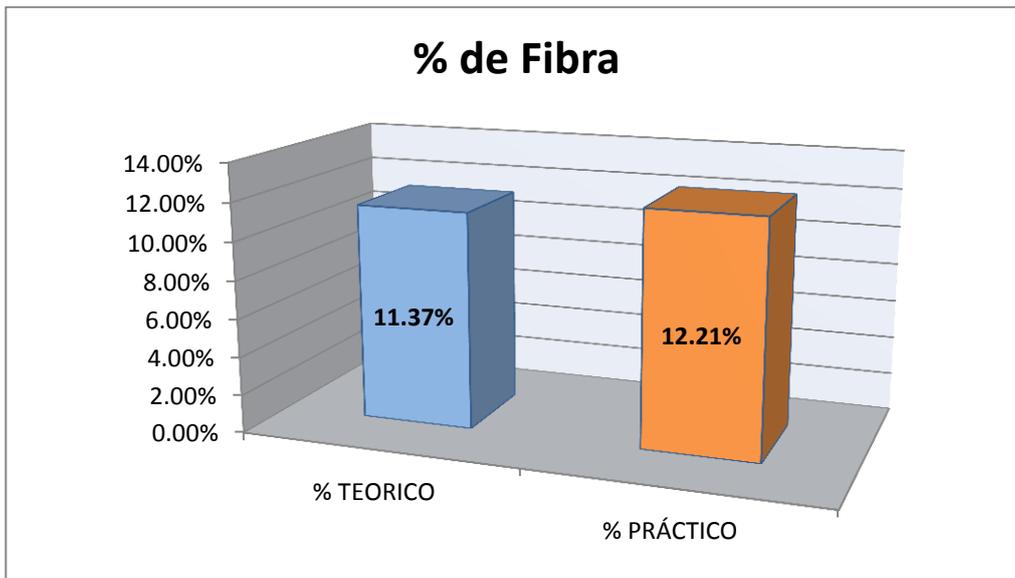
**GRÁFICO Nº 11 RELACIÓN DEL PORCENTAJE DE CENIZAS ESPERADAS, CON EL**

## PORCENTAJE OBTENIDO EN EL SUPLEMENTO ALIMENTICIO

### 3.1.4 DETERMINACIÓN DE FIBRA

De los resultados obtenidos en el análisis de Laboratorio para la determinación de fibra, se observa en el Gráfico N° 12 que el porcentaje práctico 12,21 % es mayor que el esperado según los cálculos teóricos de acuerdo a los ingredientes que es de 11,37 %, este aumento en la cantidad de fibra -pese a la pérdida de celulosa en el epispermo del grano de quinua por efecto de la molienda- se debe al aporte de fibra por parte de las semillas de guayaba que están incluidas en la formulación, así lo ratifica el estudio realizado por Vasco N., Toro J., y Padilla S. (66) en el que afirman “El análisis proximal realizado a las doce selecciones de semillas y un testigo muestran que las semillas de guayaba tienen un alto contenido de materia seca que va de 88-92%, donde un gran porcentaje es fibra, seguido de la porción lipídica.”

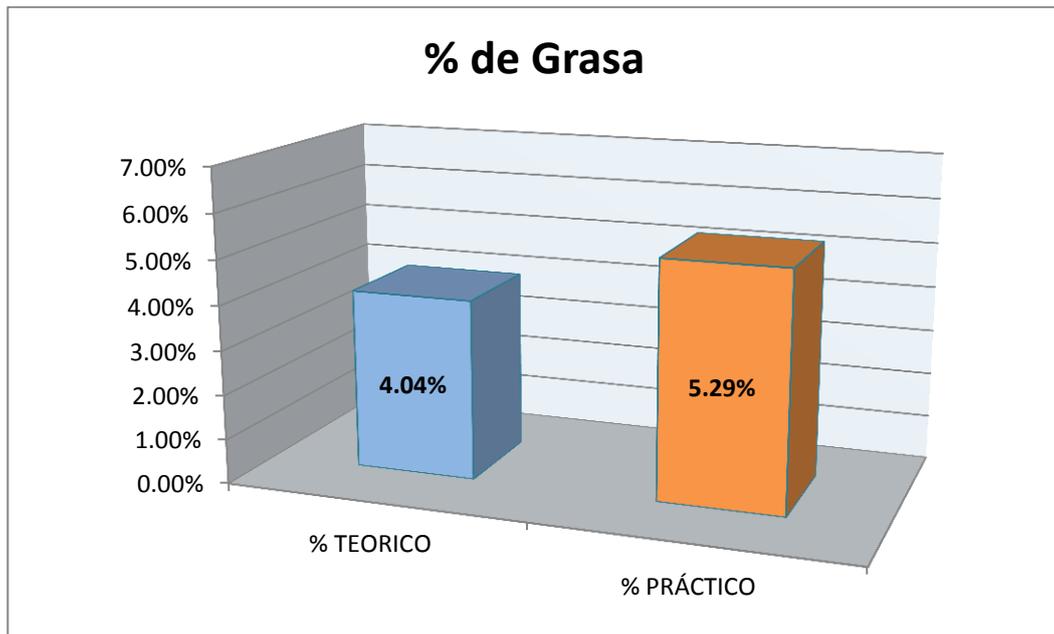
Tomando en cuenta la gran importancia de consumir fibra, ya que su ausencia en la dieta se relaciona con diversos problemas de salud principalmente del sistema digestivo (constipación, hemorroides, y cáncer en el colón). Valdés S. (3), corrobora lo expuesto expresando que “la fibra tiene la capacidad de hincharse al absorber agua, y por lo tanto, de aumentar el volumen de la materia fecal; esto provoca un incremento en los movimientos peristálticos del intestino y facilita el tránsito, la distensión intestinal y, consecuentemente, la defecación; es decir su acción primaria se lleva a cabo precisamente en el colón del ser humano. Tomando en cuenta lo anterior, en los últimos años se ha observado una tendencia hacia el desarrollo de productos altos en fibra, destinados a consumo humano, lo cual ha aumentado el valor agregado de la fibra, que antes se destinaba únicamente a la elaboración de alimento balanceado.”



**GRÁFICO Nº12 RELACIÓN DEL PORCENTAJE DE FIBRA ESPERADA, CON EL PORCENTAJE OBTENIDO EN EL SUPLEMENTO ALIMENTICIO**

### **3.1.5 DETERMINACIÓN DE EXTRACTO ETÉREO**

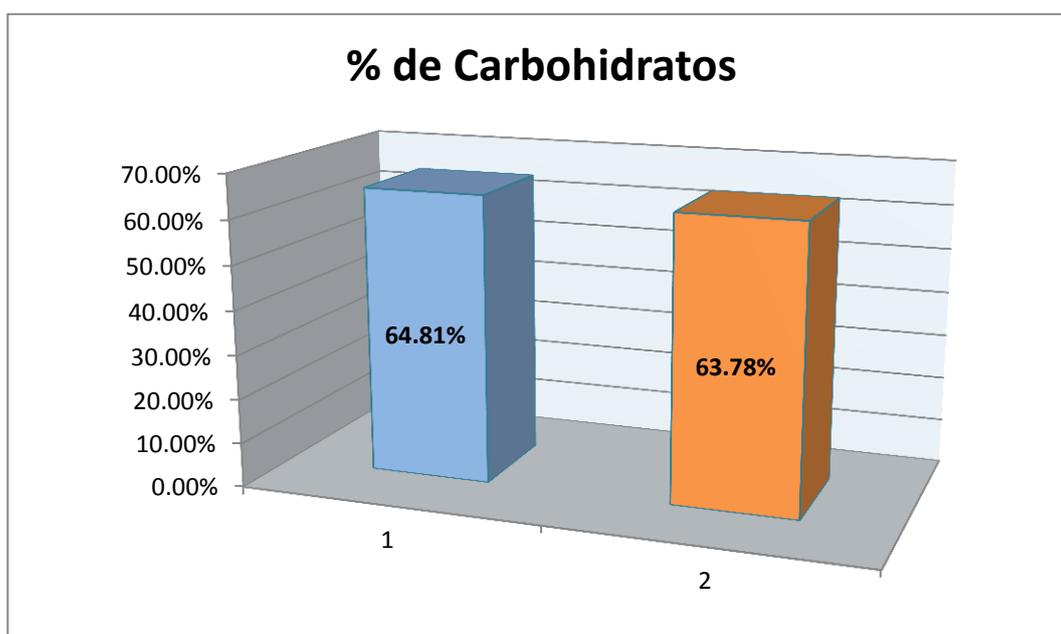
En el Gráfico N° 13 se puede observar que el porcentaje de grasa es mayor en el análisis realizado en el Laboratorio 5,29% que en los cálculos teóricos 4,04% de grasa, estos resultados se debe a la aportación de grasa proveniente de la semilla de la guayaba que no está tomada en cuenta en los cálculos teóricos, esto se confirma por lo manifestado por Vasco N., Toro J., y Padilla S. (66) “Se puede mencionar que la fracción lipídica que contiene la semilla de guayaba va de 8 – 12,75%, en general es altamente poliinsaturado con un alto contenido de ácido linoléico.”



**GRÁFICO Nº 13 RELACIÓN DEL PORCENTAJE DE EXTRACTO ETEREO ESPERADO, CON EL PORCENTAJE OBTENIDO EN EL SUPLEMENTO ALIMENTICIO**

### 3.1.6 DETERMINACIÓN DE EXTRACTO LIBRE NO NITROGENADO

El gráfico Nº 14 nos muestra la relación de extracto libre no nitrogenado que existe entre lo esperado (1), y lo obtenido a través de la diferencia del 100% con los resultados de macronutrientes obtenidos del análisis en el Laboratorio (2), esta reducción en el contenido de carbohidratos se debe a la reacción de Maillard donde se pierden los azúcares reductores, y además se le atribuye la pérdida por la molienda ya que en el epispermo también se encuentra una cantidad considerable de carbohidratos.



**GRÁFICO Nº14 RELACIÓN DE CONTENIDO DE Ex. LIBRE NO NITROGENADO ESPERADO  
CON LO OBTENIDO EN EL LABORATORIO**

### 3.1.7 DETERMINACIÓN DE VITAMINA C

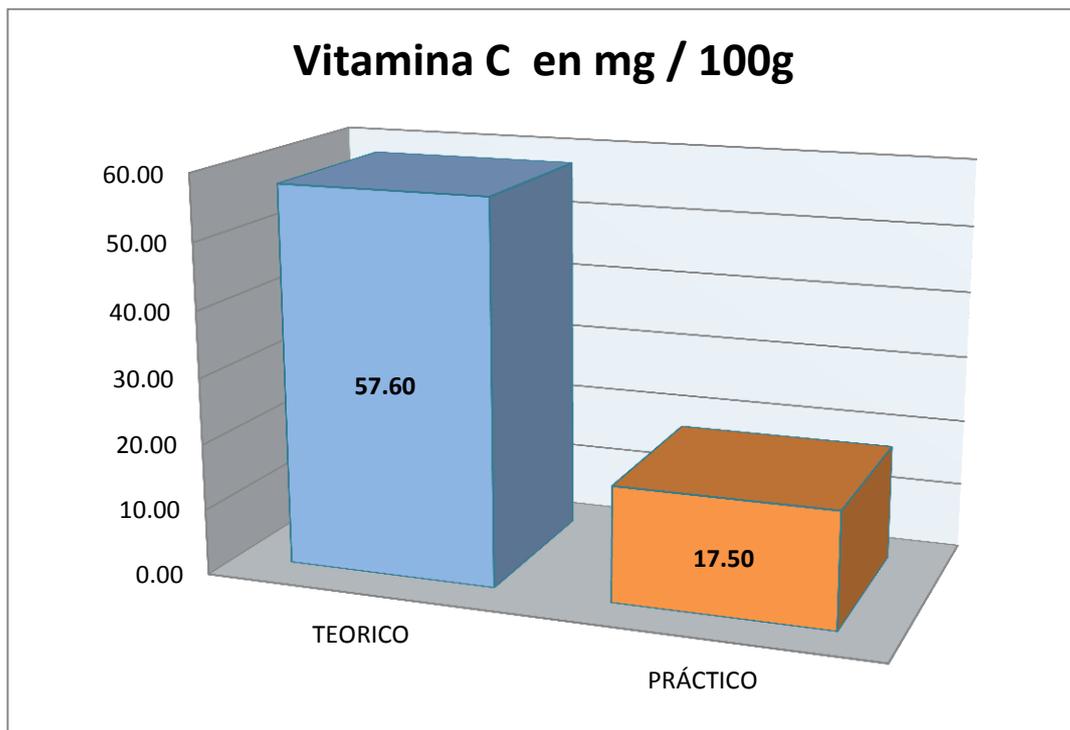
En el gráfico Nº 15 observamos que teniendo la guayaba fresca 192 mg / 100g de vitamina C, y si sólo se utilizó el 30%; teóricamente se esperaba 57,60 mg/100g; pero el resultado disminuyó notablemente, debido a que el ácido ascórbico (vitamina C) es fotosensible, y se pierde por efecto de la deshidratación de la guayaba a 70°C, quedando una mínima cantidad, así lo corrobora Guaygua G. manifestando que “Con respecto a la Vitamina C la guayaba Palmira presenta una concentración de 51,33mg/100g sufriendo una pérdida del 55,26% y la guayaba Chivería presentó una concentración de 61,45 mg /100g sufriendo una pérdida del 49,02%, debido al proceso que fue sometida la fruta ya que este indicador es sensible al calor y la luz.”, si tomamos en cuenta dicha investigación, se debería esperar 15,39 mg de vitamina C en el suplemento, sin embargo se obtuvo 17,5 mg de vitamina C, esto porque en la deshidratación de la guayaba para el suplemento hubo menor oxidación, sabiendo que la vitamina C es muy sensible la

oxidación; así lo expresa Badui S. “La oxidación y pérdida de vitamina C en los alimentos está determinado por muchas variables, principalmente disponibilidad de oxígeno, temperatura, pH metales de transición y luz.”; además lo enuncian Larrañaga I., y otros (16). “La principal acción del oxígeno es oxidar diferentes componentes de los alimentos y producir pérdidas nutritivas o alteraciones organolépticas. Esta acción es muy evidente en las frutas y verduras o en las vitaminas (obsérvese cuadro N° 7)”

**CUADRO N° 7 SENSIBILIDAD DE LAS VITAMINAS A DIFERENTES FACTORES**

<b>Vitaminas</b>	<b>Luz</b>	<b>Calor</b>	<b>Oxidación</b>
A	Muy sensible	Sensible	Muy sensible
D	Muy sensible	Sensible	Muy sensible
E	Sensible	Poco sensible	Sensible
C	Muy sensible	Estable	Sensible
K	Poco sensible	Sensible	Muy sensible
B <sub>1</sub>	Sensible	Muy sensible	Estable
B <sub>2</sub>	Muy sensible	Estable	Estable
B <sub>6</sub>	Sensible	Estable	Estable
B <sub>12</sub>	Sensible	Estable	Estable
Niacina	Estable	Estable	Estable
Ácido Pantoténico	Estable	Sensible	Poco sensible
Ácido Fólico	Sensible	Estable	Sensible

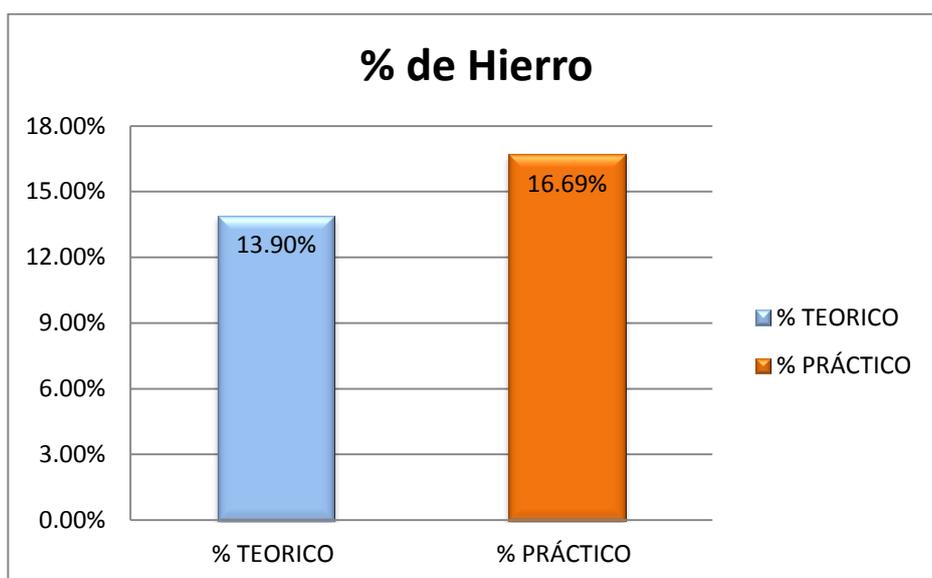
FUENTE: Larrañaga I., y otros. CONTROL DE CALIDAD DE LOS ALIMENTOS



**GRÁFICO Nº 15 RELACIÓN DEL CONTENIDO DE VITAMINA C EN LA FRUTA FRESCA, FRENTE AL CONTENIDO DE VITAMINA C EN EL SUPLEMENTO.**

### 3.1.8 DETERMINACIÓN DE HIERRO

La determinación de hierro se realizó a través del método de absorción atómica, el resultado obtenido es de 16,69 mg/ 100g que supera al resultado teórico que es de 13,90 mg/ 100g este resultado, esto se debe a que el suplemento alimenticio tiene apenas 3,8% de humedad concentrándose los solutos, en este caso los minerales, en tanto la quinua tiene 16,9 % de humedad.



**GRÁFICO Nº 16 RELACIÓN DEL CONTENIDO DE HIERRO TEÓRICO Y PRÁCTICO**

### **3.3 ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DEL SUPLEMENTO ALIMENTICIO**

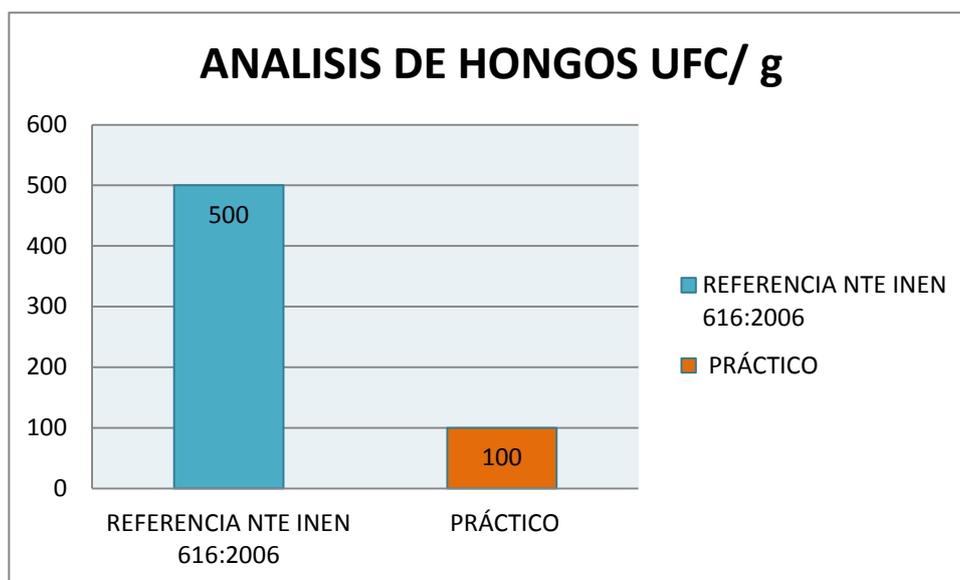
Los resultados del análisis de hongos (Anexo N° 4), se observan en el gráfico N° 17 y tabla 8, donde el valor de hongos es de 100 UFC no teniendo ninguna normativa a seguir en cuanto al análisis microbiológico de los suplementos alimenticios, se realizó la comparación con la normativa para harinas NTE INEN 616:2007 donde los resultados demuestran que el producto está en excelentes condiciones con un valor muy por debajo del permitido, siendo este un factor muy importante porque la presencia en gran cantidad de hongos puede acarrear cambios en el producto como son: modificaciones en las características organolépticas, modificación nutricional, y producción de toxinas; los factores que influyeron en la disminución de hongos en el suplemento son los tratamientos térmicos efectuados en la materia prima básica (quinua y guayaba), y las buenas prácticas de manufactura, así lo ratifican Larrañaga I., y otros (16). “Los métodos de lucha contra los mohos y levaduras son muy similares, siendo muy importante mantener una higiene rigurosa en la cadena de fabricación del producto, en los materiales, y en el lugar de trabajo, con una desinfección adecuada.”, además añaden “En cuanto a los tratamientos aplicables a los alimentos, son buenos los de tipo térmico. La esterilización es preferible a la pasteurización, ya que, en ocasiones esta no es suficiente

para destruir esporas de cadena gruesa. Entre los medios físicos se destacan la deshidratación o liofilización, además de los procedimientos de almacenamiento y conservación en frío”

**CUADRO N° 8 RESULTADOS DEL ANÁLISI MICROBIÓLOGICO**

DETERMINACIONES	MÉTODO USADO	*VALOR REFERENCIAL	VALOR ENCONTRADO
Mohos y levaduras UFC/ g	Extensión en superficie	< 500	< 100
NTE INEN 616:2006			

**Observaciones.** No hay normativa específica, se tomó en cuenta la norma de harinas.



**GRÁFICO N° 17 RELACIÓN DE CONTENIDO DE HONGOS DEL SUPLEMENTO ALIMENTICIO CON RELACIÓN A LA NTE INEN 616:2007**

### 3.4 INFORMACIÓN NUTRICIONAL DEL SUPLEMENTO ALIMENTICIO

En la tabla N° 8 se puede observar la información nutricional del suplemento alimenticio, que se realizó en base a la NTE INEN 1334-2:2011, donde se puede analizar el aporte nutricional del suplemento alimenticio a la dieta diaria. (11) (12)

**TABLA N° 8 INFORMACIÓN DEL SUPLEMENTO**

<b>Información Nutricional</b>			
Porción:	20 g (2 cucharadas)		
Porciones por envase:	7,5		
<b>Cantidad por Porción</b>			
Contenido energético	340 KJ (80 Kcal)		
			<b>%VDR*</b>
<b>Grasa Total</b>	1,1	g	2%
Potasio	260	mg	8%
<b>Carbohidratos totales</b>	13	g	4%
Fibra Dietética	2,4	g	10%
<b>Proteína</b>	3	g	6%
Azúcar	3	g	---
Tiamina (Vit. B <sub>1</sub> )	0,05	mg	6%
Riboflavina (Vit. B <sub>2</sub> )	0,06	mg	6%
Niacina (Vit. B <sub>3</sub> )	4	mg	20%
A. ascórbico (Vit. C)	4	mg	8%
Calcio	15,9	mg	2%
Hierro	3,3	mg	25%
Fósforo	70	mg	8%
Magnesio	45	mg	15%
Manganeso	0,3	mg	15%
Zinc	1,5	mg	10%
*Los porcentajes de los valores diarios están basados en una dieta de 2000 calorías. Sus valores diarios pueden ser más altos o más bajos dependiendo de sus necesidades energéticas.			
Calorías por gramo:			
Grasa	9	Carbohidratos	4
		Proteína	4

### **3.5 ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LA EVALUACIÓN BIOLÓGICA DEL SUPLEMENTO A TRAVÉS DE LA RELACIÓN DE EFICIENCIA DE LA PROTEÍNA (PER)**

Este análisis es un método establecido que tiene estandarizado algunos parámetros como: cantidad de proteína, el tiempo que dura el bioensayo 28 días; en la presente investigación este tiempo se modificó en base al estudio realizado por Olza J., Porres J., Urbano G., Martínez E., y Hernández A, (2008) en la Universidad de Granada-España, quienes manifiestan que este bioensayo se puede llevar a cabo en 10 días y que los resultados no varían, optimizando de esta manera el tiempo. Se solicitó a través de un mail (Anexo 5) a uno de los investigadores, los fundamentos para realizar el bioensayo en 10 días y su respuesta fue “Efectivamente son 28 días que establece la metodología del PER, sin embargo en los últimos años se ha usado el GEC growth efficiency coefficient, el cual es equivalente a la metodología del PER en 10 días y te evita enfrentar criterios de nombres de metodologías; existe una tesis aquí en la Universidad donde se correlacionó las dos metodologías (10 y 28 días), y podían ser equivalentes.”, este fundamento fue suficiente para llevar a cabo el proceso en 10 días.

En los gráficos y tablas que se encuentran a continuación se puede observar los resultados obtenidos utilizando el programa estadístico Gstat, donde se realizó ANOVA, Test de Bonferroni al 95 % de confianza, que nos permitió determinar la diferencia o igualdad entre grupos, los resultados se aprecian en la tabla N° 9.

**CUADRO N° 9 RESULTADOS DEL CONTROL BIÓLOGICO DE LA PROTEÍNA DEL SUPLEMENTO**

<b>GRUPOS</b>	<b>Peso ganado (g)</b>	<b>Proteína ingerida (g)</b>	<b>PER experimental</b>	<b>PER ajustado</b>
<b>Grupo blanco</b> Dieta normal	19,3	10,41	1,85	1,28
	19,5	10,75	1,81	1,26
	22	11,19	1,97	1,37
	21,1	11,27	1,86	1,29
<b>Grupo Control</b> Dieta: cuya única fuente de proteína fue caseína	39,9	11,46	3,48	2,42
	39,2	10,72	3,6	2,5
	39,6	10,83	3,61	2,51
	37,3	10,39	3,59	2,49
<b>Grupo experimental</b> Dieta: cuya única fuente de proteína (Quinua)	40,7	10,52	3,87	2,69
	41,6	10,96	3,8	2,64
	42,1	10,98	3,83	2,66
	40,1	10,34	3,88	2,69

---

Grupos	blanco	control	experimental
N	4	4	4
Media	1.3000	2.4800	2.6475
Mediana	1.2850	2.4950	2.6500
Moda	1.2600	2.4200	2.6000
Varianza	0.0023	0.0017	0.0014
Desviación Típica	0.0483	0.0408	0.0377
Mínimo	1.2600	2.4200	2.6000
Máximo	1.3700	2.5100	2.6900
Rango	0.1100	0.0900	0.0900
Coeficiente de Variación	3.7157	1.6462	1.4258

---

(\*) Usar con propósito de estimación para el I.C. de la media

22/04/2012 19:32

Anova Un Factor, Comparaciones Múltiples

=====  
=====

Variable Respuesta: PER  
Variable Explicativa: grupos  
Número de Casos: 12

Método: Bonferroni al 95.00%

-----

Grupos	N	Media	Homogéneos
Blanco	4	1.3000	X
Control	4	2.4800	X
Experimental	4	2.6475	X

-----

Contraste	Diferencia	+/- Límite
Blanco VS control	*-1.1800	*0.0882
Blanco VS experimental	*-1.3475	*0.0882
Control VS experimental	*-0.1675	*0.0882

-----

\* Diferencia estadísticamente significativa.

Para el análisis estadístico se planteó las siguientes hipótesis:

$H_0: \mu \text{ blanco} = \mu \text{ control} = \mu \text{ experimental}$

$$H_0 = 0$$

$H_1: \mu \text{ blanco} \neq \mu \text{ control} \neq \mu \text{ experimental}$

$$H_1 \neq 0$$

Como se puede observar en los resultados en el ANOVA de un factor comparaciones múltiples, las medias de cada grupo tienen diferencia significativa en el PER (Relación de Eficiencia de la Proteína), esto quiere decir que al menos un grupo es diferente a otro.

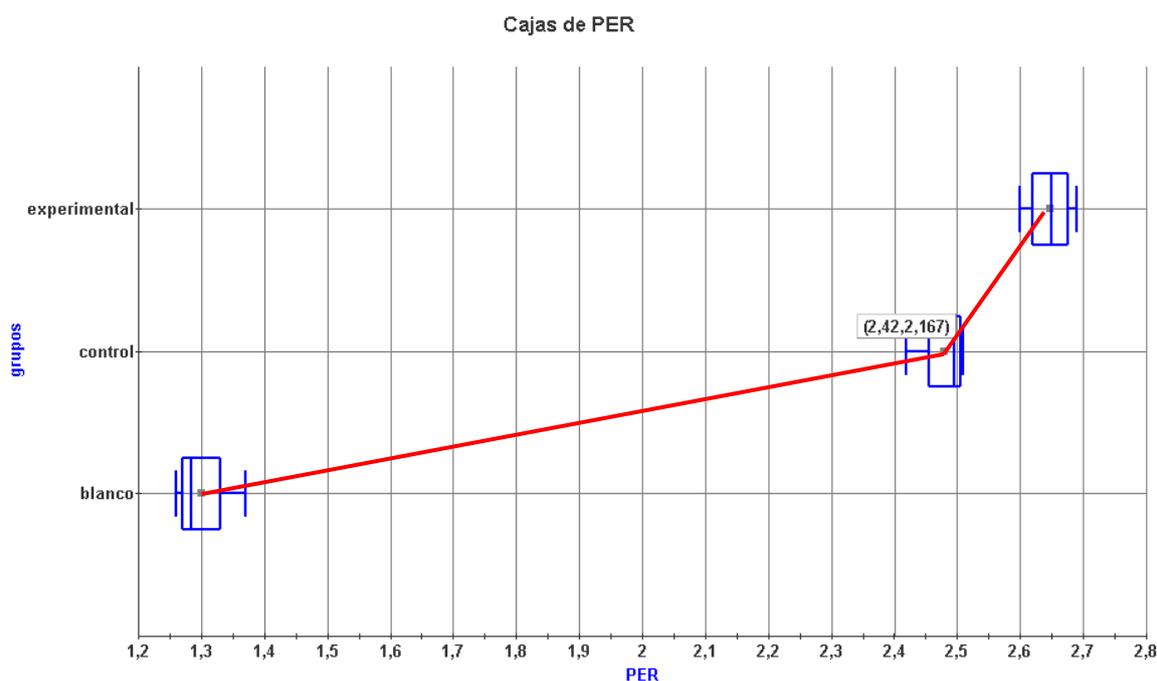
De acuerdo al resultado de la media se observa que es el grupo experimental el que alcanza un mayor PER, seguido del grupo control y finalmente el grupo blanco.

La desviación típica permite indicar la dispersión de los resultados del PER en este caso, los resultados más dispersos se encuentran en el grupo blanco.

El coeficiente de variación hace referencia a la homogeneidad de los resultados, si el coeficiente de variación es menor a 30 es homogéneo, si el resultado es mayor a 30 es heterogéneo, en este caso particular los resultados del coeficiente de variación de los tres grupos son menores a 30, por tanto los resultados son homogéneos, siendo el más homogéneo el grupo control.

Como el p-valor es menor que  $\alpha = 0,05$  la hipótesis nula se rechaza y se acepta la hipótesis alternativa, es decir al menos uno de los tres grupos presenta diferencia en el PER.

Y como se puede diferenciar en el gráfico 18 el análisis de las cajas.



**GRÁFICO Nº 18 CAJAS Y ALAMBRES DE LA DIFERENCIA DE PER ENTRE LOS GRUPOS BLANCO, CONTROL Y EXPERIMENTAL**

En este gráfico de cajas y alambres, se puede corroborar los resultados del coeficiente de variación porque el ancho de las cajas es uniforme es decir los resultados son homogéneos.

Además podemos observar el incremento del PER tanto del grupo control como del grupo experimental.

Finalmente el resultado del PER del grupo experimental supera al grupo control, esto debido al contenido de aminoácidos, como se observa en el Anexo fotografías, el contenido de aminoácidos esenciales en la quinua es muy comparable a la proteína de la leche entera (caseína y lactosuero), además la digestibilidad de la quinua tiene un alto porcentaje debido al tratamiento térmico realizado, además este tratamiento y la formulación del suplemento contribuyo a la palatabilidad por tanto los primeros días (3 días de adaptación a la dieta), consumieron más alimento las ratas del grupo experimental frente a las ratas del grupo control que los dos primeros días rechazaban el alimento en

porcentajes mínimos pero significativos, esto contribuyo a la ganancia en peso del grupo experimental que se adaptó a la dieta más rápido, estos resultados se corroboran con el análisis de Beitz et al. (1997), quien consideró el estudio de López (1976) y redacta así: “las ratas alimentadas con quinua cocida ganan mayor peso corporal que el grupo control que consumió caseína (una diferencia de 32 g) que fue estadísticamente significativa ( $p \leq 0.01$ ). Las ratas alimentadas con quinua no cocida ganaron menos peso que las ratas que consumieron caseína. La explicación del mayor aumento de peso de las ratas que consumieron quinua cocida se debe a que ingirieron más quinua (314 g) comparadas con las que consumieron caseína (227 g) y quinua sin cocción (194 g). Otra explicación del incremento de peso en las ratas que ingirieron más quinua cocida, se debe a que la temperatura desnaturaliza la proteína de la quinua exponiendo las cadenas de aminoácidos a la acción de las proteasas digestivas y de esta forma son más digeribles para el organismo, también la temperatura destruye los factores antinutrientes, tales como la saponina y otros, finalmente la cocción mejora la palatabilidad. El calentado de las proteínas desarrolla aromas típicos en los que los aminoácidos participan como precursores. Las investigaciones con alimentos han demostrado que los aromas característicos aparecen vía reacción de Maillard y que son compuestos derivados especialmente de cisteína, metionina, ornitina y prolina”, también Ayala G., Ortega L., y Morón C. (2) expresan “Los valores resultantes de PER corregido para la quinua variedad blanca (3.32) y Sajama amarilla (2.11), están muy cercanos a la cifra del PER corregido para la caseína (2.50). Estos datos son corroborados por los de White et al. (1955) que informa que la calidad de la proteína de la quinua es igual a la proteína de la leche entera en polvo, cuando las ratas de laboratorio fueron alimentadas con 9 % de la proteína.”

## CAPÍTULO IV

### CONCLUSIONES.

1. Se determinó que el tratamiento térmico óptimo para la solubilidad del almidón de la quinua (*Chenopodium quinoa*) es de 150 °C por 30 minutos, en estas condiciones al disolver en agua el polvo de quinua, se logró un sistema homogéneo sin precipitado, esto explica la solubilidad alcanzada por el almidón con este tratamiento.
2. Se estableció cuatro formulaciones del suplemento en polvo con diferentes proporciones de los ingredientes básicos así: F<sub>1</sub> 70% quinua y 30 % guayaba, F<sub>2</sub> 80% quinua y 20 % guayaba, F<sub>3</sub> 70% quinua, 30 % guayaba más edulcorante (esteviósido + jarabe de maíz), F<sub>4</sub> 80% quinua, 20 % guayaba más edulcorante; se realizó la degustación y se determinó que la formulación F<sub>4</sub> tiene mayor aceptación por la población.
3. Se realizó el análisis físico químico a la formulación de mayor aceptabilidad y se obtuvieron los siguientes resultados: Proteína (12,24%), humedad (3,8%), Cenizas (2,78 %), Fibra (12,21%), Extracto Etéreo (5,29%), Extracto Libre no Nitrogenado (63,78%), Vitamina C (17,50mg/100g), Hierro (16,69 mg/100g) pH (6,72), densidad (0,9867); estos resultados expresan que el suplemento alimenticio a base de quinua y guayaba es un complemento ideal para la dieta diaria de niños y adultos.

4. Al evaluar el PER (Relación de Eficiencia Proteínica) del suplemento alimenticio, los resultados determinaron que el suplemento alimenticio tiene mayor PER frente a la caseína, debido al aporte de aminoácidos esenciales de la proteína de quinua que se halla en el suplemento, además de la digestibilidad y la palatabilidad del mismo, estableciendo que este suplemento aporta con una proteína de alto valor biológico.

## **CAPÍTULO V**

### **RECOMENDACIONES**

1. Se sugiere que este producto se tomé 3 veces al día en agua, leche o jugos naturales, por su alto valor nutritivo, especialmente para niños con desnutrición y/o anemia ferropénica, y también para personas adultas que requieran complementar su dieta diaria.
2. Que este suplemento alimenticio sea parte del programa de Alimentación Escolar del Gobierno de la República del Ecuador, por el contenido de nutrientes que aporta, por ser una bebida instantánea que se puede consumir fría o caliente, y además porque la materia prima utilizada es de origen natural y bajo costo contribuyendo así al “Sumak kawsay”.
3. Que la investigación se lleve a cabo en niños hospitalizados, para comprobar los beneficios del suplemento alimenticio con una dieta controlada.
4. Utilizar otro método de secado de la guayaba, para evitar la pérdida excesiva de vitamina C, optimizando la concentración de ésta en el suplemento alimenticio.
5. Que se practique otros métodos no térmicos para la solubilidad del almidón de la quinua, para que no haya pérdida de proteína por reacción de Maillard.

## CAPÍTULO VI

### RESUMEN

Determinación del protocolo de elaboración y control de calidad de un suplemento alimenticio en polvo a base de quinua (*Chenopodium quinoa*) y guayaba (*Psidium guajava*) deshidratada, realizado en el Laboratorio de Alimentos de la Escuela de Bioquímica y Farmacia de la ESPOCH.

En la presente investigación se utilizó el método científico inductivo, donde se trató térmicamente a la quinua a una temperatura de 150 ° C por 30 minutos, por el gran contenido de almidón que esta presenta -66%-, para alcanzar la solubilidad, posteriormente se implantó 4 formulaciones del suplemento con diferentes concentraciones de los ingredientes básicos (quinua y guayaba), determinando la mejor fórmula a través de pruebas de degustación; se efectúa un control de calidad a través del análisis bromatológico, cuyos resultados fueron Proteína (12,24%), Cenizas (2,78 %), Fibra (12,21%), Extracto Etéreo (5,29%), Extracto Libre no Nitrogenado (63,78%), Vitamina C (17,50mg/100g), Hierro (16,69 mg/100g).

Se realizó un control biológico de la proteína del suplemento a través de la evaluación del PER (Relación de Eficiencia Proteica) en ratas wistar de Laboratorio, para lo que se dividió en tres grupos G1 (Grupo Blanco alimentado con la dieta normal), G2 (Grupo control alimentado con una fórmula adaptada al suplemento donde la única fuente de proteína fue la caseína), G3 (Grupo experimental alimentado con el suplemento alimenticio donde la fuente de proteína fue la quinua), los datos así obtenidos se analizaron estadísticamente mediante ANOVA de un factor con datos agrupados y la prueba estadística posterior de Bonferroni a un intervalo de confianza del 95%. Los resultados muestran claramente que el suplemento alimenticio tiene mayor eficiencia proteínica que la caseína, utilizada como proteína control.

Concluyo de esta manera que, el protocolo de elaboración del suplemento alimenticio a base de quinua y guayaba, y el aporte de la proteína de alto valor biológico queda científicamente comprobado con la presente investigación.

Recomiendo que a partir de este trabajo científico, se prosigan futuras investigaciones y aplicaciones de la quinua (*Chenopodium quinoa*).

## **SUMMARY**

Determination of production protocol and quality control of a quinoa (*Chenopodium quinoa*) and dehydrated guava based nutritional supplement powder, prepared at ESPOCH Food Laboratory-School of Biochemistry and Pharmacy.

The following research used the inductive method, in which quinoa heat-treatment took place at 150 degrees Celsius in a hot air oven with controlled humidity during 30 minutes, so that the hydrogen bonds that hold together the grains of starch are broken decreasing the size of the starch chains and allowing the solubility of quinoa, subsequently it was implanted 4 supplement formulas with different concentrations of basic ingredients (quinoa and guava), determining the best formula through tasting tests; a quality control through a Chemical composition analysis was carried out getting the following results: 12.24% Protein, 2.78% ash, 12.21% fiber, 5.29% Ether Extract 63.78% Nitrogen-free Extract, 17.50mg/100g C vitamin, 16.69mg/100g Iron.

A biological control of protein supplement was carried out through PER evaluation (protein efficiency ratio) in Wistar laboratory rats which were divided into three groups; G1 (White group fed with normal diet), G2 (Control group fed with an adapted formula where the only protein source was casein), G3 (Experimental group fed with food supplement where the protein source was quinoa), the data obtained were statistically analyzed through ANOVA of a group-data factor and the Bonferroni post-statistical test with a 95% confidence interval. The results clearly show that the nutritional supplement has higher protein efficiency than casein, used as a protein control.

It is concluded that the production protocol of the nutritional supplement are based quinoa and guava and value protein that is scientifically with the present research.

It is recommended to carry on future researches based on quinoa uses.

## CAPÍTULO VII

### BIBLIOGRAFÍA

1. **ASTIASARÁN, I.**, Alimentos Composición y Propiedades., 2a. ed., México D.F- México., Mc Graw – Hill Interamericana., 2000., Pp. 298.
2. **AYALA, G. y otros.**, Valor nutritivo y usos de la Quinoa., 3a. ed., Zaragoza-España., 1998., Pp. 12-37.
3. **BADUI, S.**, Química de los Alimentos., México DF- México., 2006., 4ª ed., Pp. 119-233.
4. **BARBOSA, G.**, Deshidratación de Alimentos., Zaragoza- España., Pp.89-153
5. **BELITZ, G.**, Química de los Alimentos., 2a.ed. Zaragoza-España., 2006 Editorial Acribia., Pp. 29- 58.
6. **BRAVERMAN, J.B.S. 1980.** Introducción a la Bioquímica de los Alimentos. México D.F.- México., 2001., Pp. 135-138.
7. **BROKS, G. y otros.**, Microbiología de alimentos., 3ª ed., Bogotá-Colombia., Pp. 67-98.

8. **CARRASCO, D.**, Química Agrícola de Alimentos., 4a. ed., Madrid-España., 2005., Pp. 576-590.
9. **DUCKWORTH, R.**, Frutas y verduras., 1a. ed., Zaragoza-España Pergamon Press Ltda., 1998., Pp. 34-36.
10. **FEELLOWS, P.**, Tecnología del Procesado de Alimentos., 2a. ed., Zaragoza España., 2008., Pp. 316-320.
11. **GALLEGOS, J.**, Prácticas de Microbiología de Alimentos. Riobamba-Ecuador., 1996., Pp. 43,45.
12. **IÑAGUEZ, S.**, Determinación de la acidez titulable., Quito- Ecuador., 1985., Pp. 23-54.
13. **INSUASTI, F.**, Rotulado de productos alimenticios para consumo humano., Quito- Ecuador., 2011., Pp. 3-9.
14. **JARA, I.**, Control Microbiológico de los Alimentos., Quito- Ecuador., 1998., Pp. 16.
15. **LARRAÑAGA, I. y otros.**, Control e higiene de los Alimentos., 1a. ed., Barcelona- España., Mc Graw-HILL Interamericana., Pp. 390-401.
16. **LUCERO, O.**, Técnicas de Laboratorio de Bromatología y análisis de Alimentos., Riobamba- Ecuador., 2005., Pp.1- 50
17. **MENDOZA, E. y otros.**, Bromatología, Composición y Propiedades de los alimentos., 1a. ed., México DF- México., Mc Graw Hill., Pp. 3-70.
18. **MONTGOMERY, P. y otros.**, Bioquímica, Casos y texto., 6a. ed., Madrid-

España., Harcourt Brace., 1998., Pp. 158-160.

19. **OLZA, J. y otros.,** Evaluación biológica de la calidad de una mezcla de Proteínas en nutrición enteral., Madrid –España., 2008., Pp. 15-21.
20. **TORRES, S.,** Tabla de composición de alimentos ecuatorianos., Riobamba-Ecuador., 1995., Pp. 11.
21. **TORTOSA, E.,** Química Agrícola., Madrid-España., Pp. 34-58.
22. **VALVERDE, RAÚL.** 1987. Caracterización y Dosificación de los Ácidos Grasos de la Quinoa. Ecuador. s.e. pp. 123-143.
23. **WITTIG, E.,** Evaluación Sensorial., Santiago- Chile., SACA., 1998 Pp.1-150.
24. **YUFERA, E.,** Química de Alimentos., Madrid-España., 1979., Pp. 8-23.
25. **BERMEJO, M.,** Efecto de diferentes niveles de harina de quinua en la Elaboración de una bebida proteica de lactosuero., Riobamba-Ecuador., 2010., Pp. 32-56.
26. **CABEZAS, G.,** Elaboración y evaluación nutricional de galletas con quinua y Guayaba deshidratada., Riobamba- Ecuador., 2010., Pp., 12-43.
27. **ENRICO, C.,** Desarrollo de una Barra de Cereal tipo “snack” utilizando Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd) y Nuez (*Juglans regia*)., Santiago- Chile., Pp. 23-56.
28. **ERAZO, S.,** Elaboración de galletas Integrales enriquecidas con Quinoa (*Chenopodium quinoa* L) y chocho (*Lupinus mutabilis* Sweet) Edulcoradas con panela., Quito-Ecuador., 2008., Pp. 11-32.
29. **GUAYGUA, G.,** Efecto de la deshidratación en secador de bandejas sobre

El valor nutritivo de dos variedades de guayaba (*Psidium guajava*),  
Riobamba- Ecuador., 2010., Pp. 78-93.

30. **MUNIVE, L.**, Elaboración de un suplemento alimenticio a partir de hidrolizado  
De soya y almidón de maíz., Quito- Ecuador., 2009., Pp. 36.
31. **JAYA, E.**, Evaluación del potencial nutritivo de donas elaboradas con una  
Mezcla de harina de quinua (*Chenopodium quinoa willd*) y  
Harina de trigo (*Triticum vulgare*)”, Riobamba- Ecuador., Pp. 12-19

**32. ACIDO ASCORBICO**

<http://milksci.unizar.es/bioquimica/temas/vitamins/ascorbico.htm>

2011/12/22

**33. ADITIVOS ALIMENTARIOS**

[http://www.saludalia.com/Saludalia/web\\_saludalia/vivir\\_sano/doc/.htm](http://www.saludalia.com/Saludalia/web_saludalia/vivir_sano/doc/.htm)

2012/04/12

**34. ALIMENTOS**

<http://procesodesecadodealimentos.bioalimentis.htm>

2012/03/24

**35. ANÁLISIS BROMATOLOGICO**

<http:// analisisbromatologicodealimentos.htm.cao>

2012/04/06

**36. ANÁLISIS SENSORIAL**

<http://es A1lisis Sensorial de Alimentos//>

2012/03/20

**37. ANÁLISIS SENSORIAL DE LOS ALIMENTOS**

[http://es.wikibooks.org/wiki/An%C3%A1lisis\\_Sensorial\\_de\\_Alimentos](http://es.wikibooks.org/wiki/An%C3%A1lisis_Sensorial_de_Alimentos)

2012/03/25

**38. ANÁLISIS DE VARIANZA**

[http://es.wikipedia.org/wiki/An%C3%A1lisis\\_de\\_varianza](http://es.wikipedia.org/wiki/An%C3%A1lisis_de_varianza)  
2012/04/11

**39. ANÁLISIS DE LA VARIANZA**

<http://www.monografias.com/trabajos7/anva/anva.shtml>  
2012/04/11

**40. ANÁLISIS DE LA VARIANZA**

<http://www.seh-lelha.org/anova.htm>  
2012/04/13

**41. AROMA Y OLOR**

<http://mazinger.sisib.uchile.cl/repositorio/cienciasquimicasyfarmaceuticas>  
2012/04/12

**42. DESHIDRATACIÓN**

<http://www.conasi.eu/content/pdfs/articulos/deshidrarar.pdf>  
2012/04/23

**43. DESHIDRATACIÓN**

<http://deshidratacióndefrutasparasuconservación.htm>,

2012/04/12

**44. DIRECTRICES PARA SUPLEMENTOS ALIMENTICIOS CODEX**

[www.codexalimentarius.net/download/standards/](http://www.codexalimentarius.net/download/standards/)

2011/11/15

**45. ESTABILIZANTES**

<http://www.consumer.es/seguridad-alimentaria/cienciaytecnología.htm>.

2012/04/21

**46. HARINA DE QUINOA**

<http://www.nutrisa.cl/productos/ciclopausa/>

2012/04/21

**47. HARINA DE QUINOA**

<http://www.nutricion.probeneficiosquinua>.

2012/03/23

**48. HARINA DE QUINUA**

<http://taninos.tripod.com/quinua.htm>

2012/04/23

**49. HARINAS DE CASTAÑA Y QUÍNOA COMBATEN OSTEOPOROSIS Y DEPRESIÓN**

[http://www.lanacion.cl/prontus\\_noticias/site/artic/](http://www.lanacion.cl/prontus_noticias/site/artic/)

2012/03/24

**50. INTRODUCCIÓN PROPIEDADES FÍSICO- QUÍMICAS**

[http://www.acidoascorbico/propiedades\\_fisico-quimicas.com/vitamina](http://www.acidoascorbico/propiedades_fisico-quimicas.com/vitamina)

2012/03/23

**51. LA DESHIDRATACIÓN EN LOS ALIMENTOS**

<http://www.nocturnar.com/forum/gastronomia/373173-deshidratación.htm>

2012/03/23

**52. LA GUAYABA**

<http://www.exofrut.com/espanol/guayaba.htm>

2012/03/24

**53. LA GUAYABA**

[http://www.clubplaneta.com.mx/cocina/la\\_guayaba.htm](http://www.clubplaneta.com.mx/cocina/la_guayaba.htm)

2012/03/25

**54. LOS BENEFICIOS NUTRICIONALES DE LA GUAYABA**

<http://www.nutricion.pro/04-06-2008/alimentos/beneficios.htm.com>

2012/03/24

**55. LA HARINA DE QUINUA**

[http://visionchamanica.com/alimentacion\\_sana/quinua.htm](http://visionchamanica.com/alimentacion_sana/quinua.htm)

2012/03/23

**56. LA QUINUA EN EL ECUADOR**

<http://www.sica.gov.ec/censo/contenido/quinua>

2012/04/23

**57. LA QUINUA**

[http://www.inkanatural.com/es/alimentacion\\_natural/quinua.html](http://www.inkanatural.com/es/alimentacion_natural/quinua.html)

2012/04/23

**58. LA QUINUA EL GRANO DE ORO**

<http://laquinua.blogspot.com/2007/08/valor-nutricional>

2012/04/23

**59. LAQUINOA UN PRODUCTO DE LOS INCAS**

<http://saberessabores.com.ar/quinoa.htm>

2011/11/04

**60. LO ÚLTIMO EN NUTRICIÓN**

<http://www.agora.org.do/publicaciones/guias/download/guayaba.pdf>

2011/11/26

**61. PROPIEDADES DE LOS CEREALES**

<http://www.botanical-online.com/cerealespropiedades.htm>

2012/04/23

**62. SUPLEMENTOS ALIMENTICIOS Y CONTROL DE CALIDAD**

[www.ecomint.com.ec/sanita.htm](http://www.ecomint.com.ec/sanita.htm)

2012/03/21

**63. TODO SOBRE LA QUINUA**

<http://laquinua.blogspot.com/2009/05/carbohidratos.html>

2011/11/15

**64. LEGISLACIÓN DE LOS SUPLEMENTOS EN AMÉRICA**

<http://www.docstoc.com/legislaciondecomplementosalimenticios>

2011/11/09

**65. UNA ALTERNATIVA SALUDABLE FRUTASDESHIDRATADAS**

<http://www.vivir-sano.net/salud-y-alimentacion/frutas-deshidratadas>

2012/02/03

**66. VARIEDAD SOBRE QUINUA**

<http://www.prodiversitas.bioetica.org/quinua.htm>

2012/02/23

## **CAPÍTULO VIII**

### **ANEXOS**

**ANEXO No. 1 ENCUESTA PARA LAS PRUEBAS DE DEGUSTACIÓN**

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE CIENCIAS

ESCUELA DE BIOQUÍMICA Y FARMACIA

Estamos desarrollando el Proyecto de investigación "Elaboración y control de calidad de un suplemento alimenticio en polvo a base de quinua (*Chenopodium quinoa*) y guayaba (*Psidium guajava*) deshidratada", y necesitamos establecer la aceptabilidad del producto, por lo que solicito la honesta respuesta de cada uno de ustedes cuya evaluación nos permitirá alcanzar los objetivos planteados.

TIPO: Valoración                      NOMBRE:  
MÉTODO: Atributos de calidad      FECHA:  
PRODUCTO: Suplemento alimenticio de quinua y guayaba                      HORA:

Sírvase degustar las cuatro muestras que se presentan y evalúe sus factores o atributos de calidad de acuerdo a la siguiente tabla.

ATRIBUTOS DE CALIDAD	INDICADORES	EVALUACIÓN ASIGNADA A LAS MUESTRAS			
		Amarilla	Verde	Rosada	Naranja
Aspecto	Homogéneo				
	Heterogéneo				
Consistencia	Fluido				
	Normal				
	Viscosa				
Color	Agradable				
	Desagradable				
Sabor	Agradable				
	Desagradable				
	Dulce suave				
Olor	Insípido				
	Débil				
	Inodoro				
	Extraño				
	Agradable				
	Desagradable				
	Aromático				

**Tipo:** Preferencia

**Nombre:**

**Método:** Ordenamiento

**Fecha:**

**Producto:** Suplemento alimenticio de quinua y guayaba

**Hora:**

Sírvase degustar las muestras que se presentan, cada una identificada por colores, naranja, verde, rosada, y amarilla; y ordénelas según su preferencia, colocando en el primer lugar la muestra que más le agrada, y en el último, la muestra que menos le agrada.

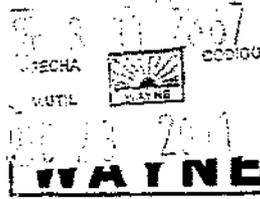
<b>Escala de preferencia</b>	<b>Orden asignado a las muestras</b>
<b>Primero</b>	
<b>Segundo</b>	
<b>Tercero</b>	
<b>Cuarto</b>	

ANEXO N°. 2 ETIQUETA DE LO PELETS WAYNE PARA RATAS

1  
2  
3  
4  
5  
6  
7  
8  
9  
0  
- 1  
2  
3

**9500**

SESA No. 36



**RATÓN**



**ANÁLISIS GARANTIZADO**

Proteína Cruda Mínimo	22,0%
Grasa Cruda Mínimo	6,5%
Fibra Cruda Mínimo	5,0%

Se puede suministrar este alimento a ratas preñadas y lactantes así como animales adultos y en crecimiento.

Sac. de 40 Kilos

Fabricado por:

**MOLINOS CHAMPION S.A.**

GUAYAQUIL - ECUADOR

Km. 7.7 Vía a Daule

PBX: 6002840

Fax: 2251251

P  
E  
L  
E  
T  
  
G  
R  
A  
N  
U  
L  
A  
D  
O  
  
P  
O

≠

ANEXO No. 3 FICHA TÉCNICA DE ESTABILIZANTE

# VIVAPUR® MCG

Microcrystalline Cellulose and  
Carboxymethylcellulose Sodium, NF, Ph. Eur



A Great  
Stabilizing Agent  
for Suspensions  
and Emulsions



# VIVAPUR<sup>®</sup> MCG

Microcrystalline Cellulose and  
Carboxymethylcellulose Sodium, NF, Ph. Eur



## What is VIVAPUR<sup>®</sup> MCG ?

VIVAPUR<sup>®</sup> MCG is microcrystalline cellulose and carboxymethylcellulose sodium co-processed to become the preferred stabilizing agent for

### suspensions and emulsions.

It meets Ph.Eur. and NF monograph standards. Oral suspensions are the more popular approach for administering medicines to children and the elderly. For this reason, liquid pharmaceutical products offer an opportunity for new applications and line extensions for existing products.

### VIVAPUR<sup>®</sup> MCG Viscosity Modification

- Excellent Stability
- Easy Handling and High Effectiveness
- High Content Uniformity
- Dosing Accuracy and Patient Compliance

### How VIVAPUR<sup>®</sup> MCG Works

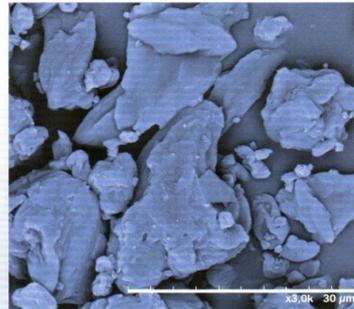
The microcrystalline cellulose and carboxymethylcellulose sodium composite swells after water activation, increasing viscosity. The cellulose establishes a three-dimensional (3-D) network, which prevents insoluble particles, such as an API, from settling. The structure of such a network is helpful in maintaining the suspension stability.

JRS PHARMA offers three VIVAPUR<sup>®</sup> MCG grades applicable for most suspension and emulsion formulations requiring extended mechanical stability.

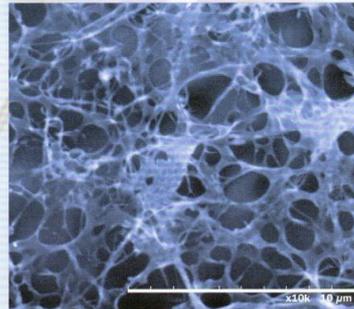
VIVAPUR<sup>®</sup> MCG suspensions and emulsions are **independent of temperature, pressure, or pH changes.**

VIVAPUR<sup>®</sup> MCG requires water dispersion for activation.

- VIVAPUR<sup>®</sup> MCG 591 P performs best with high shear activation and is the classic suspension and emulsion stabilizer.
- VIVAPUR<sup>®</sup> MCG 611 P can be activated with low shear and is typically used for reconstitutable liquid formulations.
- VIVAPUR<sup>®</sup> MCG 811 P, JRS PHARMA's newest MCC/NaCMC composite, is a superior stabilizer for easy-to-handle suspensions and emulsions with longer mechanical stability.



Pic. 1: VIVAPUR<sup>®</sup> MCG 591 P inactivated



Pic. 2: 3% VIVAPUR<sup>®</sup> MCG 591 P activated

Dispersed in water, VIVAPUR<sup>®</sup> MCG, Colloidal Cellulose, swells and forms an opaque three-dimensional stable network.

## Benefits of VIVAPUR® MCG Grades

### VIVAPUR® MCG 591 P

This is the well established stabilizing agent for 'ready-to-use' suspension and emulsion applications. It performs best when activated using high shear in distilled or de-ionized water, forming a stable homogeneous network upon swelling. Preparations using **VIVAPUR® MCG 591 P** have been known to be mechanically stable for years.

### VIVAPUR® MCG 611 P

This is the recommended grade for reconstitutable dry suspensions, because of its high initial viscosity. It requires low shear for activation.

### VIVAPUR® MCG 811 P

**VIVAPUR® MCG 811 P** is a high functional agent for all types of suspensions and emulsions. Even with high salt concentrations or low pH values the stabilizing properties are excellent.



<sup>1</sup>	VIVAPUR® MCG 591 P	VIVAPUR® MCG 611 P	VIVAPUR® MCG 811 P
Appearance		fine odourless powder	
Viscosity after 30 sec	39 – 91 mPa*s ( 1.2 % )	50 – 118 mPa*s ( 2.6 % )	2400 – 5600 mPa*s ( 2.6 % )
Viscosity after 24 h	1000 – 1600 mPa*s ( 1.2 % )	1500 – 2100 mPa*s ( 2.6 % )	5 000 – 6 000 mPa*s ( 2.6 % )
tan δ <sup>2</sup>	0.09 – 0.100	0.190 – 0.210	0.085 – 0.095
Loss on drying	max. 6.0 %	max. 6.0 %	max. 8.0 %
CMC-Na content	8.3 – 13.8 %	11.3 – 18.8 %	11.3 – 18.8 %
Particle size	> 250 µm max. 0.1 % > 45 µm max. 45 %	> 250 µm max. 0.1 % > 45 µm max. 50 %	> 250 µm max. 3 %
Applications	Pharmaceutical emulsions and suspensions	Reconstitutable suspensions	Reconstitutable and ready-to-use emulsions and suspensions

Tab 1: Important parameters of **VIVAPUR® MCG**

<sup>1</sup> **VIVAPUR® MCG** is a composite of MCC and CMC-Na

<sup>2</sup> tan δ is an indicator for the stability of the network in a gel.  
The lower the tan δ value, the better the stability of a gel.



# VIVAPUR<sup>®</sup> MCG

Microcrystalline Cellulose and  
Carboxymethylcellulose Sodium, NF, Ph. Eur

## VIVAPUR<sup>®</sup> MCG as a Suspension Stabilizer

After activation with high shear, **VIVAPUR<sup>®</sup> MCG**'s microcrystalline cellulose particles form a three-dimensional network, which prevents insoluble ingredients from settling or segregating. ( See Pic. 2 on page 2)

**VIVAPUR<sup>®</sup> MCG** discourages API agglomeration and caking during finished product storage. The opaque (or colored) colloidal suspension masks insoluble particles, giving the suspension a homogeneous appearance. **VIVAPUR<sup>®</sup> MCG** has no unpleasant taste and handles flavors well, which is essential for pediatric products.



Pic. 3: **VIVAPUR<sup>®</sup> MCG** used as a stabilizer in a pediatric syrup

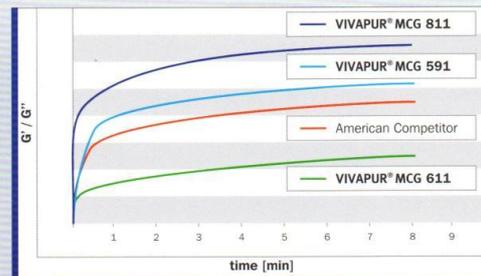


Fig. 1: Activation of **VIVAPUR<sup>®</sup> MCG**

**VIVAPUR<sup>®</sup> MCG 611 P** is activated by using low shear. **VIVAPUR<sup>®</sup> MCG 591 P** and **VIVAPUR<sup>®</sup> MCG 811 P** require high shear for activation.

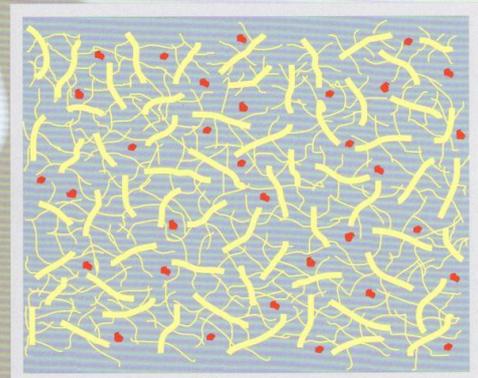


Fig. 2: Suspension stabilizer  
yellow: **VIVAPUR<sup>®</sup> MCG** network / red: insoluble API

## Important VIVAPUR® MCG Properties

Suspensions from **VIVAPUR® MCG** are thixotropic at small concentrations <1 %. Agitation reduces the viscosity for

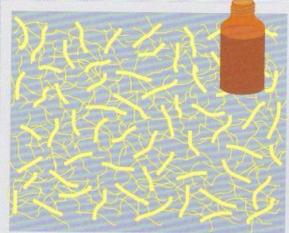


Fig. 3a

**VIVAPUR® MCG** suspensions can be easily and **homogeneously** dispersed by shaking the bottle before use.

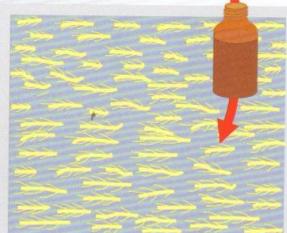


Fig. 3b

With shear applied, the **VIVAPUR® MCG** fiber network straightens. This results in reduced viscosity for an easy-to-swallow dosage with **excellent content uniformity**.

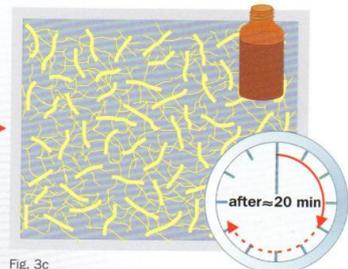
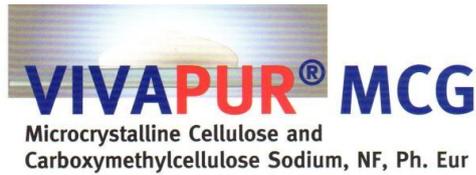


Fig. 3c

Viscosity increases when shear is removed. i.e.: 1.2 % **VIVAPUR® MCG 591 P** attains a stable suspension at the initial viscosity after 20 minutes.

## VIVAPUR® MCG Application Advantages

- **VIVAPUR® MCG** suspensions are not sensitive to temperature variations. When activated, suspensions can be stored under refrigeration or heated to 121 °C to prevent microbial contamination.
- **VIVAPUR® MCG** suspensions are stable in a pH range from pH 4 - 11.
- **VIVAPUR® MCG** suspensions prevent particle settling. The extensive cellulose network created by **VIVAPUR® MCG** stabilizes suspensions and emulsions against segregation. **VIVAPUR® MCG** suspensions and emulsions retain their stability for up to three years.
- **VIVAPUR® MCG** usage requirements for stable suspensions and emulsions is low, offering cost effectiveness. For suspensions, as little as 0.8 to 1.6 % provides stability.
- **VIVAPUR® MCG** can be combined with other protective colloids to regulate viscosity and prevent flocculation.



## VIVAPUR® MCG 591 P

VIVAPUR® MCG 591 P is the ideal suspending agent for ready-to-use preparations requiring high shear.

### Main Applications

- Suspensions with water-insoluble ingredients
- Stabilizer of the water phase in emulsions

### Preparation of a Suspension with VIVAPUR® MCG 591 P

1. Disperse VIVAPUR® MCG 591 P in water, lightly stirring. Do not add other ingredients at this stage !
2. Apply high shear for 10 minutes. Let stand for additional 15 minutes.
3. Add non-ionic ingredient, lightly stirring.
4. Add ionic ingredients, lightly stirring.
5. Adjust pH and/or sterilize as required.

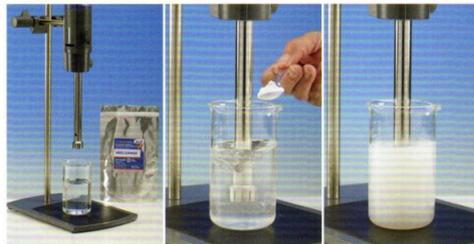


Fig. 4: Preparation of VIVAPUR® MCG suspension

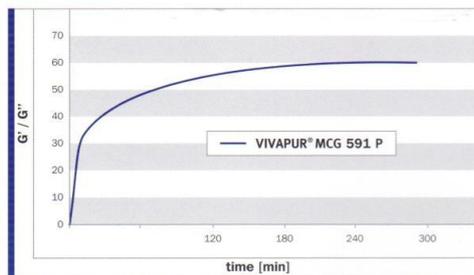


Fig. 4: VIVAPUR® MCG 591 P activation as a function of time. As shown, 3 minutes are required to form a stable preparation. (3 % of VIVAPUR® MCG 591 P in water)

VIVAPUR® MCG 591 P creates highly viscous liquid preparations. 3 % VIVAPUR® MCG 591 P results in 5 000 mPa\*s ( see Fig. 5 )

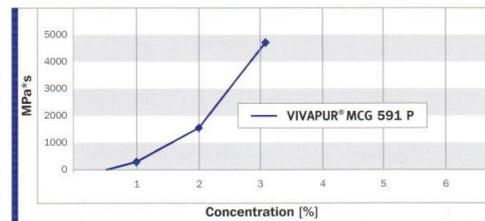


Fig. 5: Viscosity of VIVAPUR® MCG 591 P gel with increasing concentrations.

### Viscosity and tan δ after Activation

For suspension/emulsion stability, the cellulose network quality is important. Quality can be expressed by tan δ which is the relation between suspension viscosity and elasticity. Cellulose network quality (or physical stability) increases with decreasing tan δ value.

In table 2 some typical tan δ values are given.

Brand	Initial viscosity ( 1.2 %, 30 sec )	tan δ ( G'' / G' )
VIVAPUR® MCG 591 P	63	0.09
American 591	53	0.12
Latin American 591	69	0.61
Asian 591	34	0.24

Tab. 2: Comparison of competitors' material

## VIVAPUR® MCG 611 P

VIVAPUR® MCG 611 P is the ideal suspending agent for reconstitutable preparations using low shear.

### Main Applications

- For dry reconstitutable suspensions, which are in powder form and are activated using low shear.

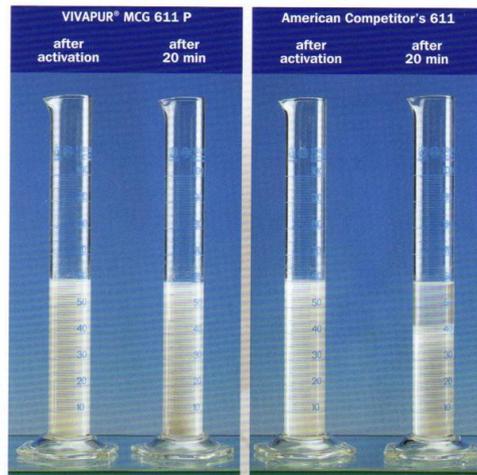
### Preparation of a Suspension with VIVAPUR® MCG 611 P

Reconstitutable suspension formulations are powder mixtures containing VIVAPUR® MCG 611 P, API, fillers, preservatives, pigments, and flavors. Fillers are typically water soluble ingredients such as sweeteners.

The required powder mixture mass is pre-filled into appropriately sized bottles. At the time of use, the bottle, containing powder mixture, is filled with water to a specified volume, sealed, and shaken. Within seconds, a stable suspension is formed, which can be easily dispensed by the patient. Before each dosing, the patient shakes the container to reduce suspension viscosity, easing dispensing and administration.

Brand	Initial viscosity ( 2.6 %, 30 sec )	tan δ ( G' / G' )
VIVAPUR® MCG 611 P	100	0.30
American 611	90	0.39
Latin American 611	35	0.40

Tab. 3: Comparison of competitors' material



Pic. 5a: VIVAPUR® MCG 611 P

Pic. 5b: American competitor

Both suspensions have the same viscosity. Competitor's 611 exhibits a high tan δ value, indicating poor suspension stability.

# VIVAPUR® MCG

Microcrystalline Cellulose and Carboxymethylcellulose Sodium, NF, Ph. Eur

**NEW**

## VIVAPUR® MCG 811 P - Innovation -

The highly functional suspending agent for most suspension and emulsion types, showing extraordinary stability in the presence of electrolytes and acidic salts.

### Main Applications

- For most suspension and emulsion types, VIVAPUR® MCG 811 P is less sensitive to electrolytes and acids.

VIVAPUR® MCG 811 P is a universal suspension and emulsion stabilizer, requiring low use levels to achieve stable preparations. VIVAPUR® MCG 811 P offers greater stability with electrolytes and acidic salts compared to other materials and can be activated with low and high shear.

Brand	Initial viscosity (2.6 %, 30 sec)	tan δ (G'' / G')
VIVAPUR® MCG 811 P	100	0.30
VIVAPUR® MCG 591 P	90	0.39

Tab. 4: Comparison between VIVAPUR® MCG 811 P and VIVAPUR® MCG 591 P

As shown in table 4, VIVAPUR® MCG 811 P possesses a significantly greater initial viscosity than VIVAPUR® MCG 591 P and a lower tan δ.

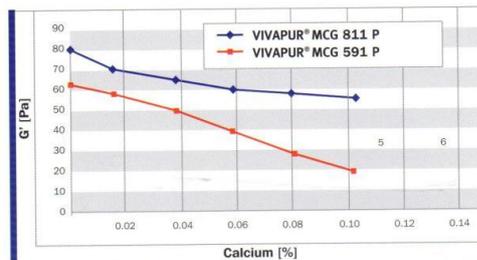


Fig. 6: VIVAPUR® MCG 811 P's tolerance against calcium ions

In trials with calcium as an electrolyte, VIVAPUR® MCG 811 P shows greater suspension stability compared to VIVAPUR® MCG 591 P.

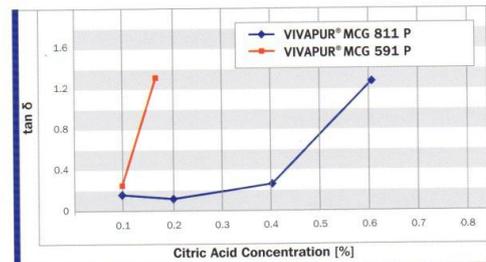


Fig. 7: VIVAPUR® MCG 811 P's tolerance against citric acid

The difference between grade VIVAPUR® MCG 591 P and VIVAPUR® MCG 811 P is VIVAPUR® MCG 811 P's pH tolerance. With VIVAPUR® MCG 811 P, citric acid can be formulated as a taste masking agent or preservative without issue.

Fig. 7 shows a four-fold increase in citric acid concentration carried by VIVAPUR® MCG 811 P compared to VIVAPUR® MCG 591 P.



Pic. 6: Comparison of viscosities

## Formulation Examples with VIVAPUR® MCG

### Ibuprofen Suspension ( 2 %; 100 mg in 5 ml )

Ibuprofen, micronized	20.0 g
<b>VIVAPUR® MCG 591 P</b>	12.5 g
Sorbitol	120.0 g
Xanthan gum	5.0 g
Parabene	1.2 g
Aromes	q.s.
water	ad 1000 ml

Tab. 5: Ibuprofen suspension

#### Preparation method

1. Dispense approximately 500 ml deionized water.
2. Add **VIVAPUR® MCG 591 P**, stirring lightly (low shear)
3. Apply high shear for ten minutes.
4. Let stand for fifteen minutes.
5. Add other ingredients stirring lightly (low shear).
6. Adjust volume to 1000 ml.

### Reconstitutable Amoxicillin Suspension

Amoxicillin * 3 H <sub>2</sub> O	4.60 g
<b>VIVAPUR® MCG 811 P</b>	1.20 g
Sorbitol, powder	3.00 g
Na-benzoate	0.80 g
Xanthan gum	0.40 g

Tab. 6: Amoxicillin reconstituable suspension

#### Preparation method

1. Blend all ingredients in an appropriately sized blender until uniform.
2. Accurately transfer 10.00 g to an 80 ml graduated opaque bottle.

To prepare the suspension, water is added to the 80 ml level, capped, and shaken well. 5 ml of the suspension equals 250 mg amoxicillin.

### Hydrocortisone Creme ( 0.5 % )

Water Phase	
<b>VIVAPUR® MCG 611 P</b>	2.00 g
Hydrocortisone	0.60 g
Propylenglycol	10.00 g
Polysorbate 80	5.00 g
Methylparabene	0.25 g
Water	ad 100.00 g

Oil Phase	
Glycerol monostearate	15.00 g
Cetylalcohol	2.50 g
Propylparabene	0.15 g

Tab. 7: Hydrocortisone creme

#### Preparation method

1. Dispense approximately 50 ml deionized water.
2. Add **VIVAPUR® MCG 611 P**, stirring lightly (low shear).
3. Apply high shear for ten minutes.
4. Let stand for fifteen minutes.
5. Add other ingredients stirring lightly (low shear).
6. Prepare oil phase at 70 °C.
7. Combine water and oil phases at 70 °C.



# VIVAPUR® MCG

Microcrystalline Cellulose and  
Carboxymethylcellulose Sodium, NF, Ph. Eur

## VIVAPUR® MCG Advantages

### Excellent Content Uniformity

- VIVAPUR® MCG's capillary effect results in excellent wicking and swelling properties.
- VIVAPUR® MCG preparations tend not to float.
- VIVAPUR® MCG does not flocculate when NaCl concentrations are < 3 %.\*  
The addition of Carboxymethylcellulose or Xanthan gum, as protective colloids, prevents flocculation.

\* VIVAPUR® MCG 811 P tolerates NaCl concentrations up to 6 %

### Great Stability

- VIVAPUR® MCG suspensions are not sensitive to temperature variations. When activated, suspensions can be stored under refrigeration or heated to 121 °C to prevent microbial contamination.
- VIVAPUR® MCG suspensions are stable in a pH range from 4 - 11.
- VIVAPUR® MCG suspensions and emulsions retain their stability for up to three years.

### Dosage Accuracy and Patient Compliance

- VIVAPUR® MCG suspension possesses a smooth texture, enabling accurate dosing drop-by-drop.
- VIVAPUR® MCG is thixotropic.
- VIVAPUR® MCG is odorless and tasteless.

### Easy Handling and Cost Effectiveness

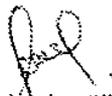
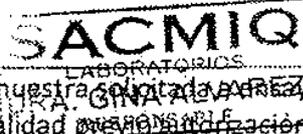
- VIVAPUR® MCG can be used in hot (up to 121 °C) and cold water.
- VIVAPUR® MCG consists of coarse particles with excellent flow.
- VIVAPUR® MCG is nearly dust free.
- VIVAPUR® MCG does not form lumps. No predispersion required.
- VIVAPUR® MCG saves time in production processes.

ANEXO No. 4 ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DEL SUPLEMENTO ALIMENTICIO

Contáctanos: 093387300 - 032942022 ó 093806600 -- 03360-260  
Av. 11 de Noviembre y Milton Reyes Riobamba – Ecuador

### EXAMEN MICROBIOLÓGICO

CLIENTE: Srta. Tatiana Naranjo	CODIGO: 040-12
DIRECCION: Av Canónigo Ramos y 11 de Noviembre	TELEFONO: 083877466
TIPO DE MUESTRA: Suplemento alimenticio de Quinoa y Guayaba	Lote:
FECHA DE RECEPCIÓN: 2012-03-29	
FECHA DE MUESTREO: 2012-04-02	
<b>EXAMEN FISICO</b>	
COLOR: Café rojizo	
OLOR: Agradable	
ASPECTO: Granular homogéneo	

DETERMINACIONES	METODO USADO	* VALOR REFERENCIAL	VALOR ENCONTRADO
Mohos y Levaduras UFC/g	Extensión en superficie	< 500	<100
NTE INEN 616- 2006			
OBSERVACIONES: no hay normativa específica se tomó en cuenta la norma de harinas.			
FECHA DE ANALISIS: 2012-03-29			
FECHA DE ENTREGA: 2012-04-02			
RESPONSABLES:			
 Dra. Gina Alvarez		 Dra. Fabiola Villa	
			

El informe sólo afecta a la muestra solicitada por el cliente; el informe no deberá reproducirse sino en su totalidad por autorización de los responsables.

\*Las muestras son receptados en laboratorio

ANEXO No. 5 ANÁLISIS DE HIERRO POR ABSORCIÓN ATÓMICA



LABORATORIO DE ANÁLISIS  
AMBIENTAL E INSPECCIÓN  
LAB-CESTTA

CENTRO DE SERVICIOS TÉCNICOS Y TRANSFERENCIA  
TECNOLÓGICA AMBIENTAL

FACULTAD DE CIENCIAS  
Panamericana Sur Km. 1 ½  
Telefax: (03)2998232  
RIOBAMBA - ECUADOR

FORME DE ENSAYO No: 0349  
: 12 - 0033 ANÁLISIS DE ALIMENTOS

Nombre Peticionario: Srta. Tatiana Naranjo  
n: -  
rección: Av. Canónigo Ramos y 11 de Noviembre; Riobamba. Chimborazo

FECHA: 02 de Abril de 2012  
NÚMERO DE MUESTRAS: 1  
FECHA Y HORA DE RECEPCIÓN EN LAB: 2012/03/27 - 09:24  
FECHA DE MUESTREO: 2012/03/27 - 08:40  
FECHA DE ANÁLISIS: 2012/03/27 - 2012/04/02  
TIPO DE MUESTRA: Suplemento Alimenticio  
CÓDIGO LAB-CESTTA: LAB- Alm 071-12  
CÓDIGO DE LA EMPRESA: N.A  
LUGAR DE MUESTREO: Laboratorio de Bromatología Facultad de Ciencias  
ANÁLISIS SOLICITADO: Hierro  
PERSONA QUE TOMA LA MUESTRA: Srta. Tatiana Naranjo  
CONDICIONES AMBIENTALES: T máx.:25,0 °C. T mín.: 21,0°C

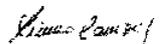
RESULTADOS ANALÍTICOS:

PARÁMETROS	MÉTODO / NORMA	UNIDAD	RESULTADO	VALOR LÍMITE PERMISIBLE
Hierro	PEE/LAB-CESTTA/39 Absorción atómica	mg/100g	16.69	-

OBSERVACIONES:

Muestra receptada en laboratorio

RESPONSABLES DEL INFORME:

  
BQF. Ximena Carrión  
RESPONSABLE TÉCNICO

LABORATORIO DE ANÁLISIS AMBIENTAL  
INSPECCIÓN  
LAB - CESTTA  
ESPOCH

  
Dra. Nancy Veroz M.  
JEFE DE LABORATORIO

ANEXO No. 6 MAIL ENVIADO DE LA UNIVERSIDAD DE GRANADA- ESPAÑA

## Re: RV: PROYECTO DE INVESTIGACION

Recibidos x

Josune Olza Meneses [jolza@ugr.es](mailto:jolza@ugr.es) 9 mar (hace 1 día)

para usuario, agil

Estimada Rosmery,

Te comento que la experiencia es la que nos ha demostrado que 10 días son suficientes para conocer la calidad de la proteína a la vez que se integra la metodología para los demás índices que medimos para conocer el valor biológico. Efectivamente son 28 los días que establece la metodología del PER, sin embargo en los últimos años se ha usado el GEC growth efficiency coefficient, el cual es equivalente a la metodología del PER en 10 días y te evitas enfrentar criterios de nombres de metodologías. Me he tardado un poco en contestar, ya que existe una tesis de un grupo de investigación que trabaja aquí en la Universidad que por lo visto correlacionó las dos metodologías (10 y 28 días) y podían ser equivalente, es un poco antigua, pero la estoy ubicando, si la consigo te envío los detalles.

En cuanto al ajuste de las dietas, liofilizamos el producto e hicimos los cálculos en función de los requerimientos de proteína para las ratas, en esa cantidad observamos el resto de los nutrientes y completamos con almidón de maíz y sacarosa. Añadimos las vitaminas, minerales, fibra (celulosa) y antioxidantes requeridos por las ratas para la cantidad de dieta preparada, para asegurar el aporte.

Espero que te sirva, cualquier cosa no dudes en volver a contactar conmigo.

Saludos

Josune Olza

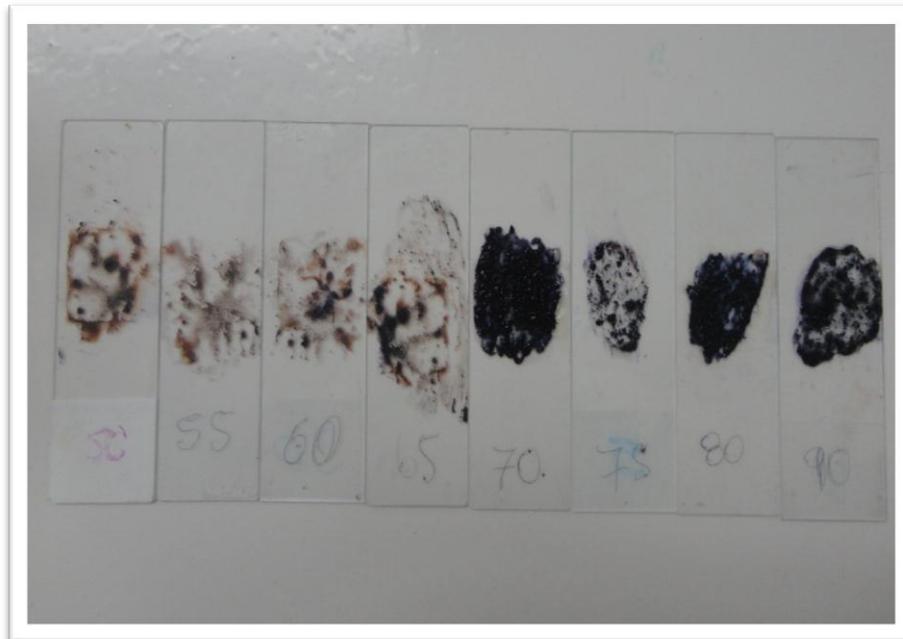
ANEXO N° 7 FOTOGRAFÍAS

- **Tratamiento térmico de la quinua a diferentes tiempos y temperaturas**

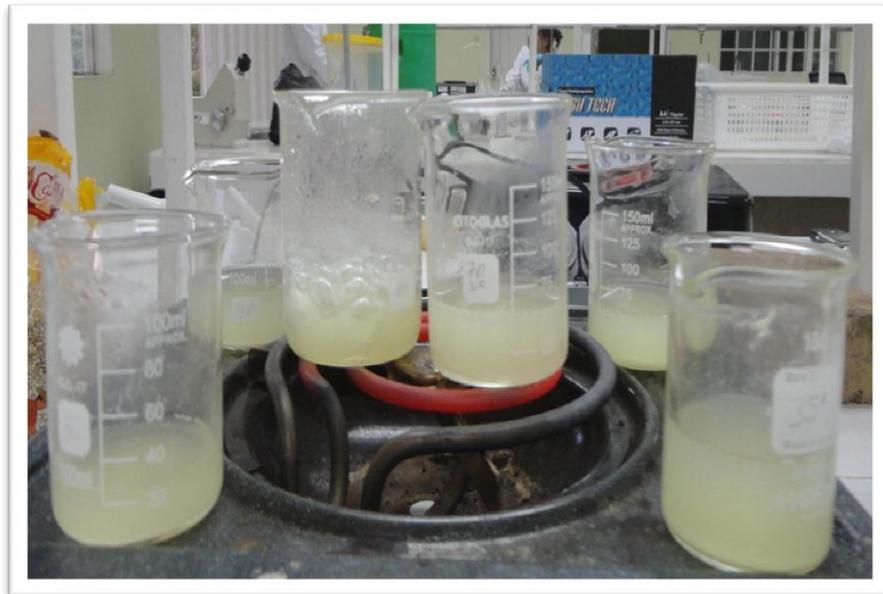
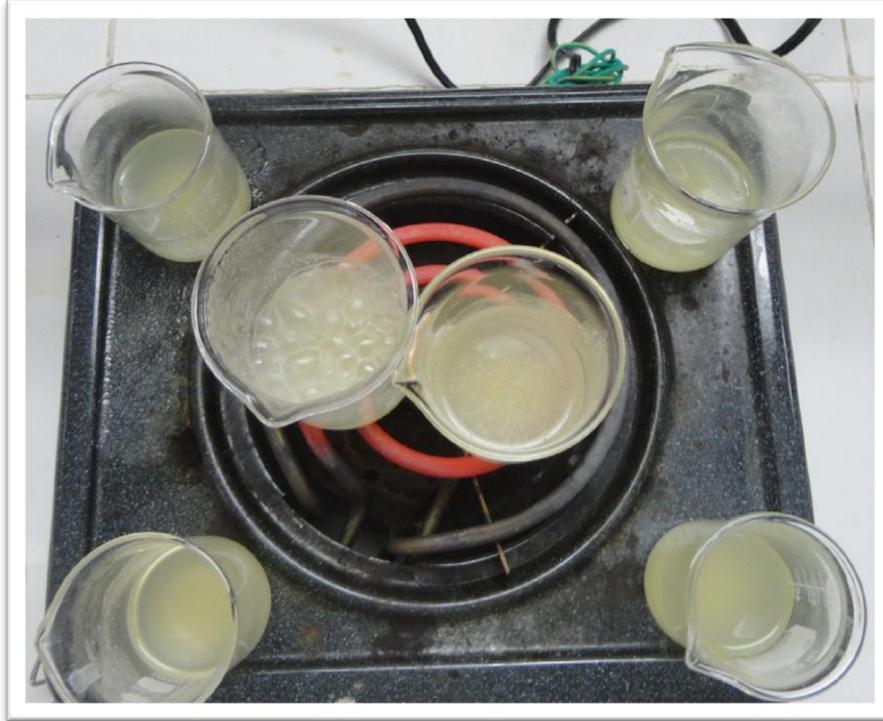




- **Gelatinización del almidón de quinua**



- Solubilidad de la quinua



- **Degustación en el Colegio Técnico Camilo Gallegos Toledo**





- **Formulación del suplemento alimenticio**

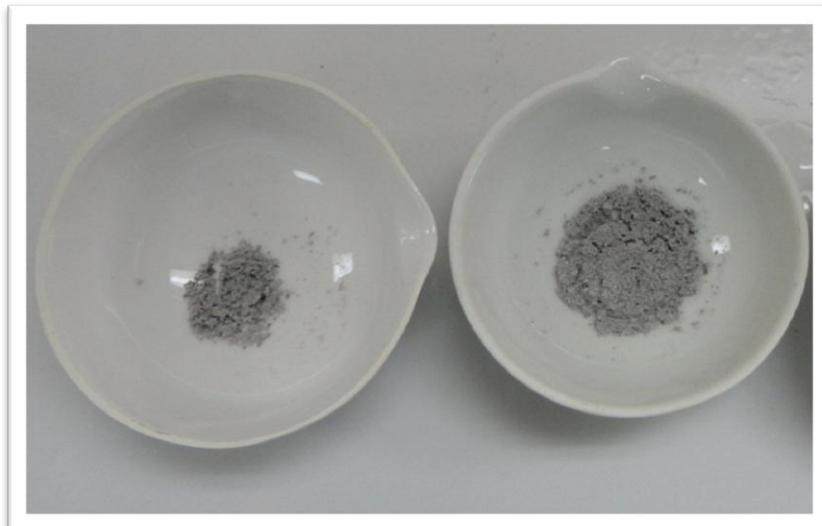




- **Análisis bromatológico del suplemento alimenticio**













- **Evaluación del PER en ratas de experimentación**









